

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

Направление 15.03.01 «Машиностроение»

Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему: Усовершенствование технологического процесса изготовления первичного вала коробки переключения передач для автомобиля Lada Priora

Студент(ка)

Ю.Ю Лысенко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.Г. Левашкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

Н.В. Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н, доцент

А.В. Бобровский

(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

профиль «Технология машиностроения»

Студент: _____ Лысенко Юрий Юрьевич _____ гр. МСб-1231 _____

1. Тема Усовершенствование технологического процесса изготовления первичного вала коробки переключения передач для автомобиля Lada Priora

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе:

1. Чертеж детали;

2. Годовая программа выпуска 10000 дет./год;

3. Режим работы - двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Безопасность и экологичность работы

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация; спецификация

5. Ориентировочный перечень графического материала (6-7 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями) 0,5 – 1

2) Заготовка 0,25 – 0,5

3) План обработки 1,5 – 2

4) Технологические наладки 1 – 2

5) Приспособление 1 – 1,5

6) Презентация 0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

Н.В. Зубкова _____

К.Ш. Нуров _____

В.Г. Виткалов _____

7. Дата выдачи задания «___» марта 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобровский
(подпись)

« ____ » _____ 2016 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы¹

Студента Лысенко Юрия Юрьевича

По теме Усовершенствование технологического процесса изготовления первичного вала коробки переключения передач для автомобиля Lada Priora

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Задание. Аннотация. Содержание.	04.04.2016			
Введение	05.04.2016			
Описание исходных данных	21.04.2016			
Технологическая часть работы	27.04.2016			
Проектирование приспособления	07.05.2016			
Безопасность и экологичность технического объекта	15.05.2016			
Экономическая эффективность работы	23.05.2016			
Заключение. Список используемой литературы.	28.05.2016			
Предварительная защита	16.06.2016		пройдено	

Руководитель выпускной квалификационной работы

(подпись)

Д.Г. Левашкин

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Ю.Ю Лысенко

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.9

В данной работе усовершенствуется технологический процесс на механическую обработку детали «Первичный вал коробки переключения передач для Lada Priora» с годовой программой 10000 штук в год. Дипломная работа Лысенко Ю.Ю. - Тольятти, ТГУ, 2016.

В работе был выбран материал детали, определен тип производства, методом расчетов, определен оптимальный вариант заготовки, спроектирован технологический процесс вала. Выполнен расчет припусков и режимов резания, усовершенствован тех. процесс, сделан расчет приспособления и его конструкции, указаны критерии по охране труда и рассчитана экономическая эффективность работы.

Работа состоит из пояснительной записки, в которую входит 8 рис., 20 табл., 23 источников литературы. Объем дипломной работы составляет 95 страниц, включая приложения.

Графическая часть:

1. Чертеж детали А3;
2. Чертеж заготовки А3;
3. План изготовления детали формата А1;
4. Наладка на две операции формата А1;
5. Чертеж приспособления А1.

ВВЕДЕНИЕ

Задача выпускной квалификационной работы – это применить свои знания и умения на практике.

Машиностроение - важнейшая отрасль промышленности. Технический прогресс в машиностроении характеризуется непрерывным совершенствованием технологии производства машин. Очень важно изготовить машину качественно, чтоб был не дорогим процесс ее изготовления, и уложиться при этом в заданный срок. При изготовлении используя высококачественное оборудование, инструмент и приспособление, благодаря которым сокращается технологический план вала и время изготовления.

Вал является важной и ответственной деталью в коробке переключения передач, который получает вращение от сцепления и передает его на промежуточный вал.

Данная выпускная квалификационная работа посвящается усовершенствованию технологического процесса изготовления первичного вала коробки переключения передач для условий среднесерийного типа машиностроительного производства.

Основные задачи, которые нужно выполнить при проектировании технологических процессов - это повысить точность и качество обработки, долговечность и стабильность детали, и максимальное снижение себестоимости обработки путем усовершенствования технологических процессов. В данной работе задачи будут выполняться методом всестороннего анализа проектного технологического процесса, выявления конкретных недостатков и путей их решения.

Целью выпускной квалификационной работы является усовершенствование технологического процесса изготовления детали, повысить качество обработки, снизить себестоимость и время изготовления. Применятся будут самые новейшие технологии разработок в области машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
СОДЕРЖАНИЕ.....	5
1. Описание исходных данных.....	8
1.1 Служебное назначение детали.....	8
1.2. Классификация поверхностей по служебному назначению.....	9
1.3. Анализ материала детали.....	9
1.4. Анализ технологичности конструкции детали.....	11
1.4.1. Технологичность заготовки.....	11
1.4.2. Технологичность конструкции детали в целом.....	11
1.4.3. Технологичность базирования и закрепления.....	12
1.4.4. Технологичность обрабатываемых поверхностей.....	12
2. Технологическая часть работы.....	13
2.1 Выбор производства.....	13
2.2. Выбор и проектирование заготовки.....	14
2.2.1. Выбор метода получения.....	14
2.2.2. Техничко-экономическое обоснование оптимального варианта заготовки.....	17
2.2.3. Разработка технологического маршрута и плана изготовления детали.....	21
2.2.4. Разработка технологического маршрута изготовления детали.....	22
2.2.5. Выбор технологических баз.....	23
2.2.6. Выбор средств технологического оснащения.....	24
2.2.7. Расчет припусков на механическую обработку.....	28

2.2.8. Разработка технологических операций.....	31
2.2.9. Усовершенствование технологического процесса.....	56
3. Проектирование приспособления.....	60
3.1 Исходных данных.....	60
3.1.2 Выбор металлорежущего станка.....	60
3.1.3. Выбор приспособления.....	60
3.1.4. Расчет сил резания.....	60
3.1.5. Расчет усилия зажима.....	60
3.1.6. Расчет зажимного механизма.....	63
3.1.7. Расчет силового привода.....	64
3.1.8. Расчет погрешности установки заготовки в приспособление.....	65
3.1.9. Устройство и принцип действия трехкулачкового патрона с торцеприводом на пневмоприводе.....	66
4. Безопасность и экологичность технического объекта.....	68
5. Экономическая эффективность работы.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	80
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Технологическая документация).....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Спецификация).....	92

1. Описание исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей. Данная деталь является первичным валом, устанавливается в коробке переключения передач автомобиля Lada Priora и предназначена для ступенчатого изменения передаточного отношения, в которой выбор передачи осуществляется водителем (оператором) вручную.

На рисунке 1, приведен фрагмент узла первичного вала в коробке переключения передач для Lada Priora, в который входит данная деталь.

Вал 1 (рисунок 1) устанавливается в корпусе 2 на подшипниках 3 и 4.

