

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления червяка привода установки для обточки прутков

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2017.

В бакалаврской работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления червяка привода установки для обточки прутков в условиях среднесерийного производства

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, станок, припуск, оснастка, режущий инструмент, режимы резания, нормы времени.

В результате выполнения работы было предложено следующее:

- разработка современной технологии изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования отечественного и импортного производства, например токарного ВСТ-625-21 CNC34, центрошлифовального ZS 2000 ф. HENNINGER, круглошлифовального ОШ-660.1Ф2-02;
- применение современной технологической оснастки;
- применение современного режущего инструмента;
- спроектирован патрон поводковый с центром с механизированным приводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 68 страниц, содержащей 17 таблиц, 5 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Описание исходных данных.....	5
2 Технологическая часть работы	10
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
5 Экономическая эффективность работы	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	53

ВВЕДЕНИЕ

Развитие производства – это большая наукоемкая задача, которая требует постоянного вложения денежных средств, что на данный период времени является очень сложным.

Продолжающийся экономический спад в машиностроительной области, серьезно отражается на возможностях производственных предприятий проводить модернизацию промышленного оборудования и внедрять научные разработки в производство.

Сейчас наоборот, наблюдается тенденция к снижению любых производственных издержек. Промышленные предприятия стремятся внедрять мероприятия, приводящие к снижению себестоимости готовых изделий и повышению их качества, в рамках уже имеющегося производства, что даст предприятию конкурентное преимущество на рынке.

Исходя из этого, главной целью бакалаврской работы является разработка технологического процесса изготовления детали «Червяк», исходя из условий выбранного типа производства, со снижением ее себестоимости и повышением качества.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции узла, в который входит деталь

Данная деталь называется «червяк», устанавливается в узле механизма регулировки инструмента установки для обточки прутков WDHE 35/40/55 «Кизирлинг» и предназначена для установки сопрягаемых деталей и передачи крутящего момента.

Узел, в состав которого входит данная деталь, приводится на рисунке 1.1

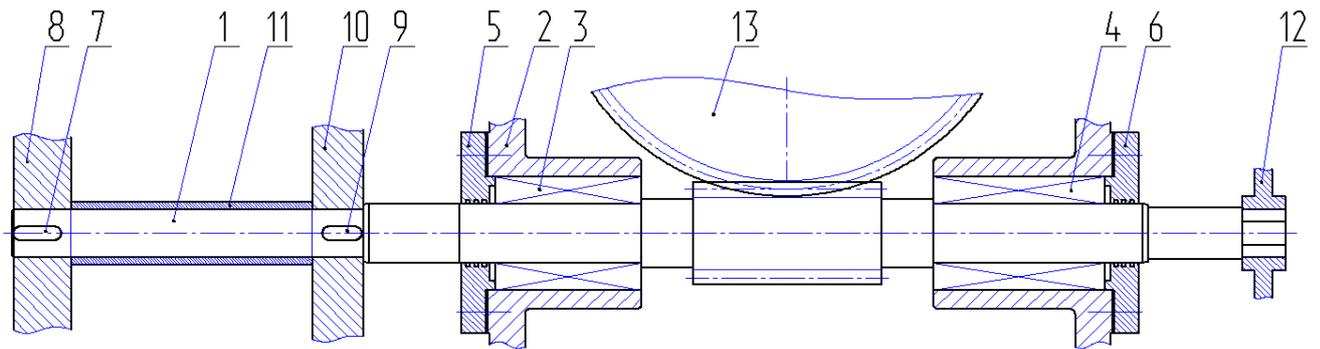


Рисунок 1.1 - Узел, в состав которого входит деталь

Червяк 1 (рисунок 1.1) устанавливается в корпусе 2 с помощью подшипников 3, 4. В наружное кольцо подшипника 3 упирается бурт крышки 5. В наружное кольцо подшипника 4 упирается бурт крышки 6.

На выходном конце червяка 1 на шпонке 7 установлена шестерня 8 и на шпонке 9 установлена шестерня 10, между которыми находится распорная втулка 11.

На правом выходном конце червяка установлена рукоятка 12, служащая для регулировки поворота червяка.

В зацеплении с зубчатым венцом червяка 1 находится колесо червячное 13.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал червяка: сталь 40Х по ГОСТ 4543-71.

Характеристики стали 40Х по ГОСТ 4543-71 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали 40Х по ГОСТ 4543-71

Химический элемент	Обозначение	Процент
Углерод	C	0,36-0,44
Сера	S	0,035, не более
Фосфор	P	0,035, не более
Медь	Cu	0,3, не более
Кремний	Si	0.17-0.37
Молибден	Mo	0,5-0,80
Хром	Cr	0,8-1,2
Кремний	Si	0.17-0.37

Таблица 1.2 - Механические свойства стали 40Х по ГОСТ 4543-71

Состояние поставки	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	НВ
	МПа	МПа	%	%	Дж/см ²	Не более
Пруток	780	980	10	45	59	217
Поковка	360	785	16	40	50	217

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Произведем нумерацию всех поверхностей детали в зависимости от их служебного назначения. Результаты приводим на рисунке 1.2.

Классифицируем поверхности детали:

- исполнительными являются поверхности 32,34,35;
- основными конструкторскими базами является поверхности 12,14,20,22;
- вспомогательными конструкторскими базами являются поверхности 3,4,5,7,11, 23,28,31,33;
- свободными поверхностями являются все остальные поверхности

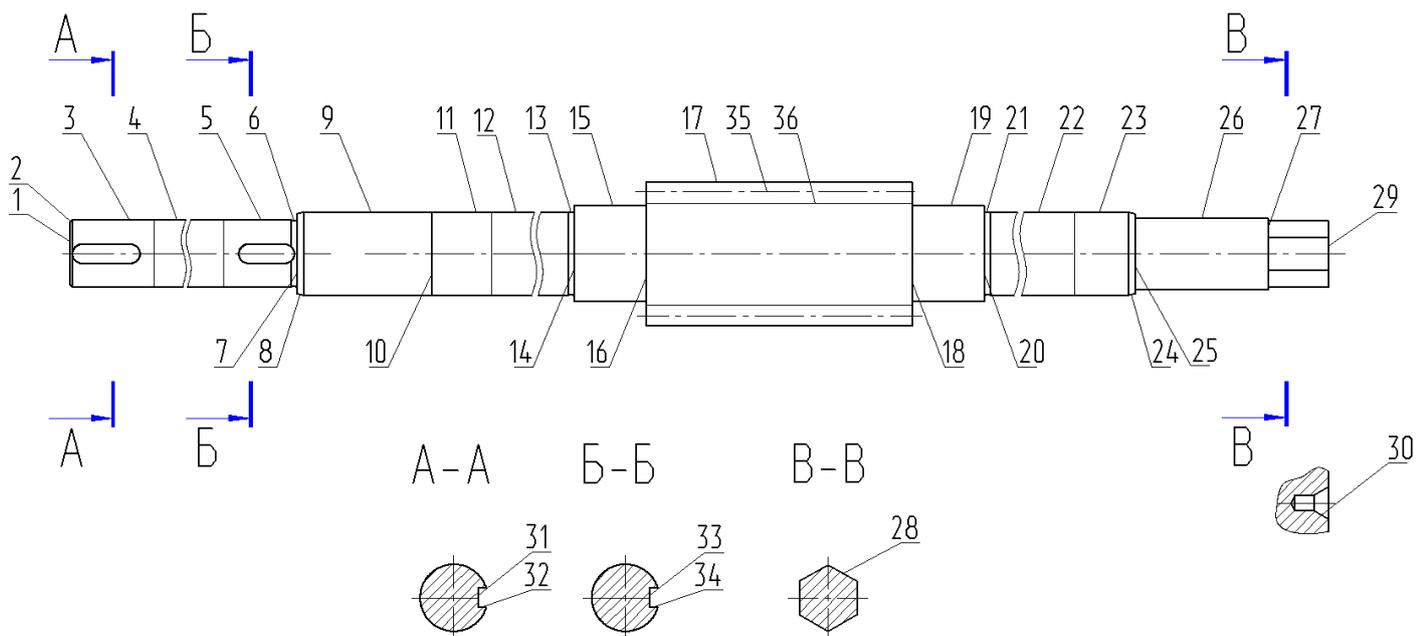


Рисунок 1.2 - Систематизация поверхностей

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Исходя из конструкции рассматриваемой детали и ее материала, в качестве заготовки возможно применение проката или штамповки, выбирается далее на основании экономического расчета. Деталь такая, что получается данными методами без существенных проблем.

Чертеж детали выполнен по всем стандартам, все данные для ее изготовления есть.

На чертеже детали «Червяк» присутствует вся необходимая для ее изготовления информация.

Деталь может быть обработана по типовому техпроцессу. Все поверхности имеют удобный доступ для обработки.

Параметры точности, шероховатости, биения нормально обеспечиваются на обычном оборудовании и соответствуют назначению детали.

Доступ к местам обработки и контроля свободный.

Анализируя эти данные, делаем вывод, что конструкция штока является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

Базовая технология представлена в таблице 1.3

Таблица 1.3 - Характеристика базового техпроцесса

№ оп	Наименование оп, номера обраб. пов.	Оборудование	Приспособление	Инструмент
1	2	3	4	5
005	Отрезка (пруток)			
010	Токарная (центрование)	16K20	Патрон	Резец подрез. T5K10 Сверло центр. P6M5
015	Токарная (черновое точение)	16K20	Патрон. Центр. Люнет	Резец подрез. T5K10 Резец проход. T5K10
020	Термическая (нормализация)			
025	Правка	Пресс		
030	Токарная (чистовое точение)	16K20	Патрон. Центр. Люнет	Резец проход. T15K6 Резец подрез. T15K6 Резец канав. T15K6
035	Круглошлифовальная	3M151	Патрон. Центр. Люнет	Шлиф.круг
040	Фрезерная	6P83Ш	Тиски	Фреза конц. P6M5 Фреза шпон. P6M6
045	Резьбофрезерная	5B64	Патрон. Центр. Люнет	Фреза диск.резьбовая P6M5
050	Слесарная			
055	Термическая (закалка)			
060	Правка	Пресс		
065	Токарная (правка центров)	16K20	Патрон Люнет	Сверло центр. P6M5
070	Круглошлифовальная	3M151	Патрон. Центр. Люнет	Шлиф.круг
075	Резьбошлифовальная	MATRIX-47	Патрон. Центр. Люнет	Шлиф.круг
080	Контрольная			
085	Маркировочная			

1.4 Задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Проанализировав базовый технологический процесс, представленный в таблице 1.4, определив его основные недостатки, сформулируем задачи работы:

- спроектировать заготовку по более совершенной методике (штамповка) и рассчитать припуски,
- применим для проектного техпроцесса наиболее оптимальных высокопроизводительных станков, в основном с ЧПУ или полуавтоматы;
- применим современный инструмент;
- выберем современную механизированную и автоматизированную технологическую оснастку;
- спроектируем приспособление для токарной операции;
- спроектируем контрольное приспособление;
- проведем анализ ТП с точки зрения безопасности и экологичности;
- произведем расчет экономического эффекта.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Для разных типов производства существуют разные подходы к дальнейшей разработке техпроцесса.