Подшипник 3 упирается в бурт 4-й передачи 9 и крепится распорное кольцо 12. Между подшипниками 3 и 4 находятся зубчатые венцы 5, 6, 7, 8, 9.

На шлицы 13 устанавливается шестерня 5-й передачи 10, которая фиксируется гайкой 11. Перед подшипником 4 устанавливается сальник 14.

Также первичный вал можно изготовить с различными передаточными числами для того, чтобы изменять скорость выходного вала.

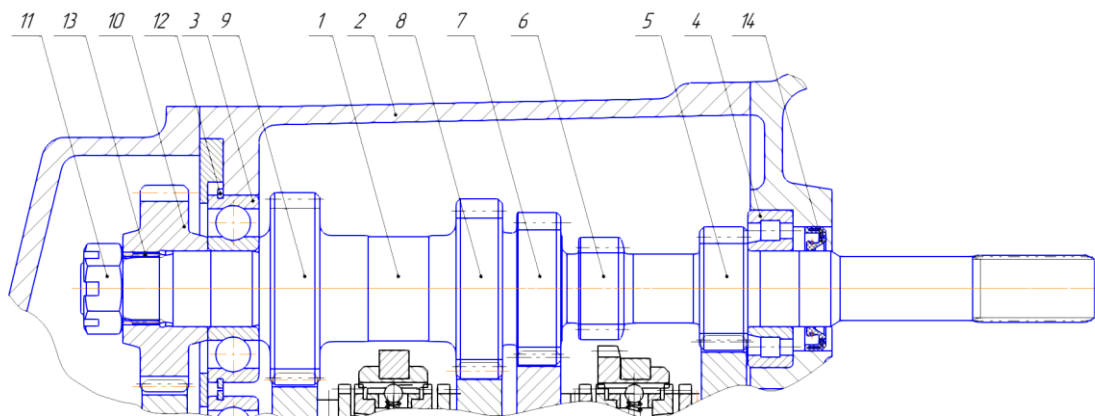


Рисунок 1 - Фрагмент узла первичного вала коробки переключения передач для Lada Priora

1.2. Классификация поверхностей по служебному назначению

Для нахождения поверхностей, влияющих на выполнение деталью своего служебного назначения, проведем расположение поверхностей детали, которые представлены на рисунке 2, результаты занесем в таблицу 1.

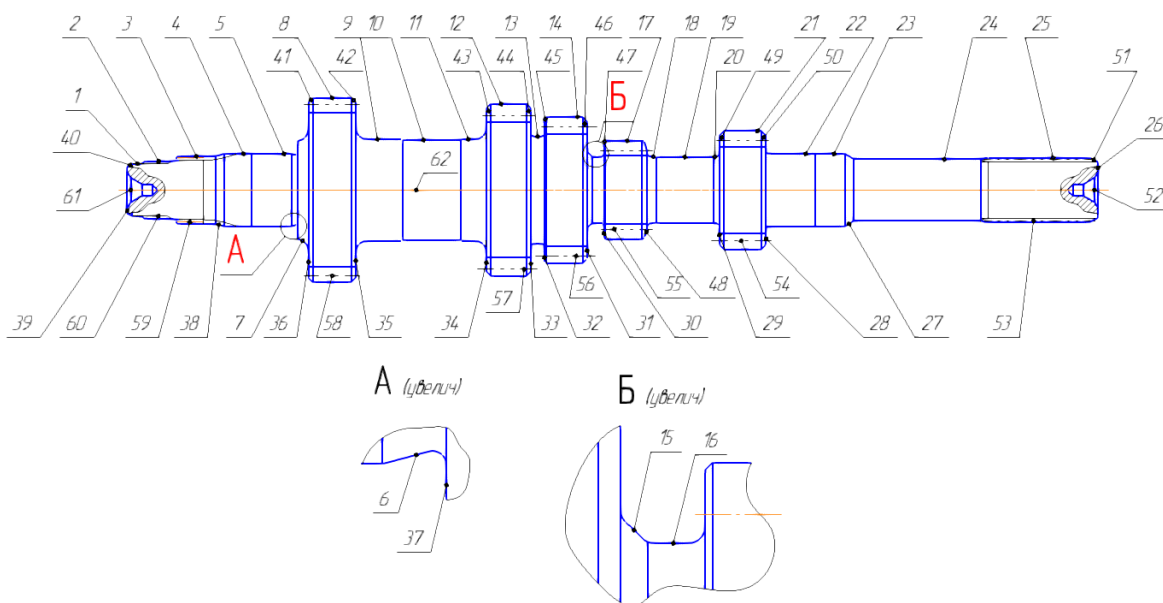


Рисунок 2 - Систематизация поверхностей детали "Первичный вал".

В таблице 1 указан анализ баз детали, в которой указываются виды поверхностей, такие как свободные, вспомогательные конструкторские базы, основные конструкторские базы.

Таблица 1- Классификация поверхностей детали по основному назначению

Виды поверхностей	№ поверхностей
Исполнительные	3; 58; 57; 56; 55; 54; 53; 52
Вспомогательные конструкторские базы (ОКБ)	3; 38;
Основные конструкторские базы (ВКБ)	5; 37; 22, 28
Свободные	Оставшиеся

1.3. Анализ материала детали

Первичный вал имеет достаточно высокие требования к материалу и точности изготовления. Материал вала - Сталь 20ХН3А имеет ГОСТ 4543-71.

Указаны:

- 1) Химический состав данной стали 20ХН3А в таблице 2.

2) Физико-механические свойства стали 20ХН3А в таблице 3.

Таблица 2 - Химический состав стали 20ХН3А

В процентах

Марка стали	С	S	P	Si	Mn	Ni	Cr	Cu
		Не больше						
20ХН3А	0,17-0,24	0,025	0,025	0,17-0,37	0,3-0,6	2,75-3,15	0,6-0,9	До 0,3

Таблица 3 - Физико-механические свойства стали 20ХН3А

В процентах

Сортамент	Сечение	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	KCU, Дж/см ²	НВ
Закалка и отпуск	-	735	930	12	55	1080	255

Обозначения в таблице 3:

σ_T - предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа];

σ_B - предел кратковременной прочности, МПа;

δ_5 - относительное удлинение при разрыве, %

Ψ - относительное сужение, %

KCU - ударная вязкость, Дж/см²;

НВ - твердость по Бринеллю.

Исходя из таблиц 2 и 3 химический состав и механические свойства стали 20ХН3А имеет отменную пластичность и прочность позволяют производить из нее не только первичный вал, но и втулки и муфты, шестерни и болты, прочие детали, от которых требуется поверхностная твердость с одновременной вязкостью сердцевины. Глубина ее прокаливаемости выше, чем у стали углеродистой стали.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

1.4.1. Технологичность заготовки.