Согласно рекомендациям [9, с. 24, табл. 31] исходя из массы детали 6,4 кг., принимая во внимание годовую программу выпуска $N_r = 10000$ шт./год, при этом тип производства принимаем как среднесерийный.

2.2 Техничко-экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

В качестве заготовки для детали можно выбрать:

- а) штамповку;
- б) прокат.

Определим параметры исходных заготовок:

Масса штампованной заготовки $M_{шт.}$, килограмм, приблизительно равна:

$$M_{шт.} = M_{дет.} \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где $M_{дет.}$ – масса готовой детали, кг.;

K_p – коэффициент формы детали, устанавливается по [11, с. 23], $K_p = 1.3$.

$$M_{шт.} = 6.4 \cdot 1.3 = 8.32 \text{ кг.}$$

Параметры заготовки будем принимать по ГОСТ 7505-89 [8]:

Оборудование для штамповки - КГШП, нагревать заготовку будем с помощью индукционных нагревателей, принимаем класс точности заготовки Т3 [8, с.28], принимаем группу стали как М2 [8, с.8], принимаем степень сложности заготовки как С1 [8, с. 29].

Массу заготовки из проката $M_{пр.}$ будем определять согласно формуле:

$$M_{\text{пр.}} = V_{\text{пр.}} \cdot \rho, \quad (2.2)$$

где $V_{\text{пр.}}$ – объем данного проката, мм^3 ;

ρ - плотность материала заготовки из проката, кг./мм^3 .

Так как форма заготовки, принимаемая для изготовления из сортового проката для детали типа тела вращения - цилиндр, у него диаметр $d_{\text{пр.}}$, мм и его длина $l_{\text{пр.}}$, мм будет равна:

$$d_{\text{пр.}} = d_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.3)$$

$$l_{\text{пр.}} = l_{\text{д.}}^{\text{max}} \cdot 1,05, \quad (2.4)$$

где $d_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольший диаметр детали, мм.;

$l_{\text{д.}}^{\text{max}}$ – наибольшая длина детали, мм.

$$d_{\text{пр.}} = 60 \cdot 1,05 = 63,0 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{пр.}} = 742 \cdot 1,05 = 756,8 \text{ мм.}$$

По этим данным по ГОСТ стандартное значение будет равно: $d_{\text{пр.}} = 65 \text{ мм.}$

$$l_{\text{пр.}} = 756,8 \text{ мм.}$$

Произведем определение объема элементов заготовок V , мм^3 формы цилиндра как:

$$V_{\text{ц.}} = \pi \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot l_{\text{пр.}} / 4 \quad (2.5)$$

$$V_{\text{ц.}} = 3,14 \cdot 65^2 \cdot 756,8 / 4 = 2510022 \text{ мм}^3.$$

$$M_{\text{пр.}} = 2510022 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 19,70 \text{ кг.}$$

В результате произведем выбор размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006, точность – обычная В1:

$$\text{Круг} \frac{65 - \text{В1} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{40\text{X} - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$$

2.2.2 Техничко-экономический расчет выбора варианта заготовки

Цену детали, полученной из заготовки будем определять согласно формуле

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{заг.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}}, \quad (2.6)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – базовая цена принятого варианта заготовки, рублей;

$C_{\text{мо.}}$ – цена последующей мехобработки, рублей;

$C_{\text{отх.}}$ – цена отходов при мехобработке, рублей.

2.2.2.1 Расчет варианта горячей штамповки

Цену штампованной заготовки будем определять по формуле:

$$C_{\text{заг.штамп}} = C_{\text{баз.}} \cdot M_{\text{шт.}} \cdot K_{\text{т.}} \cdot K_{\text{сл.}} \cdot K_{\text{в.}} \cdot K_{\text{м.}} \cdot K_{\text{п.}}, \quad (2.7)$$

где $C_{\text{баз.}}$ – цена 1 т штампованных заготовок, принятая за базу, руб./кг., $C_{\text{б.}} = 11,2$ руб./кг. [8, с. 23];

$M_{\text{шт.}}$ – предварительно рассчитанная масса штамповки;

$K_{\text{т.}}$ – данный коэффициент определяется от класса точности штамповки (Т3), $K_{\text{т.}} = 1.0$ [11, с. 24];

$K_{\text{сл.}}$ – данный коэффициент определяется от степени сложности штамповки (С2), $K_{\text{сл.}} = 0.87$ [11, с. 24];

$K_{\text{в.}}$ – данный коэффициент зависит от диапазона масс, в который входит масса заготовки, $K_{\text{в.}} = 0.89$ [11, с. 24];

$K_{\text{м.}}$ – данный коэффициент зависит от металла заготовки, для стали 40Х принимаем $K_{\text{м.}} = 1.18$ [11, с. 24];

$K_{\text{п.}}$ – данный коэффициент определяет выбранный среднесерийный тип производства, $K_{\text{п.}} = 1.0$ [11, с. 24].

$$C_{\text{заг.штамп}} = 11,2 \cdot 8.32 \cdot 1.0 \cdot 0.87 \cdot 0.89 \cdot 1.18 \cdot 1.0 = 85.14 \text{ руб.}$$

Произведем определение цены мехобработки штампованной заготовки $C_{\text{м.о.}}$, рублей, по формуле:

$$C_{\text{м.о.}} = (M_{\text{шт.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}}, \quad (2.8)$$

где $C_{\text{уд.}}$ – удельная стоимость съема 1 килограмма материала, руб./кг.

Удельная стоимость мехобработки резанием $C_{\text{уд.}}$, рублей равна:

$$C_{уд.} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (2.9)$$

где C_c – общие финансовые траты, руб/кг, $C_c = 14,8$ руб./кг. [11, с. 25];

C_k – финансовые траты, руб/кг, $C_k = 32,5$ руб./кг.

E_n – показатель норм эффективности ($E = 0,1 \dots 0,2$). Принимает $E_n = 0,16$.

$$C_{мо.} = (8.32-6.4) \cdot (14,8+0,16 \cdot 32,5) = 38.40 \text{ руб.}$$

Цену отходов $C_{отх.}$, рублей, будем определять как

$$C_{отх.} = (M_{шт.} - M_{дет.}) \cdot Ц_{отх.}, \quad (2.10)$$

где $Ц_{отх.}$ – продажная возвратная цена отходов, руб./кг.

Принимаем эту цену $Ц_{отх.} = 0.4$ руб./кг. [11, с. 25]

$$C_{отх.} = (8.32-6.4) \cdot 0.4 = 0.77 \text{ руб.}$$

$$C_{дет.} = 85.14 + 38.40 - 0.77 = 122.77 \text{ руб.}$$

2.2.2.2 Расчет варианта заготовки, полученной из проката

Цену заготовки, которая получается из сортового проката будем определять по формуле [11, с. 26]

$$C_{пр.} = C_{м.пр.} \cdot M_{пр.} + C_{отрз.}, \quad (2.11)$$

где $C_{м.пр.}$ – стоимость металла 1 кг проката в руб./кг.; $C_{м.пр.} = 14$ руб./кг.

$C_{отрз.}$ – стоимость реза проката на мерные заготовки, рублей.

$$C_{отрз.} = \frac{C_{пз.} \cdot T_{шт.}}{60}, \quad (2.12)$$

где $C_{пз.}$ – затраты для отрезного станка, руб./ч.; $C_{пз.} = 30,2$ руб./ч. [11, с. 26];

Выполним расчет $T_{штуч.}$, минут:

$$T_{штуч.} = T_o \cdot \Phi_k, \quad (2.13)$$

где T_0 – время обработки основное (машинное), мин.;

φ_k – параметр, учитывающий вид оборудования, принимается $\varphi_k = 1,5$.

Основное машинное время для отрезных станков T_0 , мин.:

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot d_{\text{пр.}}^2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.14)$$

где $d_{\text{пр.}}$ – размер прутка, мм.

$$T_{\text{осн.}} = 0,19 \cdot 65^2 \cdot 10^{-3} = 0.80 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{штуч.}} = 0.80 \cdot 1,5 = 1.20 \text{ мин.}$$

$$C_{\text{отрз.}} = 30,2 \cdot 1.20 / 60 = 0.61 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{пр.}} = C_{\text{м.пр.}} \cdot M_{\text{пр.}} + C_{\text{оз.}} = 12 \cdot 19.70 + 0.61 = 237.05 \text{ руб.}$$

Цена мехобработки при этом будет равна:

$$C_{\text{мо.}} = (M_{\text{пр.}} - M_{\text{дет.}}) \cdot C_{\text{уд.}} = (19.70 - 6.4) \cdot (14,8 + 0,16 \cdot 32,5) = 266.07 \text{ руб.}$$

Цена отходов при этом будет составлять:

$$C_{\text{отх.}} = (19.70 - 6.4) \cdot 0.40 = 5.32 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{дет.}} = C_{\text{пр.}} + C_{\text{мо.}} - C_{\text{отх.}} = 237.05 + 266.07 - 5.32 = 497.80 \text{ руб.}$$

2.2.3 Сопоставление двух вариантов заготовок

Произведем расчет параметра коэффициента использования металла $K_{\text{и.м.}}$, который будет равен [11, с. 28]:

$$K_{\text{и.м.}} = M_{\text{дет.}} / M_{\text{зав.}} \quad (2.15)$$

Тогда при заготовке штамповки: $K_{\text{и.м.}} = 6.40 / 8.32 = 0.77$

При заготовке из проката: $K_{\text{и.м.}} = 6.40 / 19.70 = 0.32$

Сравнив себестоимости заготовок и $K_{\text{и.м.}}$, делаем вывод о том, что оптимальный вариант получения заготовки – штамповка.

Экономический эффект, $\mathcal{E}_{\text{год.}}$, рублей, приведенный к годовой программе выпуска, будет равен:

$$\mathcal{E}_{\text{год.}} = (C_{\text{д.про}} - C_{\text{д.што}}) \cdot N_{\text{год.}} \quad (2.16)$$

где $N_{\text{год}} = 10000$ шт/год - программа производства детали в год.

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (497.80 - 122.77) \cdot 10000 = 3750303 \text{ руб.}$$

2.3 Техничко-экономическое обоснование выбора методов обработки поверхностей.

Анализируя конструкцию детали, ее точность и шероховатость, произведем определение маршрута обработки ее поверхностей.

Произведем определение способа и вида технологической обработки по каждой из поверхностей детали согласно источникам [5] и [11, с. 32-34].

Произведем назначение промежуточные способов обработки - технологических переходов. Произведем определение показателя трудоемкости на основании [8, с. 32-34]. Определим коэффициент трудоемкости. По результатам выбора маршрутов обработки заполним таблицу 2.1.

Таблица 2.1- Перечень методов обработки поверхностей

Поверхности, IT, Ra, мкм	Методы обр-ки
1,29 – IT14, Ra6,3 30 – IT7, Ra1,6	П, ТО Ц, ТО, Шч
6,7,8,13,14,15,16,18,19,20,21,24,25,26,27 – IT14, Ra6,3	Т, Тч, ТО
4 – IT11, Ra6,3	Т, Тч, ТО
9 – IT12, Ra6,3	Т, Тч, ТО
11,17,23 – IT9, Ra1,6	Т, Тч, Ш, ТО
12,22 – IT5, Ra0,8 3,5 – IT6, Ra1,6	Т, Тч, Ш, ТО, Шч
35 – Ст. точ7-С, Ra6,3 36 – IT13, Ra6,3	Рф, ТО, Рш Рф, ТО
32,34 – IT9, Ra3,2 31,33 – IT12, Ra6,3 28 – IT14, Ra6,3	Ф, ТО
П- подрез., Ц- центров., Т- обтач.черн., Тч- обтач.чист., Ш- шлиф.черн., Шч- шлиф.чист., С- сверл., Рез- резбонарез., Рф- резьбофрез., Рш- резьбошли- фов., Ф- фрезеров., То- термообр.	

2.4 Определение припуска и проектирование заготовки

2.4.1 Определение припусков на обработку и операционных размеров аналитическим расчетом

Выполним расчетно-аналитический расчет на одну из поверхностей - поверхность $\varnothing 28h6_{(-0,013)}$

Методика расчета припусков представлена в источниках [3, с. 66] и [6, с. 69].

Внеся исходные данные величину микронеровностей Rz и глубину дефектного слоя h, рассчитав суммарные отклонения расположения ρ_o , определив погрешности установки $\varepsilon_{уст}$, мм, вносим эти данные в графы «элементы припуска» таблицы 2.2

По этим данным выполним расчет минимального припуска $2Z_{min}$, мм.

Вносим данные операционных допусков по переходам.

По этим исходным данным определяются величины промежуточных расчетных размеров d^{i-1}_{min} и d^i_{max}

Определим максимальные припуски $2Z_{max}$, мм, и минимальные припуски $2Z_{min}$.

Расчет выполним в программе Microsoft Excel, результаты расчета приводим в таблице 2.2

Таблица 2.3- Расчет припуска

Размеры в миллиметрах

Техноло. переход	Составляющие припуска, мм				2Z min	допуск Td/IT	Размеры предельные		Припуски предельные	
	Rz ⁱ⁻¹	h ⁱ⁻¹	ρ^{i-1}	$\varepsilon_{уст}^{i-1}$			d ⁱ max	d ⁱ min	2Z max	2Z min
1 пер: Штамповать	0.160	0.200	0.970	-	-	2 T3	33.507	31.507	-	-
2 пер: Точить начерно	0.050	0.050	0.058	0.500	2.903	0.330 I3	28.934	28.604	4.573	2.903
3 пер: Точить начисто	0.025	0.025	0.039	0.030	0.331	0.084 h10	28.357	28.273	0.577	0.331
4 пер: Шлифовать начерно	0.010	0.020	0.019	0.020	0.188	0.033 h8	28.118	28.085	0.239	0.188
5 пер: Шлифовать начисто	0.005	0.015	0.010	0	0.098	0.013 h6	28.000	27.987	0.118	0.098

По результатам расчетов строим схему, на которой указываем расположение припусков, допусков, операционных размеров. Данные представлены на рисунке 2.1.

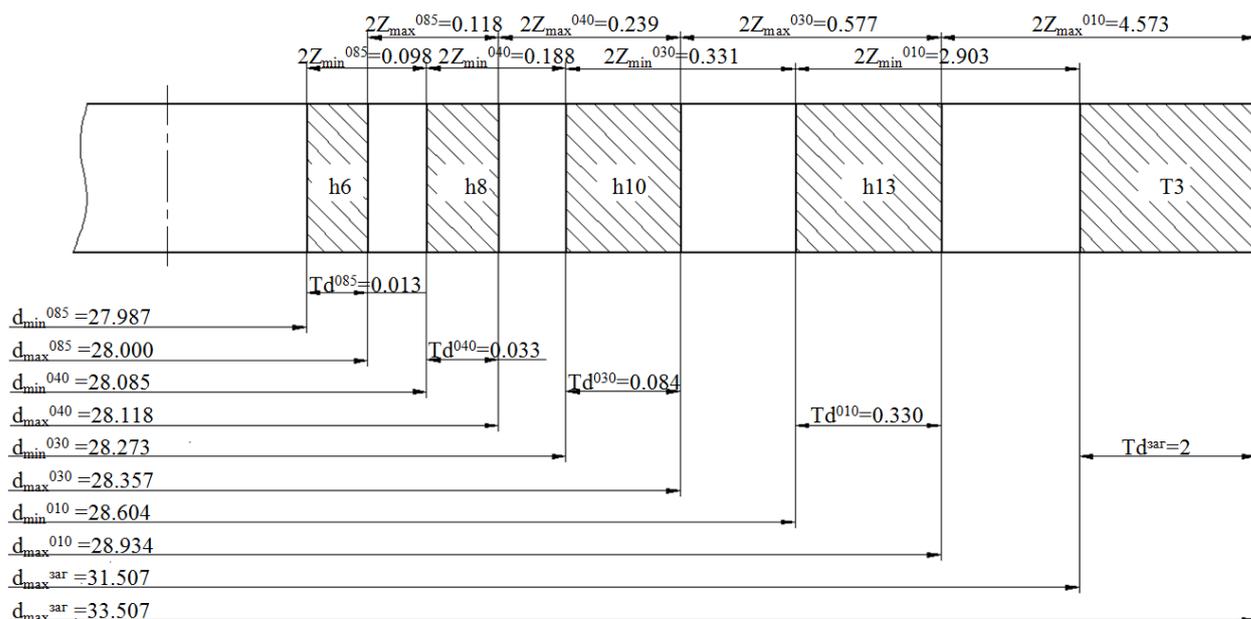


Рисунок 2.1 – Результаты расчетов на шейку $\varnothing 28h_{6(-0,013)}$

2.4.2 Расчет промежуточных припусков на обработку с помощью табличного метода

Выполним расчет и определение промежуточные припуски на промежуточную обработку всех поверхностей детали табличным методом по источнику [14, с. 191]. Сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.3 - Припуски на обработку поверхностей червяка

Номер, наименование операции, номера обрабатываемых поверхностей	Припуск, определяемый на сторону, мм
1	2
005 Центровально-подрезная – пов. 1,29	2,0
010 Токарная (черн.) – пов. 17,18,19,20,22,23,25,26,27,28	1,7max
015 Токарная (черн.) – пов. 3,4,5,7,9,10,11,12,14,15,16	1,7max
030 Токарная (чист.) – пов. 17-28	0,30
035 Токарная (чист.) – пов. 2-16	0,30

Продолжение таблицы 2.3

1	2
040 Круглошлифовальная (черн.) – пов. 22,12	0,14
– пов. 17,23,3,5,11	0,15
085 Круглошлифовальная (чист.) – пов. 22,12,3,5	0,06
090 Резьбошлифовальная – пов. 35	0,15

2.4.3 Проектирование и расчет штампованной заготовки

Проектирование выполнено в соответствии по ГОСТ 7505-89.

Принимаем оборудование для штамповки: КГШП, принимаем индукционный способ нагрев заготовки.

Принимаем для нашей заготовки: параметр класса точности штамповки – Т3, параметр группы стали – М2, параметр, характеризующий степень сложности – С2, плоскость разъема штампа соответствует конфигурации - П (плоская), при этом исходный индекс будет - 12.

Допуски заготовки принимаем по [5, с. 17].

Примем штамповочный уклон на поверхностях заготовки - не более 5°

Радиусы закругления наружных углов – 3,0 мм, величина остаточного облоя – 0,9 мм, смещение плоскости разъема штампов – 0,7 мм, заусенец по контуру – 3,0 мм, шероховатость – Ra 40 мкм.

Эскиз штампованной заготовки приводим на рисунке 2.2.