Деталь - первичный вал изготавливается из стали 20ХНЗА ГОСТ 4543-71 методом штамповки или из проката. Форма детали не вызывает больших трудностей при получении заготовки. Следовательно, заготовка является технологичной.

1.4.2. Технологичность конструкции детали в целом.

Спроектированный чертеж вала содержит нужную информацию для получения представления о его конструкции. Указаны отклонения от геометрических форм, размеры, проставлены шероховатости поверхностей.

Заданный "Первичный вал" можно отнести к типу деталей "Валы" для которого разработан типовой процесс.

Форма детали представляет собой цилиндрические и торцовые поверхности, которые не требуют сложной формы заготовки и инструмента.

Вал достаточно жесткий и удобен для установки и закрепления при обработке. Так же можно обрабатывать несколько поверхностей за один установ.

Конструкция детали позволяет обеспечить спокойный отвод и подвод инструмента, и отведение стружки.

На детали имеются надежные установочные базы, поэтому соблюдается принцип постоянства и совмещения баз.

Наибольшие и наименьшие предельные отклонения на размеры самых точных поверхностей не затрудняют технологию производства.

Оборудование может быть обычным и широкоуниверсальным. Оснастку можно применить так же широкоуниверсальную. Все поверхности вала несложные для контроля. Поэтому, с точки зрения общей конструкции детали, ее спокойно можно считать технологичной.

1.4.3. Технологичность базирования и закрепления.

Технологичность установки и закрепления детали имеет наличие опорных баз. В качестве черновых баз для закрепления заготовки на первой черновой операции могут быть цилиндрические поверхности 5, 22 и торцевая поверхность заготовки 37. При этом соблюдается необходимая точность изготовления и правило единства баз.

В качестве баз при токарной, и шлифовальной обработке нужно использовать центровые отверстия 52, 61 и торцы 26, 39.

В качестве баз на фрезерной обработке возможно использование центрального отверстия 52, 61, и торец 39. При установке и закреплении детали важно надежно обеспечить ее установку.

На базовых поверхностях имеется достаточно высокая точность и малая шероховатость, что дает точность и шероховатость обработанных поверхностей.

Поэтому, смотря на базирование и закрепление, деталь можно принимать технологичной.

1.4.4. Технологичность обрабатываемых поверхностей.

Поверхности детали имеют степени точности, качества и шероховатости, подходящие к их основному назначению. Точность поверхностей определяется требованиями работоспособности всего узла. Для спокойной работы вала, указанная точность является идеальной, ее снижение приведет к снижению точности установленного вала в коробке переключения передач и надежности вала. Повышение приведет к удорожанию обработки. Так же можно и сказать о требованиях к шероховатости остальных рабочих поверхностей.

Вывод: Поскольку деталь "Первичный вал" подходит по требованиям технологичности всех групп, можно сделать заключение о ее технологичности.

2. Технологическая часть работы

2.1 Выбор производства.

Тип производства можно определить от массы детали и ее программы выпуска.

По справочным данным [3, с. 21] исходя из массы детали 2,6 кг и годовой программе выпуска $N_{\Gamma} = 10000$ шт., то принимаем среднесерийное производство.

Определим размер партии выпуска детали. Расчетное число смен на обработку всей партии детали находится по формуле (1) [1, с. 23]:

$$C = \frac{T_{\text{шт-к}} * n}{476 * 0.8} = \frac{1.05 * 236.2}{476 * 0.8} = 0,65 \quad (1)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ - среднее калькуляционное время по основным операциям [1, с. 23]

n - количество деталей партии [1, с. 23]

$$n = \frac{N_{\Gamma} * a}{254} = \frac{10000 * 6}{254} = 236,2 \quad (2)$$

a - периодичность запуска 6 дней

$$n_{\Phi} = \frac{476 * 0,8 * C}{T_{\text{шт-к}}} = 236 \text{ шт} \quad (3)$$

Таблица 4 - Выбор стратегии и разработки технологического процесса

Критерии выбора техпроцесса	Характеристика
1	2
Вид стратегий	Все виды
Повторяемость изделий	Периодическая

Продолжение таблицы 4

1	2
Форма организаций тех. проц.	Переменно-поточная
Метод получения заготовки	Прокат или штамповка
Степень унификации тех. проц.	Индивидуальный тех. проц. на базе типового тех. проц.
Припуск на обработку	Незначительный
Расчет припусков	По таблицам и эмпирическим формулам
Расчет режимов резания	По нормативам и эмпирическим зависимостям
Базирование заготовки	Совмещение измерительной и технологической баз, постоянство баз
Оборудование	Универсальное, в том числе и ЧПУ
Приспособления	Специальные и универсальные
Режущие инструменты	Специальные и стандартные
Средства контроля	Универсальные
Содержание операции	Одновременная обработка нескольких поверхностей
Расстановка оборудования	По групповому признаку
Настройка оборудования	По измерительным приборам
Загрузка оборудования	Повторяется смена детали на станках

2.2. Выбор и проектирование заготовки.

2.2.1. Выбор метода получения.

Задача раздела - из основного назначения детали и годовой программы выпуска, нужно выбрать метод получения заготовки на данную деталь с учетом экономического доказательства выбранного метода изготовления. При определении метода получения заготовки, важно получить минимальные общие затраты при ее изготовлении и последующей обработки.

Рассчитаем два метода получения заготовки для данной детали: прокат и штамповка, по формуле (4) [7, с.26]

$$N_0 = N_m^{0.7} * K_T \quad (4)$$

N_0 и N - расчетный и фактический объем выпуска деталей в год [7, с.26]

K_T - коэффициент трудоемкости. Для детали средней сложности $K_T = 1$.

$$N_0 = 10000 * 2,6^{0.7} * 1 = 19520 \text{ д/год,}$$

Исходя из расчетов видно, что расчетный объем выпуска деталей в год составляет 19520 шт., поэтому определяем тип производства как среднесерийный.

По справочным данным определяем, что для детали типа "Вал" средней сложности, для среднесерийного производства, лучше применить в качестве заготовки штамповку или прокат. Для финального выбора метода получения заготовки выполним сравнительный технико - экономический анализ.