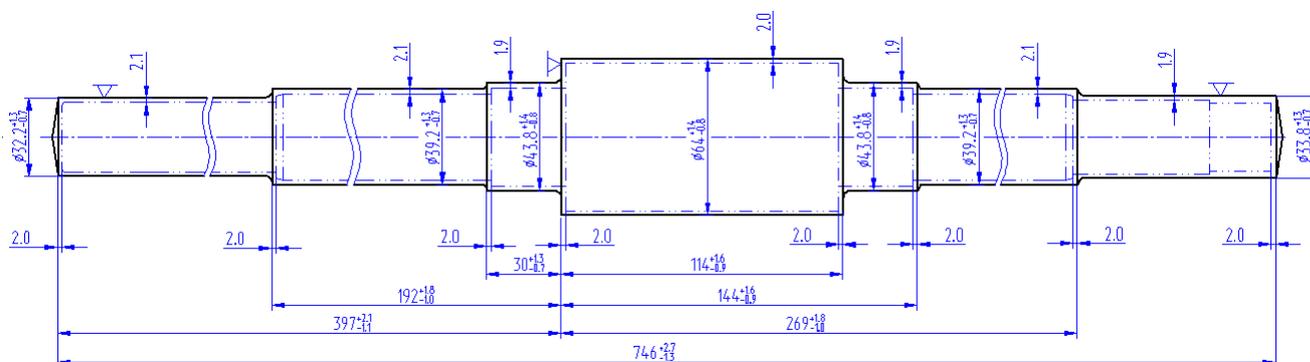


Рисунок 2.2 – Эскиз заготовки

При расчете объема цилиндрические элементы штамповки будем определять по формуле (2.5).

$$V = 3,14/4 \cdot (32,2^2 \cdot 205 + 39,2^2 \cdot 162 + 43,8^2 \cdot 30 + 64^2 \cdot 114 + 43,8^2 \cdot 30 + 64^2 \cdot 114 + 43,8^2 \cdot 30 + 39,2^2 \cdot 125 + 33,8^2 \cdot 80) = 1042203 \text{ мм}^3.$$

Произведем определение массы штампованной заготовки $M_{\text{зш.}}$, килограмм по формуле (2.2)

$$M_{\text{зш.}} = V \cdot \gamma = 1042203 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 8,18 \text{ кг.}$$

При этом уточняем коэффициент использования материала на рассчитанную заготовку согласно формулы (2.15)

$$\text{КИМ} = 6,40/8,18 = 0,78$$

2.5 Разработка технологического маршрута

2.5.1 Разработка схем базирования

Произведем выбор поверхностей для установки заготовки в процессе ее обработки. Схемы базирования приводим в плане обработки, в графической части данного проекта.

Также номера базовых поверхностей приведены в таблице 2.4.

2.5.2 Технологический маршрут обработки детали

Результаты выбора технологического маршрута изготовления детали представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.4 – Технологический маршрут обработки детали.

№ оп, Наименование операции	№ базовых поверхностей	№ обрабатываемых поверхностей	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5
000 Заготовительная			T3	40
005 Центровал.-подрезн.	3,26,16	1,29 30	13 10	6,3 6,3

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
010 Токарная (черн.)	1,30	17,18,19,20,22,23,25,26,27,28	13	12,5
015 Токарная (черн.)	29,30	3,4,5,7,9,10,11,12,14,15,16	13	12,5
020 Термическая				
025 Правильная				
030 Токарная (чист.)	1,30	17-28	10	6,3
035 Токарная (чист.)	29,30	2-16	10	6,3
040 Круглошлифовальная (черн.)	29,30	22,12 17,23,3,5,11	7 8	1,6 1,6
045 Резьбофрезерная	1,30	35 36	9 12	3,2 6,3
050 Фрезерная	1,3,22	32,34 31,33 28	9 12 13	3,2 6,3 6,3
055 Слесарная				
060 Моечная				
065 Контрольная				
070 Термическая				
075 Правильная				
080 Центрошлифовальная	3,22,16	30	7	1,6
085 Круглошлифовальная (чист.)	29,30	22,12 3,5	5 6	0,8 1,6
090 Резьбошлифовальная	1,30	35	7-С	1,6
095 Моечная				
100 Контрольная				

2.5.3 План обработки детали

На основании предыдущих расчетов произведем разработку плана обработки детали, где указывается основная информация, полученная в результате расчетов: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров на обработку по операциям.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

2.6.1 Выбор оборудования

Произведем выбор оборудования. Результаты выбора станков представлены в таблице 2.5

2.6.2 Выбор средств технологического оснащения

Произведем выбор технологической оснастки – приспособлений, режущего инструмента и средств измерения. Результаты выбора технологической оснастки приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Выбор оборудования и СТО

№ оп. наименование операции	Оборудование	Техоснастка		
		Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5
005 Центровал.-подрезная	Центровал.-подрез. п/а 2А911-1	СНП с ГОСТ 12195-66	Пластина для подрез. ГОСТ 19052-80 Т5К10, покрыт. TiCN-TiZrN-TiN. Сверло центров. Ø3,15 тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5, покрыт.(Ti, Cr)C	Калибры-пробки Шаблоны
010, 015 Токарная (черн.)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34	Патрон поводков. с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращ. тип А ГОСТ 8742-75. Люнет	Резец-вставка. Пластина 3хгран., Т5К10, покрыт. (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибры-скобы Шаблоны
030, 035 Токарная (чист.)	Токарно-винторезный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34	Патрон поводков. с центром ГОСТ 2571-71 Центр вращ. тип А ГОСТ 8742-75. Люнет	Резец-вставка. Пластина ромбич., Т15К6, покрыт. (Ti,Si)CN $\varphi=98^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 ОСТ 2И.101-83	Калибры-скобы Шаблоны

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
040 Круглошлифовальная (черн.)	Универсальный круглошлиф. с ЧПУ ОШ-660.1Ф2 ИСП. 02	Патрон поводков. с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 18259-72 Люнет	Шлиф.круг 1 450x20x203 91A F46 P 4 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры-скобы Шаблоны Приспособл. мерит. с индикатором
045 Резьбофрезерная	Резьбофрезерный п/а 5Б64	Патрон поводк. с центром ГОСТ 2571-71 Центр упор. ГОСТ 18259-72 Люнет	Фреза дисковая модульная Ø70 z = 12 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C ОСТ 2И41-3-85	Шаблоны
050 Фрезерная	Горизонтальный фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500Н	Приспособление спец. ГОСТ 12195-66	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ 9140-78 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C Фреза концевая с коническим хвостовиком Ø25 Z=5 P6M5K5, покрытие (Ti, Cr)C ГОСТ 17026-71	Шаблоны Калибры-пробки
055 Слесарная	Электрохим. Станок 4407			
060 095 Моечная	КММ			
025 075 Правильная	Пресс ПГ-1000			
070 Центрошлифовальная	Центрошлифовальный с ЧПУ ZS 2000 ф. HENNINGER	СНП ГОСТ 12195-66	Шлиф. головка EW10x15 91A F60 M 7 V A 20 м/с ГОСТ 2447-82.	Шаблоны Приспособл. мерит. с индикатором
085 Круглошлифовальная (чист.)	Универсальный круглошлиф. с ЧПУ ОШ-660.1Ф2 ИСП. 02	Патрон поводк. с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорн. ГОСТ 18259-72 Люнет	Шлиф.круг 1 450x20x203 91A F60 L 6 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Калибры-скобы Шаблоны Приспособл. мерит. с индикатором
090 Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный п/а с ЧПУ ОШ-633Ф3x01	Патрон поводк. с центром ГОСТ 2571-71 Центр упорн. ГОСТ 18259-72 Люнет	Шлиф.круг 1 450x65x203 91A F60 M 7 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Шаблоны Приспособл. мерит. с индикатором

2.7 Проектирование технологических операций

2.7.1 Определение режимов резания с помощью аналитического расчета

Произведем расчет режимов резания на Ø30 токарную операцию по эмпирическим формулам, т. е. аналитическим методом.

2.7.1.1 Содержание операции

Оп 30 Токарная: чистовое точение поверхностей с выдержкой размеров: Ø30_{-0,084}; Ø33,4_{-0,10}; Ø35,25_{-0,10}; Ø35,4_{-0,10}; Ø40_{-0,10}; Ø60,3_{-0,12}; 15°; 591,2±0,14; 621,2±0,14; 631,2±0,16; 656,2±0,16

2.7.1.2 Применяемый режущий инструмент

Резец-вставка (h=25, b=25, L=125), пластина ромбическая, T15K6 (φ=98°, φ₁=42°)

2.7.1.3 Применяемое оборудование

Токарный с ЧПУ - ВСТ-625-21 CNC34

2.7.1.4 Определение режимов резания

Припуск на обработку:

t = 0,3 мм

Подача на оборот заготовки S, мм/об:

S = 0.25 мм/об [15, с.268].

Произведем определение расчётной скорости резания V, м/мин:

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.17)$$

где C_U – параметр зависимости от условий точения; C_U = 420 [15, с.270];

T – норматив времени работы инструментального материала между перетачиванием, минут; T= 60 мин;

t – припуск на обработку, мм;

m, x, y - показатели степеней зависимостей: $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [15, с.270];

K_U – параметр фактической обработки [15, с.282], определяется по формуле:

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ} , \quad (2.18)$$

где K_{MU} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15, с.261], определяем по формуле (2.29);

$K_{ПУ}$ - коэффициент, который определяется в зависимости от состояние поверхностей обрабатываемой заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [15, с.263];

$K_{ИУ}$ - коэффициент, который определяется в зависимости от инструментального материала; $K_{ИУ} = 1,0$ [15, с.263];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U} , \quad (2.19)$$

где K_{Γ} - показатель характеристики материала по его обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [15,с.262];

σ_B – значение предела прочности у стали;

n_U – коэффициент, $n_U = 1.0$ [15,с.262].

$$K_{MU} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{590}\right)^{1,0} = 1.27 .$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,27 = 1,27 .$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 1,27 = 371.8 \text{ м/мин.}$$

Произведем определение частоты вращения шпинделя станка, n , минут⁻¹:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} , \quad (2.20)$$

$$\text{При точ.}\varnothing 30: n_1 = \frac{1000 \cdot 371.8}{3.14 \cdot 30} = 3950 \text{ мин}^{-1} .$$

$$\text{При точ.}\varnothing 35,4: n_2 = \frac{1000 \cdot 371.8}{3.14 \cdot 35.4} = 3348 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точ.}\varnothing 40: n_3 = \frac{1000 \cdot 371.8}{3.14 \cdot 40} = 2963 \text{ мин}^{-1}.$$

$$\text{При точ.}\varnothing 60,3: n_3 = \frac{1000 \cdot 371.8}{3.14 \cdot 60.3} = 1965 \text{ мин}^{-1}.$$

Произведем корректирование частоты вращения шпинделя, исходя из паспортных данных станка.

$$n_{1-3} = 2240 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_4 = 1800 \text{ мин}^{-1}.$$

Выполним пересчет скорости V , м/мин:

$$\text{При точ.}\varnothing 30: V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 30 \cdot 2240}{1000} = 211.0 \text{ м/мин.}$$

$$\text{При точ.}\varnothing 35,4: V_2 = \frac{3.14 \cdot 35.4 \cdot 2240}{1000} = 249.0 \text{ м/мин.}$$

$$\text{При точ.}\varnothing 40: V_3 = \frac{3.14 \cdot 40 \cdot 2240}{1000} = 281.3 \text{ м/мин.}$$

$$\text{При точ.}\varnothing 60,3: V_4 = \frac{3.14 \cdot 60.3 \cdot 1800}{1000} = 340.8 \text{ м/мин.}$$

Расчёт сил резания

Произведем определение главной составляющей силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.21)$$

где C_p - коэффициент зависимости параметров обработки на силы резания; $C_p = 300$ [15, с.273];

x, y, n - коэффициенты показателей степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [15, с.273];

K_p - коэффициент зависимости от обрабатываемой стали и характеристик инструмента, рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}} \quad (2.22)$$

K_{MP} - коэффициент, который определяется в зависимости от качества обрабатываемого материала [15,с.264], определяем по формуле:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (2.23)$$

где σ_B - значение предела прочности материала;

n - коэффициент; $n = 0.75$ [15,с.264].

$$K_{MP} = \left(\frac{590}{750}\right)^{0.75} = 0,83;$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{r p}$ - показатели учитывают геометрию режущих пластин:

$K_{\varphi p}=0,89; K_{\gamma p}=1,0; K_{\lambda p}=1,0; K_{r p} = 0,93$ [15, с.275];

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.3^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 340.8^{-0,15} \cdot 0,83 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 91 \text{ Н.}$$

Мощность резания N , кВт вычисляем по следующей формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{91 \cdot 340.8}{1020 \cdot 60} = 0,50 \text{ кВт.} \quad (2.24)$$

Выполним проверку по мощности электродвигателя привода станка:

$N_{шт} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}; 0,50 < 7,5$, т. е. по мощности привода станок проходит.