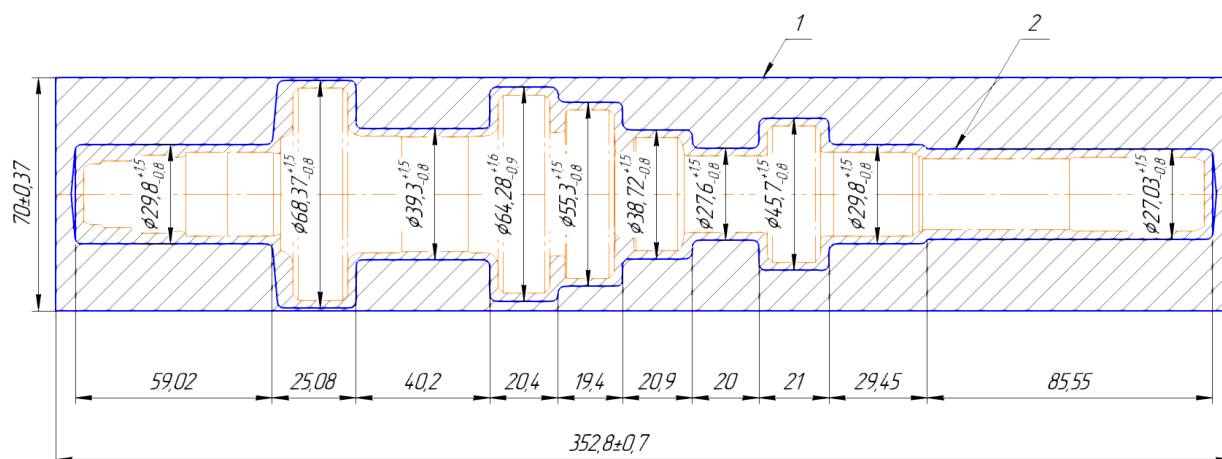


Рисунок 3 - Контуры заготовок (1-прокат, 2- штамповка)

Определим параметры заготовок.

Масса штамповки $M_{шт}$, кг, определяется по формуле (5) [8, с. 23]

$$M_{шт} = V * \gamma, \quad (5)$$

где V - объем проката, $мм^3$

γ - плотность стали, $кг/мм^3$.

Объем штамповки определяется по формуле (6) [8, с.23]

$$V = 0,785 * (2,9^2 * 5,9 + 6,8^2 * 2,5 + 4^2 * 3,9 + 6,4^2 * 2 + 5,5^2 * 1,9 + 3,8^2 * 2 + 2,7^2 * 2 + 4,5^2 * 2,1 + 2,9^2 * 2,9 + 2,7^2 * 8,5) * 0,0079 = 423392 \text{ мм}^3 \quad (6)$$

Тогда,

$$M_{\text{шт}} = 423392 * 7,9 * 10^{-6} = 3,3 \text{ кг}$$

Основные параметры заготовки:

- штамповочное оборудование: КГШП
- класс точности - Т3
- группа стали - М2
- степень сложности - С3
- нагрев заготовки: индукционный

Масса проката $M_{\text{пр}}$, кг, определяется по формуле (7) [8, с. 23]

$$M_{\text{пр}} = V * \gamma, \quad (7)$$

где V – объем проката, мм^3

γ – плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$

Форма заготовки из проката для детали - представляет собой тело вращения, с диаметром $d_{\text{пр}}$, мм и длиной $l_{\text{пр}}$, мм, которые находятся по формулам (8) и (9) [8, с. 23]

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} * 1,05 = 63 * 1,05 = 66,1 \text{ мм} \quad (8)$$

где $d_{\text{д}}^{\text{max}}$ - наибольший диаметр детали, мм

Принимаем $d_{\text{пр}} = 70 \text{ мм}$

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} * 1,05 = 336 * 1,05 = 352,8 \text{ мм} \quad (9)$$

где $l_{\text{д}}^{\text{max}}$ - наибольшая длина детали, мм

Принимаем $l_{\text{пр}} = 352,8$ мм

Объем цилиндрических элементов заготовок определяется по формуле (10) [8, с. 23]

$$V = \pi * d_{\text{пр}}^2 * \frac{l_{\text{пр}}}{4} = 3,14 * 70^2 * \frac{352,8}{4} = 1357045 \text{ мм}^3 \quad (10)$$

Находим массу заготовки из проката:

$$M_{\text{пр}} = 1357045 * 7,9 * 10^{-6} = 10,72 \text{ кг}$$

По рассчитанным данным заготовки, выберем подходящий размер горячекатаного проката по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{70 \text{ В1 ГОСТ 2590} - 2006}{20\text{ХН3А}}$$

2.2.2. Техничко-экономическое доказательство лучшего варианта заготовки.

На основании экономического расчета примем способ получения заготовки.

Минимальным должна быть оптимальная величина стоимости изделия детали $C_{\text{д}}$ руб, которая находится по формуле (11) [8, с. 24]

$$C_{\text{д}} = C_{\text{з}} + C_{\text{мо}} - C_{\text{отх}} \quad (11)$$

где C_3 - стоимость исходной заготовки, руб;

C_{MO} - стоимость последующей механической обработки, руб;

C_{OTX} - стоимость отходов при механической обработке, руб.

1) Вариант горячей штамповки.

Стоимость заготовки определяется по формуле (12) [8, с. 24]

$$C_3 = C_6 * M_{шт} * K_T * K_{сл} * K_B * K_M * K_{п} \quad (12)$$

где C_6 - базовая стоимость 1 кг заготовки, руб/кг;

$M_{шт}$ - ориентировочная масса заготовки, кг;

K_T - коэффициент, зависящий от типа точности штамповки;

$K_{сл}$ - коэффициент, зависящий от степени сложности штамповки;

K_B - коэффициент, учитывает массу заготовки;

K_M - коэффициент, зависящий от материала;

$K_{п}$ - коэффициент, учитывает серийность производства;

$C_6 = 75,5$ руб/кг [8, с. 24];

Класс точности Т3, $K_T = 1,0$ [8, с. 24];

Группа сложности 3, степень сложности С3, $K_{сл} = 1,0$ [8, с. 24];

$K_B = 0,8$ [8, с. 24];

Принимаю $K_M = 1,28$ [8, с. 24];

Для среднесерийного производства $K_{п} = 1,0$ [8, с. 24].

$C_3 = 75,5 * 3,30 * 1,0 * 1,0 * 0,8 * 1,28 * 1,0 = 255,12$ руб

Стоимость механической обработки штамповки C_{MO} , руб, определяется по формуле (13) [8, с. 24]

$$C_{MO} = (M_{шт} - M_D) * C_{уд} \quad (13)$$

где $C_{уд}$ - удельные затраты на удаления 1кг материала, руб/кг

Принимаем $C_{уд} = 26$

$$C_{MO} = (3,30 - 2,6) * 26 = 18,20 \text{ руб}$$

Стоимость отходов $C_{отх}$, руб, является возвратной величиной и определяется (14) [8, с. 24]

$$C_{отх} = (M_{шт} - M_{д}) * C_{отх} \quad (14)$$

Принимаем $C_{отх} = 0,35$ руб/кг [8, с. 25]

$$C_{отх} = (4,86 - 3,6) * 0,35 = 0,24 \text{ руб}$$

$$C_{д} = 255,12 + 18,20 - 0,24 = 273,08 \text{ руб}$$

2) Вариант из проката.