2.7.2 Расчет режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Полученные данные занесем таблицу 2.6

Таблица 2.6- Итоговый расчет режимов резания

Операция	Переход	t, мм	S, мм/об	V_r , м/мин	n_r , мин ⁻¹	$n_{пр}$, мин ⁻¹	$V_{пр}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
05 Центровал.- подрезная	Центр.Ø 3,15/6,7	1,57	0,04	24	1140	900	18,9
	Подрез.торец 33,8	2,0	0,04	95	895	900	95,5

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8
10 Токарная (черн.)	Точ.Ø30,6	1,7	0,5	150,1	1562	1400	134,5
	Точ.Ø36	1,7	0,5	150,1	1328	1400	158,3
	Точ.Ø40,6	1,7	0,5	150,1	1177	1120	142,8
	Точ.Ø60,9	1,7	0,5	150,1	785	710	135,8
15 Токарная (черн.)	Точ.Ø29	1,7	0,5	150,1	1648	1400	127,5
	Точ.Ø36	1,7	0,5	150,1	1328	1400	158,3
	Точ.Ø40,6	1,7	0,5	150,1	1177	1120	142,8
30 Токарная (чист.)	Точ.Ø30	0,3	0,25	371,8	2950	2240	211,0
	Точ.Ø35,4	0,3	0,25	371,8	3348	2240	249,0
	Точ.Ø40	0,3	0,25	371,8	2963	2240	281,3
	Точ.Ø60,3	0,3	0,25	371,8	1965	1800	340,8
35 Токарная (чист.)	Точ.Ø28,4	0,3	0,25	371,8	4169	2240	199,7
	Точ.Ø35,4	0,3	0,25	371,8	3348	2240	249,0
	Точ.Ø40	0,3	0,25	371,8	2963	2240	281,3
40 Круглошлиф. (черн.)	Шлиф.Ø28,12	0,14	0,01* 8	25	283	283	25
	Шлиф.Ø35,12	0,14	0,01* 8	25	227	227	25
	Шлиф.Ø60	0,15	0,01* 8	25	132	132	25
45 Резьбофрезерная	Фрезер.витки червяка d52	8,8	1,0	75	341	315	69,2
50 Фрезерная	Фрезер.паз 8	4	0,014/0.044	26	1035	1000	25.1
	Фрезер.лыски фр Ø25	9max	0,12	38	485	500	39.2
85 Круглошлиф. (чист.)	Шлиф.Ø28	0,06	0,005* 6	35	398	398	35
	Шлиф.Ø35	0,06	0,005* 6	35	318	318	35
90 Резьбошлифоваль- ная	Шлиф.витки червяка d52	0,12	0,10**	0,6	3.2	3	0,56
		0,04	0,05**	0,6	3.2	3	0,56
		0,04	0,05**	0,6	3.2	3	0,56
*- подача поперечная в мм/дв. ход							
**- подача в мм/об на врезание при шлифовании за 3 прохода							

2.7.3 Определение норм времени на все операции

Произведем определение норм штучно-калькуляционного времени

$T_{штуч-кальк}$, минут, согласно формулы [5, с.101]

$$T_{штуч-кальк} = T_{под-заг}/n_{прогр.} + T_{штуч.} \quad (2.25)$$

где $T_{под-заг}$ – табличные нормативы времени подготовительно-заключительных работ, минут;

$n_{прогр.}$ – величина настроечной партии заготовок, штук, равна:

$$n_{\text{прогр.}} = N \cdot a / D_{\text{раб}}, \quad (2.26)$$

где N - программа выпуска деталей, в год;

a - период запуска партии деталей в днях, $a=6$;

$D_{\text{раб}}$ - рабочие дни

$$n_{\text{прогр}} = 10000 \cdot 6 / 254 = 236 \text{ шт.}$$

Произведем расчет норматива штучного времени $T_{\text{шт}}$:

Для операций лезвийной обработки, кроме операций абразивной обработки $T_{\text{шт}}$, минут будет равно [5, с.101]:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{об.от}} \quad (2.27)$$

где $T_{\text{осн}}$ – время основной обработки заготовки, минут;

$T_{\text{вспом}}$ – время вспомогательных работ, минут;

k – серийный показатель.

$T_{\text{об.от}}$ - норматив времени, связанный с обслуживанием рабочего места, а также отдыха и личных надобностей, мин.

Для операции абразивной обработки (шлифовальной) $T_{\text{шт}}$, мин будет равно:

$$T_{\text{штуч}} = T_{\text{осн}} + T_{\text{вспом}} \cdot k + T_{\text{технич.}} + T_{\text{организац.}} + T_{\text{отдых.}} \quad (2.28)$$

где $T_{\text{технич.}}$ - норматив времени, связанный с техническим обслуживанием рабочего места станочника, мин., который определяется по формуле (2.29);

$T_{\text{организац.}}$ - норматив времени, связанный с организационным обслуживанием, мин.;

$T_{\text{отдых}}$ - норматив времени, связанный с перерывами рабочего для отдыха и личных надобностей, мин.

$$T_{\text{технич}} = T_{\text{осн}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.29)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин.;

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Определим норматив времени вспомогательного $T_{\text{вспом.}}$, мин.:

$$T_{\text{вспом}} = T_{\text{устан.}} + T_{\text{закреп.}} + T_{\text{управл.}} + T_{\text{измер.}}, \quad (2.30)$$

где $T_{\text{устан.}}$ – норматив времени, связанный с установкой и снятием детали, мин.;

$T_{\text{закреп.}}$ - норматив времени, связанный с закреплением и откреплением детали, мин.;

$T_{\text{управл.}}$ - норматив времени, связанный с приемами управления станком, мин.;

$T_{\text{измер.}}$ - норматив времени, связанный с измерением детали, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_o \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.31)$$

где $t_{\text{п}}$ - норматив времени, связанный с правкой шлифовального круга роликом или алмазом, мин.;

T - стойкость шлифовального круга, мин.

Расчет времени по приведенной методике оформим в виде таблицы 2.7.

Таблица 2.7 - Нормы времени

Наименование оп	$T_{\text{осн.}}$	$T_{\text{вспом.}}$	$T_{\text{операт.}}$	$T_{\text{об.от.}}$	$T_{\text{под-заг.}}$	$T_{\text{штуч.}}$	$n_{\text{прогр}}$	$T_{\text{штуч-кальк.}}$
	минут	минут	минут	минут	минут	минут		минут
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05 Центровально-подрезная	0,278	0,629	0,907	0,054	26	0,961	236	1,071
10 Токарная (черн.)	0,707	0,673	1,380	0,083	19	1,463	236	1,543
15 Токарная (черн.)	0,608	0,644	1,252	0,075	19	1,327	236	1,407
30 Токарная (чист.)	0,703	0,795	1,498	0,090	19	1,588	236	1,668
35 Токарная (чист.)	0,744	0,906	1,650	0,099	19	1,749	236	1,830
40 Круглошлиф. (черн.)	3,690	1,125	0,462	5,277	21	5,277	236	5,366
45 Резьбофрезерная	8,206	0,666	8,872	0,532	26	9,404	236	9,514

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
50 Фрезерная	3,337	0,666	4,003	0,240	28	4,243	236	4,362
80 Центрошлифовальная	0,210	0,654	0,864	0,076	19	0,940	236	1,020
85 Круглошлиф. (чист.)	1,684	1,247	2,931	0,259	21	3,190	236	3,279
90 Резьбошлифовальная	3,012	0,777	3,789	0,333	21	4,122	236	4,211

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для разработки станочного приспособления рассмотрим операцию 010, для нее применяется токарный 3-х кулачковый поводковый патрон, выполним его расчет

3.1.2 Расчет усилия резания

Чтобы определить основные характеристика патрона, в качестве исходных данных принимаем главную составляющую силы резания P_z , которая была определена ранее: $P_z = 91$ Н.

3.1.3 Расчет усилия зажима

При резании со стороны инструмента действует сила резания, препятствует ей усилие зажима (рис. 3.1). Из условия равенства моментов произведем определение силы зажима.

Схема зажима заготовки представлена на рисунке 3.1.

Определим необходимое усилие зажима:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot R_o}{f \cdot R}, \quad (3.1)$$

где K – гарантированный параметр запаса;

P_z – сила резания, Н.;

R_o – радиус, по которому производится обработка, мм.;

f – параметр трения на рабочей поверхности кулачка; $f = 0,4$;

R – радиус, по которому производится касания кулачков, мм.