Стоимость заготовки из проката определяется (15) [8, с. 26]

$$C_{пр} = C_{м.пр} * M_{пр} + C_{оз} \quad (15)$$

где $C_{м.пр}$ - стоимость материала 1 кг проката в руб/кг; $C_{м.пр} = 40$ руб/кг

$C_{оз}$ - стоимость отрезки заготовки из проката, руб (16) [8, с. 26]

$$C_{оз} = \frac{C_{пз} * T_{шт}}{60} \quad (16)$$

где $C_{пз}$ - приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч; $C_{пз} = 70,5$ руб/ч [8, с. 24]

$C_{оз}$ - стоимость отрезки заготовки из проката, руб

Штучное время $T_{шт}$, мин, определяется по формуле (17) [8, с. 26]

$$T_{шт} = T_0 * \varphi_k \quad (17)$$

где T_0 - основное технологическое время, мин;

φ_k - коэффициент, учитывает тип производства и вид оборудования.

Для расчетов на этапе выбора заготовки можно принять $\varphi_k = 1,5$, а основное время для отрезных станков T_0 , мин, определяется по формуле (18) [8, с. 27]

$$T_0 = 0,19 * d_{\text{пр}}^2 * 10^{-3} \quad (18)$$

где $d_{\text{пр}}$ - диаметр проката, мм

$$T_0 = 0,19 * 70^2 * 10^{-3} = 0,93 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,93 * 1,5 = 1,39 \text{ мин}$$

$$C_{\text{оз}} = 70,5 * \frac{1,39}{60} = 1,63 \text{ руб}$$

Далее, $C_{\text{пр}} = C_{\text{мпр}} * M_{\text{пр}} + C_{\text{оз}} = 40 * 10,72 + 1,63 = 430,43 \text{ руб}$

Стоимость механической обработки составит

$$C_{\text{мо}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) * C_{\text{уд}} = (10,72 - 2,6) * 26 = 211,12 \text{ руб}$$

Стоимость отходов

$$C_{\text{отх}} = (M_{\text{пр}} - M_{\text{д}}) * C_{\text{отх}} = (10,72 - 2,6) * 0,35 = 2,84 \text{ руб}$$

Тогда, $C_{\text{д}} = 430,43 + 211,12 - 2,84 = 638,71 \text{ руб}$.

Коэффициент использования материала определяется по формуле (19) [8, с. 28]

$$K_{\text{им1}} = M_{\text{д}}/M_{\text{шт}} \quad (19)$$

Подставляем полученные значения

$$K_{\text{им1}} = M_{\text{д}}/M_{\text{шт}} = 2,6/3,3 = 0,78$$

$$K_{\text{им1}} = M_{\text{д}}/M_{\text{шт}} = 2,6/10,72 = 0,24$$

Годовой экономический эффект, \mathcal{E}_{Γ} , руб, определяется по формуле (20) [8, с. 28]

$$\mathcal{E}_{\Gamma} = (C_{\text{д,пр}} - C_{\text{д,шт}}) * N_{\Gamma} \quad (20)$$

где $N_r = 10000$ шт/год

$$\mathcal{E}_r = (638,71 - 273,08) * 10000 = 3656300 \text{ руб}$$

Вывод: На основании технологической себестоимости, по расчетным вариантам, подведем итог, что лучшим вариантом получения заготовки будет штамповка, с годовой экономией 3656300 рублей.

2.2.3. Разработка технологического маршрута и плана изготовления детали.

Теоретическая схема базирования детали выбирается в зависимости от типа производства. Исходный тип детали - "Первичный вал".

Выбор методов обработки поверхностей вала записал в таблицу 5, где обозначено:

- | | |
|---|---|
| $T_{\text{черн}}$ - точение черновое; | Π - полирование; |
| $T_{\text{чист}}$ - точение чистовое; | Ц - центрирование; |
| РЗ - резъбонарезание; | Ш - шевингование; |
| ТО - термообработка; | ШН - шлиценарезание; |
| ЗФ - зубофрезерование; | $\text{Ш}_{\text{чист}}$ - шлифование черновое; |
| $\text{Ш}_{\text{черн}}$ - шлифование черновое; | ФЦ - фрезерование торцов. |
| О - охлаждение; | |

Таблица 5 - Методы обработки поверхностей детали.

№ Поверхности	Маршрут	Шероховатость Ra	Квалитет JT
1	2	3	4
1; 6; 7	$T_{\text{черн}} - \text{ТО} - \text{О}$	12,5	14
2	$T_{\text{черн}} - \text{РЗ} - \text{ТО} - \text{О}$	2,5	8
3; 25	$T_{\text{черн}} - \text{ШН} - \text{ТО} - \text{О}$	2,5	8
4	$T_{\text{черн}} - T_{\text{чист}} - \text{ТО} - \text{О} - \text{Ш}_{\text{черн}}$	0,8	7
5	$T_{\text{черн}} - T_{\text{чист}} - \text{ТО} - \text{О} - \text{Ш}_{\text{черн}} - \text{Ш}_{\text{чист}}$	0,63	6

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
8- 21,24,27,29- 36,38,40-51	T _{черн} - ТО - О	12,5	14
52,61	Ц - ТО - О - Ш _{черн}	1,25	8
53,59	ШН - ТО - О	1,25	14
54-58	3Ф - Ш - ТО - О	1,25	8
60	РЗ - ТО - О	1,25	14

2.2.4. Разработка технологического маршрута изготовления детали.

Таблица 6 - Технологический маршрут обработки первичного вала

№ опера- ции	Наименование опе- рации	Оборудование	Содержание операции
1	2	3	4
000	Заготовительная	КГШП	Штапуется заготовка
005	Фрезерно- центровальная	Фрезерно-центровальный станок MP-71M	Позиция 1: фрезеровать торцы 26,39 Позиция 2: Сверлить центровые от- верстия 52,61
010	Токарная (переход 1)	Токарно-фрезерный ста- нок NTX 1000	Точить поверхности: 1- 10,11-25,28-38,40-51
	Токарная (переход 2)		Точить поверхности: 4,5,22,23 Подрезать торцы: 28,37
	Зубофрезерная (пе- реход 3)		Нарезание резьбы: 58 Шлицы: 57,51 Нарезание зубь- ев:56,55,54,53,52
015	Шевинговальная	Шевинговальный станок 5702	Шевингование зубьев: 56,55,54,53,52
020	Химико- термическая	Печь GV4854	Насыщение поверхно- стей углеродом и азотом
025	Закалка	Закалочный бак с маслом	Снижение температуры стали
030	Охлаждение	Морозильная камера ХКМ-2	Охлаждение всех по- верхностей
035	Термическая	Печь шахтная	Снятие напряжений у стали
040	Центро- шлифовальная	Центро-шлифовальный станок MB119	Шлифовать центро- вые отверстия поочередно: 50,60