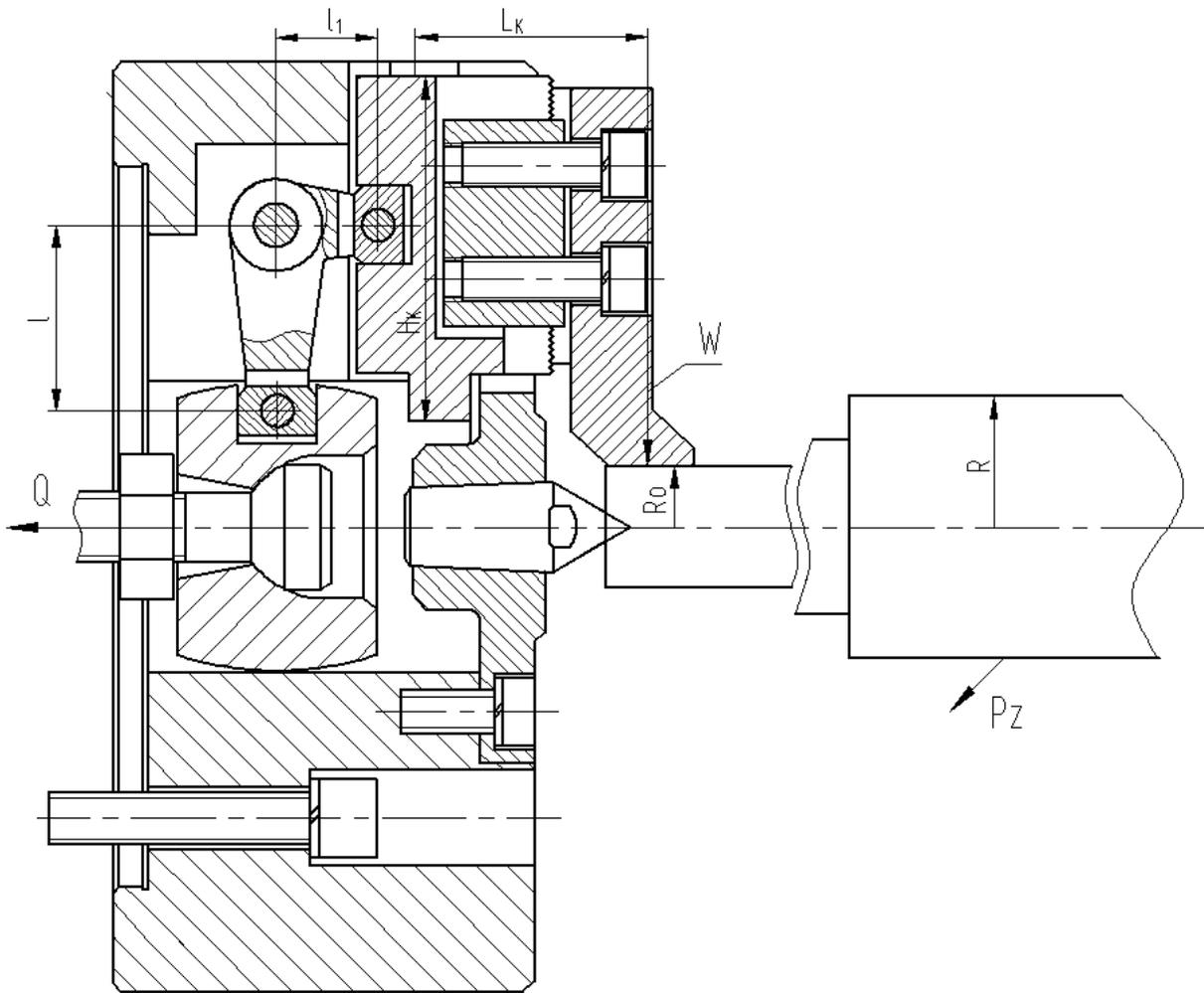


Рисунок 3.1 - Схема приложения сил

Параметр, характеризующий запаса усилия зажима [16,с.382]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (3.2)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса. $K_0 = 1,5$ [18, с.382];

K_1 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при случайных неровностях на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,2$ [18, с.382];

K_2 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента. $K_2 = 1,0$ [18, с.383];

K_3 – данный коэффициент учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,2$ [18, с.383];

K_4 – данный коэффициент характеризует постоянство сил, которые развивает зажимной механизм приспособления $K_4 = 1,0$ [18, с.383];

K_5 – данный коэффициент характеризует эргономику при немеханизированном зажиме $K_5 = 1,0$ [18, с.383].

K_6 – данный коэффициент учитывается при наличии моментов резания, которые стремятся повернуть заготовку, которая установлена плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [18, с.384].

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 91 \cdot 60,3 / 2}{0,16 \cdot 29 / 2} = 2957 \text{ Н.}$$

3.1.3 Определение конструкции зажимного механизма и его расчет

Конструкция зажимного механизма с размерами и действием сил приведена на рисунке 3.1.

Определим величину усилия зажима W_1 на постоянных кулачках:

$$W_1 = K_1 \cdot \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot \frac{L_K}{H_K}}, \quad (3.3)$$

где $K_1 = (1,05 \div 1,2)$ – параметры силы трения в патроне, определяем по [2, с.153], $K_1 = 1,1$;

f_1 – параметр трения, между корпусом патрона и направляющими кулачков, $f_1 = 0,1$ [2, с.153];

L_K – длина, мм.; $L_K = 53$ мм.;

H_K – длина, мм.; $H_K = 78$ мм.

$$W_1 = 1,1 \cdot \frac{2957}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot \frac{53}{78}} = 4085 \text{ Н.}$$

Теперь произведем расчет усилия Q , которое создается силовым приводом станка:

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l}, \quad (3.4)$$

где l_1, l – длины плеч рычага, мм.

$$Q = 4085 \cdot \frac{21}{42} = 2042 \text{ Н.}$$

3.1.5 Выбор конструкции и расчет силового привода

Для силового привода патрона примем пневмоцилиндр с двухсторонним действием, давлением сжатого воздуха 0,63 МПа.

Диаметр поршня пневмоцилиндра:

$$D = 1.17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (3.5)$$

где p – давление рабочей среды, МПа.;

$\eta = 0,9$ - параметр, учитывающий потери в приводе

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{2042}{0,4 \cdot 0,9}} = 88,1 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 160$ мм.

Ход рычага в месте закрепления (ход кулачков) принимаем 2 мм.

Тогда ход штока привода будет определен в зависимости от передаточного отношения плеч рычага, он равен

$$S_{p(Q)} = 2,0 \cdot \frac{42}{21} = 4 \text{ мм.}, \text{ примем } S_{p(Q)} = 9 \text{ мм.}$$

3.1.6 Расчет погрешности базирования

Для поводкового патрона с передним жестким центром погрешность, определяющая базирование заготовки в центрах для линейных размеров будет равна

$$\varepsilon_B = 0,5 IT_{D_{\text{ц}}} \cdot \text{ctg} \alpha_{\text{ц}} \quad (3.6)$$

где $IT_{D_{\text{ц}}}$ – допуск наружного конуса центра, мм.;

$\alpha_{\text{ц}}$ - половина угла конуса центра

$$\varepsilon_B = 0,5 \cdot 0,08 \cdot \text{ctg} 30 = 0,07 \text{ мм.}$$

При самом большом допуске на линейные размеры при обработке на данной операции $Tl = 0.28 \text{ мм.} < 0,07 \text{ мм.}$, следовательно, данный патрон обеспечивает точность обработки.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

На основе расчета начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работе.

Приспособление состоит из патрона и пневмопривода.

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами, позиция 26 с шайбами, позиция 40. Патрон состоит из корпуса, позиция 8, в направляющие которого установлены подкулачники, позиция 14. К подкулачникам с помощью сухарей, позиция 18 винтами, позиция 25 с шайбами, позиция 39 крепятся сменные кулачки, позиция 11. В центральном отверстии корпуса патрона на винте, позиция 2 установлена втулка, позиция 3. В паз подкулачника, позиция 14 и в выточку втулки, позиция 3 входят сухари, позиция 19, установленные с помощью осей, позиция 13 на рычаге, позиция 16. Рычаг, позиция 16 установлен в корпусе патрона на оси, позиция 12, которая фиксируется винтами, позиция 28,29. К корпусу, позиция 8 винтами, позиция 23 крепится фланец, позиция 20 с установленным в нем центром, позиция 21.

Винт, позиция 2 с помощью гайки, позиция 31 соединен с тягой, позиция 17, которая, в свою очередь соединена со штоком, позиция 22 пневмоцилиндра.

Пневмоцилиндр содержит корпус, позиция 9, в котором с помощью винтов, позиция 24 с шайбами, позиция 39 установлена крышка, позиция 10. В пневмоцилиндре установлен поршень, позиция 15, который с помощью гайки, позиция 30 с шайбой, позиция 38 крепится к штоку, позиция 22. В штоке установлена

втулка, позиция 4 с кольцами, позиция 6 и 7. В отверстие втулки, позиция 4 входит трубка муфты, позиция 1 для подвода воздуха.

Муфта, позиция 1 установлена в корпусе, позиция 9 с помощью гайки.

Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены уплотнительные кольца, позиция 32-37.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса, позиция 9 и крышки, позиция 10 на поршне, позиция 15 установлены демпферы, позиция 5.

Пневмоцилиндр устанавливается на заднем конце шпинделя и фиксируется винтом, позиция 27.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается на центре, позиция 21 и поджимается задним центром. При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 15 через шток, позиция 22, тягу, позиция 17, винт, позиция 2 тянет втулку, позиция 3 влево, рычаг, позиция 16 поворачивается на оси, позиция 12, сдвигая подкулачники, позиция 14 с закрепленными на них сменными кулачками, позиция 11, которые зажимают заготовку. При подаче воздуха в поршневую полость пневмоцилиндра поршень, позиция 15 отходит вправо, описанный выше цикл происходит в обратном направлении и заготовка разжимается.

3.2 Проектирования контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели Проектирования

После шлифовальной операции 085 производится окончательный контроль биения базовых поверхностей относительно оси центров. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

В отличии от базового варианта применим цифровую измерительную головку фирмы Mitutoyo, Япония - MITUTOYO "ABSOLUTE" DIGIMATIC ID-H.

3.2.2 Описание конструкции приспособления

Начертим чертеж приспособления, который представлен в графической части данной бакалаврской работе.

Приспособление содержит основание, позиция 4 к которому винтами, позиция 15 с шайбами, позиция 17 с помощью шпонок, позиция 10 крепятся стойки, позиция 6 с центрами, позиция 2 и 8. Центр, позиция 8 неподвижный, центр, позиция 2 подпружиненный. Центры крепятся с помощью винтов, позиция 14 с шайбами, позиция 16.

К основанию, позиция 4 винтами, позиция 13 с шайбами, позиция 16 крепится плита, позиция 5. На плиту, позиция 5 устанавливается корпус, позиция 3 с закрепленным в нем винтом, позиция 12 индикатором, позиция 1.

Винтами, позиция 11 к основанию, позиция 5 крепится табличка, позиция 7 с маркировкой обозначения чертежа приспособления, детали, даты.

Приспособление работает так:

Заготовку устанавливают в центрах. Индикаторный блок придвигают по плите, позиция 5 вперед до касания с шейкой заготовки.

Заготовку проворачивают на 360° и по цветовой индикации измеряют. Головки определяют величину биения. Если размеры находятся в пределах допуска, дисплей индикатора будет зеленого цвета, если нет – красного.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Произведем описание технологического объекта данной бакалаврской работ, которое характеризуется паспортом объекта, в котором описываются этапы техпроцесса, виды работ, применяемое технологическое оборудование и перечень различных расходных материалов и веществ, которые участвуют в данном этапе техпроцесса. Внесем данные в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Результаты заполнения технологического паспорта объекта

Наименование перехода технологического процесса, выполняемые работы, должность работника	Модель технологического оборудования	Применяемые материалы и вещества
1) Пер.: Штамповка, Оп: Заготовительная, Рабочий: Кузнец-штамповщик	КГШП	Металл
2) Пер: Центрование, Оп: Центровально-подрезная, Рабочий: Сверловщик	2А911-1	Металл, СОЖ
3) Пер: Точение, Оп: Токарная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	ВСТ-625-21 CNC34	Металл, СОЖ
4) Пер: Резьбофрезерование, Оп: Резьбофрезерная, Рабочий: Зуборезчик	5Б64	Металл, СОЖ
4) Пер: Фрезерование, Оп: Фрезерная, Рабочий: Оператор станка с ЧПУ	500Н	Металл, СОЖ
5) Пер: Центрошлифование, Оп: Центрошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	ZS 2000	Металл, СОЖ
6) Пер: Круглое шлифование, Оп: Круглошлиф., Рабочий: Шлифовщик	ОШ-660.1Ф2-02	Металл, СОЖ
6) Пер: Шлифование резьбы, Оп: Резьбошлифовальная, Рабочий: Шлифовщик	ОШ-633Ф3х01	Металл, СОЖ

4.2 Определение производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Произведем определение основных производственных, технологических, эксплуатационных профессиональных рисков, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74, именуются как опасные и вредные производственные факторы.

Опишем эти факторы для основных технологических операций с наименованием операций и переходов, перечнем произв. факторов и источником этих факторов. Результаты приводим в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Определение профессиональных рисков

Переход техпроцесса, операция, Источник возникновения произв. фактора	Перечень опасных и вредных произв. фактор
Оп: Заготовительная Источник: КГПП	Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов, большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке
Оп: Центровально-подрезная, Источник: 2A911-1	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Токарная Источник: ВСТ-625-21 CNC34	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Фрезерная Источник: 500Н Оп: Резьбофрезерная Источник: 5Б64	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы
Оп: Центрошлифовальная Источник: ZS 2000 Оп: Круглошлифовальная Источник: ОШ-660.1Ф2-02 Оп: Резьбошлифовальная Источник: ОШ-633Ф3х01	Перемещающиеся машины и части механизмов; перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки; воздействие пыли и загазованности приводит к фиброгенному воздействию на организм; большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке; при применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Анализируя действующие опасные и вредные произв. факторы, опишем организационно-технические методы, а также технические средства для защиты от них. Результаты приводим в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Перечень средства и методов устранения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный, вредный произв. фактор	Организационные методы, технические средства, средства индивидуальной защиты (СИЗ) для защиты, снижения и устранения опасного, вредного произв. фактора
1	2
1) Высокая или низкая температура на поверхностях технологического оборудования, применяемых материалов	Орг.методы: Ограждение оборудования СИЗ: Краги для металлурга
2) Перемещающиеся машины и части механизмов	Орг.методы: Необходимо соблюдать правила безопасности выполняемых работ СИЗ: Каска защитная, очки защитные
3) Перемещающиеся узлы технологического оборудования, вращающиеся и передвигающиеся обрабатываемые изделия, заготовки	Орг.методы: Защитное огораживание технологического оборудования СИЗ: Каска защитная, очки защитные
4) Воздействие пыли, загазованности, стружки приводит к фиброгенному воздействию	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной СИЗ: Респиратор
5) При применении СОЖ возникают токсические и раздражающие факторы	Орг.методы: Необходимо применение вентиляции, в частности приточно-вытяжной, огораживать технологическое оборудование, на станках применять защитные экраны СИЗ: Респиратор, перчатки
6) Большой уровень шума на участке, высокая вибрация на технологическом оборудовании и оснастке;	Орг.методы: Подналадка технологического оборудования для исключения его шума, при увеличении жесткости технологических систем уменьшаются резонансные колебания, применение специальных материалов, которые поглощают шум, колебания и вибрации СИЗ: беруши, наушники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

4.4.1 Определение опасных факторов пожара

Произведем выявление возможных опасных факторов, которые могут привести к пожару. Определим класс пожара (А...F) в зависимости от горения различных веществ, материалов и газов.

А также, наряду с опасными факторами пожара, непосредственно воздействующими на людей и материальное имущество опишем также сопутствующие проявления опасных факторов пожара.

Все полученные данные заносим в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Определение классов и опасных факторов пожара

Технологический участок, применяемое оборудование	Наименование класса пожара	Возникающие факторы пожара: опасные и сопутствующие
Участок: Кузнечный. Оборуд: КГШП	Класс D – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно металлов	Опасн: Пламя и искры; тепловой поток Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: Лезвийная обработка Оборуд: 2A911-1, ВСТ-625-21 CNC34, 500Н, 5Б64	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасн: Пламя и искры Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.
Участок: абразивная шлифовальная обработка Оборуд: ZS 2000, ОШ-660.1Ф2-02, ОШ-633Ф3х01	Класс В – это пожары, которые связаны с воспламенением и горением непосредственно различных горючих жидкостей, в также плавящихся твердых веществ и материалов	Опасн: Пламя и искры Сопутств: Возможный вынос или замыкание электрического напряжения, возникающего на токопроводящих частях тех. оборудования, технологической оснастки, электрических шкафов, агрегатов и т.д.

4.4.2 Определение организационных мероприятий и подбор технических средств для обеспечения пожарной безопасности разрабатываемого технического объекта

Подберем организационно-технические методы и технические средства, необходимые для защиты от пожаров.

1) Первичные средства пожаротушения. К ним относятся огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком

2) Мобильные средства пожаротушения. К ним относятся пожарные автомобили, пожарные лестницы.

3) Автоматические пожарные средства. К ним относятся различные приемно-контрольные пожарные приборы, а также технологические средства, применяемые для оповещения и управления эвакуацией.

4) Пожарное оборудование. К нему относятся различные напорные пожарные рукава, а также рукавные разветвления.

5) Средства для индивидуальной защиты, а также спасения людей при пожарах. К ним относятся пожарные веревки, различные карабины, а также респираторы и противогазы.

6) Пожарный инструмент. К нему относится как механизированный, так и немеханизированный инструмент: пожарные багры, ломы, лопаты и т.д.

7) Пожарные сигнализация. К ним относятся автоматизированные извещатели для связи и оповещения.

4.4.3 Определение организационных и организационно-технических мероприятий, направленных на предотвращение пожара

Произведем разработку организационных и организационно-технических мероприятия, необходимых для предотвращения возникновения пожара, а также опасных факторов, которые способствуют возникновению пожара на одну из операций.

Операция: Фрезерная, оборудование: 500Н.

Произведем описание видов реализуемых организационных и организаци-

онно-технических мероприятий:

- необходимо контролировать правильную эксплуатацию производственного оборудования, содержать его в технически исправном состоянии;
- своевременно проводить пожарный инструктаж по пожарной безопасности;
- повсеместно применять различные автоматические устройства, предназначенные для тушения пожаров, устройства обнаружения возгорания и устройства оповещения при пожаре.

Произведем описание требования, которые необходимо предъявить для обеспечения пожарной безопасности:

- своевременно проводить противопожарное инструктирование работников,
- запрещать курение в неотведенных для этого местах, запрещать применение открытых очагов огня вне производственных мест,
- при проведении работ, связанных с возгоранием необходимо строго соблюдать меры пожарной безопасности,
- необходимо применять средства для тушения пожаров,
- необходимо применять средства сигнализации и извещения о возгорании.

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Произведем идентификацию негативных (вредных, опасных) экологических факторов, которые возникают при технологическом процессе.

4.5.1 Идентификация экологических факторов технического объекта

В зависимости от вида предлагаемого технологического процесса проведем идентификацию негативных экологических факторов применимо к одной из операций.

Операция: Фрезерная, оборудование: 500Н.

1) Структурные составляющие рассматриваемого технического объекта или технологического процесса:

- оборудование: 500Н.

2) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на атмосферу:

- пыль стальная.

3) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на гидросферу:

- различные вещества, находящиеся во взвешенном состоянии;

- различные нефтяные продукты;

- применяемая в производстве СОЖ.

4) Фактор негативного воздействия рассматриваемого технического объекта на литосферу:

- получаемые в процессе производства отходы, основная их часть хранится в металлических контейнерах в 1,0 м³.

4.5.2 Определение организационно-технических мероприятий, направленных на снижение негативных антропогенных воздействий разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Произведем описание разработанных организационно-технических мероприятий, которые направлены на уменьшение вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду, применимо к одной из операций.

Результат занесем в таблицу 4.3

Таблица 4.8 - Организационно-технические мероприятия уменьшения вредного антропогенного воздействия разрабатываемого технического объекта на окружающую среду.