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
045	Торце-шлифовальная (черновая)	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Шлифование цилиндрических поверхностей: 22 Шлифование торцов: 28
050	Торце-шлифовальная (черновая)	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Шлифование цилиндрических поверхностей: 5 Шлифование торцов: 37
055	Шлифовальная (чистовая)	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Шлифование цилиндрических поверхностей: 22
060	Шлифовальная (чистовая)	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Шлифование цилиндрических поверхностей: 5
065	Полирование	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Полирование цилиндрической поверхности: 23
070	Моечная	Моечная машина UNIX 60	Промывка детали от частиц абразива и стружки
075	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль согласно рабочим чертежам

2.2.5. Выбор технологических баз

Теоретическая схема базирования определяется от формы детали. Для моего случая тип детали - "Первичный вал". Выбираем двойную опорную базу, которая лишает заготовку четырех степеней свободы и опорную базу - это упор, который лишает заготовку одной степени свободы. Для объяснения выбранных баз составляем таблицу 7, в которой показываю какие базы, используются на операциях.

Таблица 7 - Технологические базы

№ операции	№ опорных точек	Наименование базы	Явная	Скрытая	Естественная	Искусственная	№ обработ.поверх.	Операц. размеры
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ +	+	38,60, 50,26	Ч, АД, D ₁ , D ₂ ,

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	1-10, 11-25, 28-39, 40-49	2А-2Ц, Ч-Я, АА,АБ, АВ,АЕ, АЖ,АИ
	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	4,5,22, 23	2Г ₁ ,2Г, 2Ф ₁ ,2Ф
	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	58,57, 56,55, 54-51	2АЛ,2АМ, 2АН,2АП, 2АР,2АС, 2АТ,2АУ
015	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	56,55, 54,53, 52,51	2АН,2АП, 2АР,2АС, 2АТ
040	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	60,50	АФ, АХ
045	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	28,22	АБ, 2Ф ₁
050	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	37,5	АГ, 2Г
055	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	22	2Ф
060	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	5	Т2Г
065	1,3,2,4 5 6	Д.Н О О	+ +	+	+ + +	+	23	2Ф

2.2.6. Выбор средств технологического оснащения

При выборе оборудования будем учитывать:

- 1) какой тип производства;
- 2) методы получения заданной точности при обработке;

- 3) необходимую производительность (часовую или сменную);
- 4) мощность выбираемого станка;
- 5) удобное управление станка и его обслуживание;
- 6) установку на станок высокопроизводительные приспособления и средства механизации и автоматизации;
- 7) кинематические данные станка.

При выборе приспособлений будем учитывать:

- 1) габаритные размеры изделия;
- 2) общий вид заготовки;
- 3) материал изделия;
- 4) тип его производства;
- 5) схемы установки (базирования) и креплений;
- 6) характеристика оборудования.

При выборе режущего инструмента будем учитывать:

- 1) максимальную стойкость;
- 2) стоимость инструмента;
- 3) условия работы;
- 4) обрабатываемый материал;
- 5) какой тип производства;
- 6) условия обработки (черновая, чистовая).

При выборе средств контроля будем учитывать:

- 1) точность измерительного инструмента и приспособлений, должно быть соответственно выше точности измеряемого размера;
- 2) трудоемкость контроля;
- 3) требования техники безопасности и удобство работы;

4) масштаб производства.

Выбора всех средств технологического оснащения записаны в таблице 8.

Таблица 8 - Выбор средств технологического оснащения

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Технологическая оснастка		
			Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный станок МР-71М	Тиски с самоцентрирующимися призмами и пневмоприводом ГОСТ 12195-66	Торцевая фреза ГОСТ 26595-80 Т5К10 Сверло центровочное Ø 4 мм тип А ГОСТ 14952-75 Р6М5	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0,01 ГОСТ 166-89
010	Токарная (переход 1)	Токарно-фрезерный станок NTX 1000	Патрон 3х кулачковый с торцеприводом с вращающимся центром МТ4 ГОСТ 2571-71	Токарный проходной резец SANDVIK с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, Сплав GC4325 Левый токарный проходной резец SANDVIK с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, Сплав GC4325 ГОСТ 26613-85	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
	Токарная (переход 2)	Токарно-фрезерный станок NTX 1000	Патрон 3х кулачковый с торцеприводом, центр вращающийся МТ4 ГОСТ 8742-75	Токарный проходной резец SANDVIK с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3хгранная, Сплав GC4325 Левый токарный проходной резец SANDVIK с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 4хгранная, Сплав	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
	Зубо-фрезерная (переход 3)	Токарно-фрезерный станок NTX 1000	Патрон 3х кулачковый с торцеприводом, центр вращающийся МТ4 ГОСТ 8742-75	Державка Sandvik CoroThread для точения резьбы. Платина 266RL для точения резьбы, сплав GC1125. Дисковая фреза CoroMill 172 для нарезания шлицов, сплав GC1030 Зубодолбежный резец со сменными пластинами, сплав GC1030	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78
015	Шевинговальная	Шевинговальный станок 5702	Центра упорные ГОСТ 8740-75	Дисковый шевер ГОСТ 8570-80	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78
020	Химико-термическая	Печь GV4854	-	-	-
025	Закалка	Закалочный бак	-	-	-
030	Охлаждение	Морозильная камера ХКМ-2	-	-	-
035	Термическая	Печь шахтная	-	-	-
040	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок MB119	Патрон мембранный ГОСТ 16157-70	Шлифовальная головка EW 15x28 91AF60 М 7 ГОСТ 2447-82	Приспособление контрольное ГОСТ 5584-61
045	Торце-шлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный станок 3Т150	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 8740-75	Круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83	Профилометр ГОСТ 2789-73
050	Торце-шлифовальная (черновая)	Круглошлифовальный станок 3Т150	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр упорный	Круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83	Профилометр ГОСТ 2789-73
055	Шлифовальная (чистовая)	Круглошлифовальный станок 3Т150	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 8740-75	Круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
060	Шлифовальная (чистовая)	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 8740-75	Круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78
065	Полирование	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Поводковый патрон ГОСТ 2571-71 Центр упорный ГОСТ 8740-75	Круг полировальный 100x20x20 14А, 25-НМР 25 м/с 2кл. ГОСТ 51967-2002	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78
070	Моечная	Камерная моечная машина UNIX 60			
075	Контрольная	Контрольный стенд			