Операция, оборудование	Наименование технического объекта. Мероприятия, направленные на снижение вредного антропогенного воздействия на:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Фрезерная, 500Н	Применение «сухих» механических пылеуловителей	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

4.6 Заключение по разделу

В результате выполнения данного раздела были получены следующие результаты:

- произведено описание техпроцесса изготовления детали, выбранного оборудования, должностей работников, применяемых в техпроцессе веществ и материалов;

- определены профессиональные риски по операциям техпроцесса, описаны возникающие опасные и вредные производственные факторы. Для защиты от воздействия этих факторов определены организационные методы, технические средства и средства индивидуальной защиты;

- рассмотрено обеспечение пожарной и техногенной безопасности, разработаны технические средства и организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности;

- рассмотрены экологические факторы с разработкой мероприятий по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>Операция 040 – Токарная тонкая.</p> <p>Получистовая обработка производится тонким точением на токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3. Закрепление обеспечивает поводковый патрон с центром и люнет.</p> <p>В качестве инструмента используется резец-вставка токарный для контурного точения. Пластина 3-хгранная Т30К4.</p> <p>$T_{шт\text{баз}} = 7,768$ мин. 5,986 мин.</p>	<p>Операция 040 – Круглошлифовальная.</p> <p>Получистовая обработка производится черновым шлифованием на круглошлифовальном станке с ЧПУ ОШ-660.1Ф2 ИСП. 02. Закрепление обеспечивает поводковый патрон с центром и люнет.</p> <p>В качестве инструмента применяется шлифовальный круг 1 450x20x203 91AF46P4VA 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007.</p> <p>$T_{шт\text{пр}} = 5,366$ мин. $T_{o\text{пр}} = 3,690$ мин.</p>

Описанные, в таблице 5.1., условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного

выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом ТП не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [10], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 5.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по затратам, входящим в технологическую себестоимость, что дает право сделать предварительное заключение об эффективности предложений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

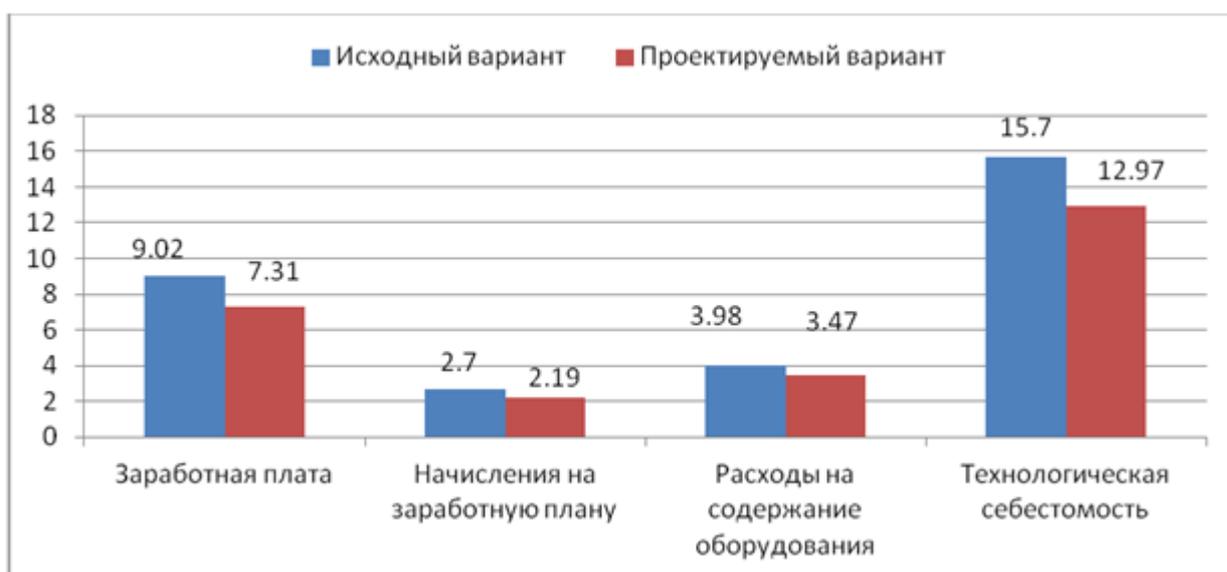


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, рублей.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [10], данная величина составила 108095,12 руб., в состав которой входят затраты на приобретение нового оборудования, инструмента, проектирование технологического процесса и т.д.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [10], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Срок окупаемости инвестиций	T_{OK} , лет	4
2	Общий дисконтированный доход	$D_{OBSLDISK}$, руб.	123105,02
3	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{INT} = ЧДД$, руб.	15009,91
4	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,14

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно:

- получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 15009,91 руб.;

- рассчитано значение срока окупаемости – 4 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия;

- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,14 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значения позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении бакалаврской работы предложено следующее:

- разработка современной технологии изготовления детали, применимо к условиям среднесерийного типа производства;
- более совершенный метод получения заготовки из штамповки с точным расчетом припусков аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования отечественного и импортного производства, например токарного ВСТ-625-21 CNC34, центрошлифовального ZS 2000 ф. HENNINGER, круглошлифовального ОШ-660.1Ф2-02;
- применение современной технологической оснастки;
- применение современного режущего инструмента;
- спроектирован патрон поводковый с центром с механизированным приводом для токарной операции;
- спроектировано приспособление для контроля радиального биения с электронными индикаторами фирмы Mitutoyo.
- высокоточным электронным индикатором Mitutoyo.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей работы, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 15009,91 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Андрианов, А.Н. Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства. Часть 8. Система проектирования технологической оснастки.— СПб. : НИУ ИТМО, 2011. — 84 с.
2. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с
- 3 Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.
- 4 Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с.
- 5 Блюменштейн, В.Ю. Технология машиностроения: лабораторный практикум. / В.Ю. Блюменштейн, И.Н. Гергал, А.А. Клепцов, С.А. Кузнецов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2009. — 122 с.
- 6 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; пятое издание, стереотипное. Перепечатка с четверного издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 7 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Методические указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 8 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учебное пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 9 ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введение 1990-01-07. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 83 с.
- 10 Деев, О.М. Курсовое проектирование для студентов специальности «Технология машиностроения». / О.М. Деев, Р.З. Диланян, В.Л. Киселев, Е.Ф. Никадимов. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 28 с.
- 11 Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономи-

ческого раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.

12 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

13 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 1/ А.Г. Косилова [и другие]; под редакцией А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В двух книгах. Книга 2/ А.Г. Косилова [и другие]; под ред. А.М. Дальского [и другие]; - пятое издание, переработанное и дополненное - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

15 Станочные приспособления: Справочник. В двух книгах. Книга 1./ Б.Н. Вардашкин; под редакцией Б.Н. Вардашкина [и других]; - М.: Машиностроение, 1984.

16 Топоров Ю.А. припуски, допуски и посадки гладких цилиндрических соединений. Припуски и допуски отливок и поковок: справочник – СПб: Издательство «Профессия», 2004 – 598 с.

17 Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения. И.П. Филонов, И.Л. Баршай. — Минск : "Высшая школа", 2009.

18 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник. Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 м., ил.

19 Шишков, М.М. Марочник сталей и сплавов [Текст]: Справочник. Изд. 3-е дополненное./ М.М. Шишков – Донецк: Юго-Восток, 2002. – 456 с.

20 Шишмарев, В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. – М. – Издательский центр «Академия», 2004 – 352 с.

21 Шубин, И.Н. Типовые процессы в машиностроении: лабораторный практикум. И.Н. Шубин, А.Г. Ткачев. – Тамбов: Издательство тамбовского государственного университета, 2007 – 84 с, ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А - Маршрутная карта представленного технологического процесса.

Приложение Б - Операционные карты технологических эскизов.

Приложение В – Спецификация, применительно к чертежу станочного приспособления.

Приложение Г – Спецификация, применительно к чертежу мерительного приспособления.

ГОСТ 37118-82 Формат 1														
Дирл.														
Взам.														
Глоп.														
													01101.25225	1 4
РВМ.ВФ.	Аверкие												XXXX	XXXX
СР.ВФ.	Боронов												10141	00001
Н. Лопт.р.	ВМТ.ВФ.ВФ.													
Червяк														
M01 Сталь 40X ГОСТ 4543-71														
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.васх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
	-	166	6,4		0,79	41211XXX		Ø64x746	1	8,18				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Обозначение документа									
Б	Код, наименование операции				СМ	Проф.	Р.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Лит.
01A	XXXXXX	005	4269	Центровально-подрезная	ИОТИ 37.101.7013-2003									
02Б	391148XXX		2A911-1		2	18632	411	1P	1	1	1	236	1	26
03														
04A	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-2003									
05Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС-34	2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	19
06														
07A	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТИ 37.101.7034-2003									
08Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС-34	2	15929	411	1P	1	1	1	236	1	19
09														
10A	XXXXXX	020	0511	Термическая										
11														
12A	XXXXXX	025	0180	Правильная										
13Б	375686XXX			Пресс ПГ-1000										
14														
МК														

ГОСТ 31118-82 Формат 1																
Дого.																
Взам.																
Лист.										01101.25225	2					
											4					
Обозначение документа																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р.	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Конт.	Гла.	Лист.
Б																
01А	XXXXXX	095	0130	Моечная												
02Б	375698XXX			КММ												
03																
04А	XXXXXX	100	0200	Контрольная												
05																
06																
07																
08																
09																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18А																
МК																

Д.У.С.П.		В.З.М.		Л.С.П.		01101.25225		1		1	
Разм. 60		Аверкие		ПУ		XXXX		XXXX		XXXX	
В.З.М.		Воронов				10141		00001			
Л.С.П.		В.И.П. 05008		Червяк		Цех		№		РМ	
Н. Кодр.		Наименование операции		Материал		твёрдость		ЕВ		МД	
4131 Шлифовальная		Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		190 НВ		166		6,4		Профиль и размеры	
Оборудование, уст. работ во ЧПУ		Обозначение прообразы		То		За.		Дил.		МЗ	
ОШ-660.1Ф2 ИСП. 02		XXXXXX		3,690		1,125		21		8,18	
Р		ПИ		L		l		s		n	
01		мм		мм		мм		мм		мм/ход об/мин	
020		Установить и снять заготовку									
03Т		396111XXX- патрон по дюймов с центром ГОСТ 2571-71; 396265XXX- центр упорный ГОСТ 18259-72;									
04Т		396125XXX- люнет самоцентрирующий ОСТ 3-2845-81									
05Р		2. Шлифовать по в. выдерж. разм. 1-9									
060		391810XXX- шлифовальный круг 1 450x20x203 91А F46 Р4 VА 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007									
07Т		393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84									
08Т		393125XXX- приспособление мерительное синдикатором									
09Р		XX		28,12		24+20		0,14		1 0,010 283 25	
10Р		XX		35,12		71+90		0,14		1 0,010 227 25	
11Р		XX		35,0		15+12		0,15		1 0,010 227 25	
12Р		XX		60,0		110		0,14		1 0,010 132 25	
ОКП											