2.2.7. Расчет припусков на механическую обработку

Проведем расчет припусков на самую точную цилиндрическую поверхность диаметром $\varnothing 25j6(+0.009/-0.004)$

Обработка данной поверхности, используемое оборудование и установка, записаны в таблице 9

Таблица 9 - Обработка поверхности, оборудование, установка

Методы обработки поверхности	Номер операций	Оборудование	Установка заготовки
1 Точение черновое	010	NTX 1000	В центрах
2 Точение чистовое	015	NTX 1000	В центрах
3 Шлифование черновое	050	3Т150	В центрах
4 Шлифование чистовое	060	3Т150	В центрах

Исходные значения допусков, и расчет припуска, указаны в таблице 10

Таблица 10 - Расчет припуска

№	Переходы	Квалитет	Допуски	Составляющее припуска, мм			Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
				a	Δ	ε	D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
0	Штамповка	14	0,620	0,4	0,155	0	26,836	27,456	-	-
1	Точение черновое	11	0,160	0,18	0,04	0	25,726	25,886	0,555	1,570
2	Точение чистовое	9	0,062	0,045	0,0155	0	25,286	25,348	0,220	0,738
-	ТО	10	0,070	0,41	0,0175	0	-	-	-	-
3	Шлифование черновое	8	0,039	0,077	0,00975	0	25,168	25,207	0,059	0,059
4	Шлифование чистовое	6	0,013	0,090	0,0175	0	24,996	25,009	0,086	0,198

$$Z_{\min}^i = a^{i-1} + \sqrt{(\Delta^2)^{i-1} + (\varepsilon^2)^{i-1}} \quad (21)$$

$$Z_{\min}^1 = 0,4 + \sqrt{(0,155)^2 + 0^2} = 0,555$$

$$Z_{\min}^2 = 0,18 + \sqrt{(0,04)^2 + 0^2} = 0,220$$

$$Z_{\min}^3 = 0,042 + \sqrt{(0,0175)^2 + 0^2} = 0,059$$

$$Z_{\min}^4 = 0,077 + \sqrt{(0,00975)^2 + 0^2} = 0,086$$

Определим расчетный диаметр для каждого перехода.

$$D_{\min p}^{i-1} = D_{\min p}^i + 2Z_{\min p}^i \quad (22)$$

$$D_{\min p}^3 = 24,996 + 2 \cdot 0,086 = 25,168$$

$$D_{\min p}^2 = 25,168 + 2 \cdot 0,059 = 25,286$$

$$D_{\min p}^1 = 25,286 + 2 \cdot 0,220 = 25,726$$

$$D_{\min p}^0 = 25,726 + 2 \cdot 0,555 = 26,836$$

Определим максимальный размер для каждого перехода.

$$D_{\max}^i = D_{\min}^i + JT \quad (23)$$

$$D_{\max}^0 = 26,836 + 0,620 = 27,456$$

$$D_{\max}^1 = 25,726 + 0,160 = 25,886$$

$$D_{\max}^2 = 25,286 + 0,062 = 25,348$$

$$D_{\max}^3 = 25,168 + 0,039 = 25,207$$

$$D_{\max}^4 = 24,996 + 0,013 = 25,009$$

Определяем предельные значения припусков.

$$2Z_{\max}^i = D_{\max}^{i-1} - D_{\max}^i \quad (24)$$

$$2Z_{\max}^4 = 25,207 - 25,009 = 0,198$$

$$2Z_{\max}^3 = 25,148 - 25,207 = 0,059$$

$$2Z_{\max}^2 = 25,886 - 25,148 = 0,738$$

$$2Z_{\max}^1 = 27,456 - 25,886 = 1,57$$

$$2Z_{\min}^i = D_{\min}^{i-1} - D_{\min}^i \quad (25)$$

$$2Z_{\min}^4 = 25,168 - 24,996 = 0,172$$

$$2Z_{\min}^3 = 25,286 - 25,168 = 0,118$$

$$2Z_{\min}^2 = 25,726 - 25,286 = 0,440$$

$$2Z_{\min}^1 = 26,836 - 25,726 = 1,11$$

Проверка:

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = 0,198 - 0,172 = 0,026$$

$$JT^{i-1} - JT^i = 0,039 - 0,016 = 0,026$$

Проверка расчета припусков выполнена успешно.

Схема расположения припусков представлена на рисунке 4.

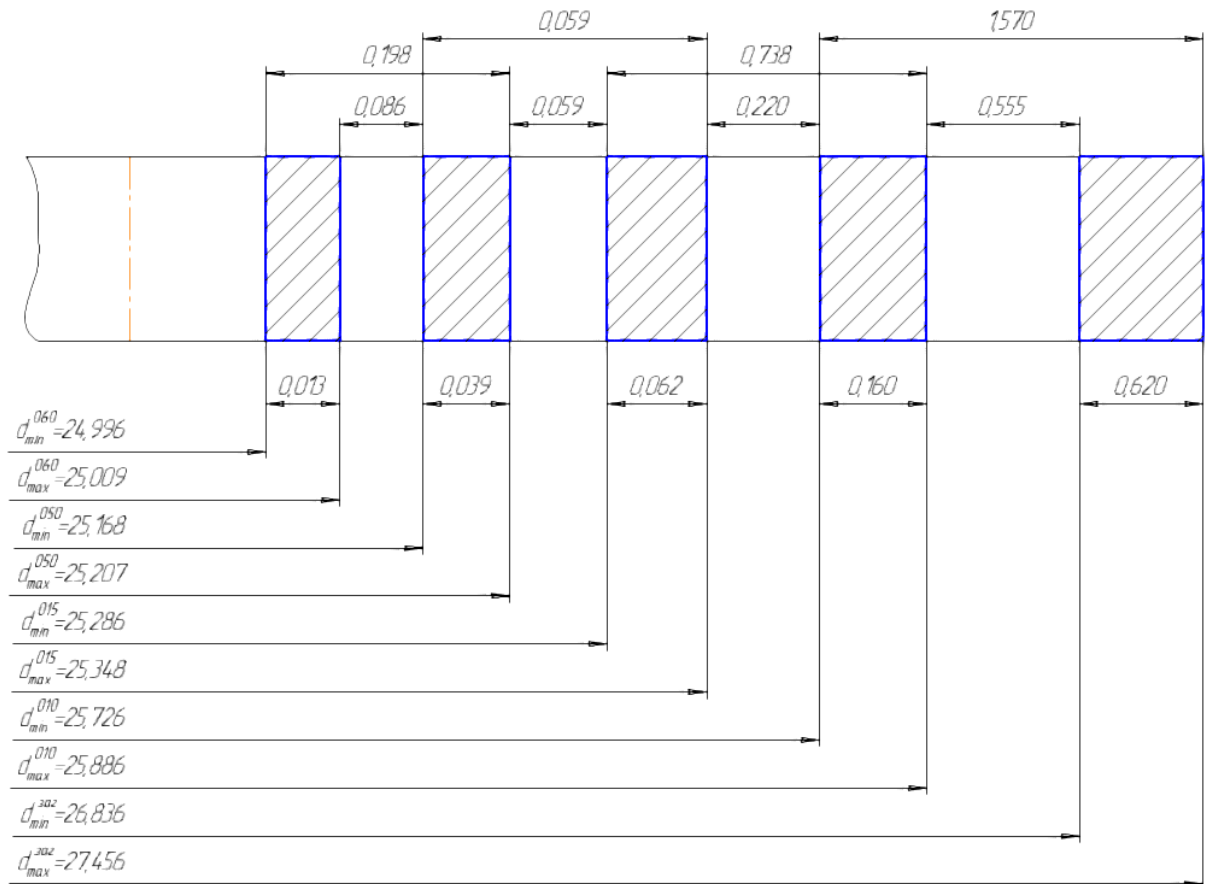


Рисунок 4 - Схема расположения припусков на поверхность - $\varnothing 25j6 \begin{matrix} +0.009 \\ -0.004 \end{matrix}$

2.2.8. Разработка технологических операций

Произведем расчет режимов резания на определенные операции, а на остальные операции, укажем примерные режимы исходя из уже рассчитанных значений, с учетом размеров обрабатываемых поверхностей.

1) Разработка токарной операции 010 (переход 1)

1.1) Выбор оборудования

В качестве оборудования был выбран сверточный высокопроизводительный токарно-фрезерный станок DMG NTX 1000 2-го поколения. Данная модель NTX 1000 представляет собой компактный интегрированный обрабатывающий центр, предназначенный для высокоэффективной обработки деталей сложной формы и отличающийся прекрасными характеристиками фрезе-

рования и токарной обработки. Ось для одновременной обработки по 5 осям деталей сложной формы, главным шпинделем с моментом до 490Нми контршпинделем со скоростью до 6 000 об/мин. Станок NTX 1000 можно использовать для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств.

Технические характеристики станка.

Наибольший обрабатываемый диаметр, мм.....	430
Наибольшая обрабатываемая длина, мм.....	800
Диаметр отверстия в шпинделе 1 и 2, мм.....	73
Число одновременно управляемых координат.....	5
Частота вращения шпинделей 1 и 2, об/мин.....	6000
Время смены инструмента, сек.....	2,3
Расстояние между центрами, мм.....	1050
Инструментальный шпиндель (револьверная головка 1)	
Скорость вращения револьверной головки 1, об/мин.....	12000
Угол поворота оси В, °	±120
Подача по оси В, об/мин.....	100
Перемещение по оси X/Y/Z, мм.....	455/105/800
Быстрое перемещение по оси X/Y/Z, м/мин.....	40/40/50
Револьверная головка 2	
Количество инструментов (приводных).....	10
Скорость вращения револьверной головки 2, об/мин.....	10000
Перемещение по оси X/Z, мм.....	160/730
Быстрое перемещение по оси X/Z, м/мин.....	28/36
Мощность главного электродвигателя, кВт.....	9,5
Масса станка, кг.....	9000
Габарит станка (ДхШхВ), мм.....	4155x2980x2495

1.2) Выбор приспособления

На данной операции в качестве приспособления выбран:

1) Патрон 3х кулачковый с вращающимся центром МТ4 ГОСТ 2571-71 и контршпindelь 3х кулачковым патроном с центром МТ4ГОСТ 2771-71

1.3) Выбор режущего инструмента

На данной операции будут использованы:

Токарный резец:

- 1) Державка для наружной обработки SANDVIK с механическим креплением твердосплавных пластин (25x25).
- 2) Пластина 4х гранная из сплава GC4325

Канавочный резец:

- 1) Державка SANDVIK CoroCut канавочная с механическим креплением твердосплавных пластин (40x40)
- 2) Пластина канавочная из сплава GC1020 (B=2,5 h=3,1)

1.4) Выбор средств контроля

На данной операции будем использовать штангельциркуль типа Т-1: односторонний с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов.

1.5) Расчет режимов резания для токарного резца

Глубина резания составляет $t = 2,4$ мм, и подача $S_0 = 0,7$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (26) [10, с.265]

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (26)$$

где C_u - поправочный коэффициент, $C_u = 350$

T - стойкость резца, мин; $T = 80$ мин

t - глубина резания резцом, мм;

x, y, m - показатели степеней; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,20$;

K_v - произведения рядов коэффициентов (27) [10, с.265]

$$K_v = K_{Mv} K_{пv} K_{Иv} \quad (27)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

$K_{пv}$ - коэффициент, показывает состояние поверхности заготовки

$K_{Иv}$ - коэффициент, учитывает качество материала инструмента (28)

[10, с.265]

$$K_{MU} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (28)$$

где K_r - коэффициент, характеризует группу стали по обрабатываемости

σ_B - предел прочности; $\sigma_B = 930$ МПа

n_v - показатель степени; $n_v = 1,0$

$$K_{MU} = 1,0 \left(\frac{750}{930} \right)^1 = 0,80$$

$$K_v = 0,80 * 1,0 * 0,65 = 0,52$$

$$V = \frac{350}{80^{0,2} * 2,4^{0,15} * 0,7^{0,35}} * 0,52 = 75,27 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (29) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (29)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$1) \text{ При точении } \varnothing 22,23: n_1 = \frac{1000 * 75,27}{3,14 * 22,23} = 1078 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 22,23 * 1000}{1000} = 69,8 \text{ м/мин}$$

2) При точении Ø 40,9: $n_2 = \frac{1000 * 75,27}{3,14 * 40,9} = 586 \text{ об/мин}$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 600 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 40,9 * 600}{1000} = 77 \text{ м/мин}$$

3) При точении Ø 50,5: $n_3 = \frac{1000 * 75,27}{3,14 * 50,5} = 474 \text{ об/мин}$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 500 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 50,5 * 500}{1000} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4) При точении Ø 63,57: $n_4 = \frac{1000 * 75,27}{3,14 * 63,57} = 377 \text{ об/мин}$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 400 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 63,57 * 400}{1000} = 79,8 \text{ м/мин}$$

5) При точении Ø 25: $n_5 = \frac{1000 * 75,27}{3,14 * 25} = 958 \text{ об/мин}$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 25 * 1000}{1000} = 78,5 \text{ м/мин}$$

1.6) Расчет сил резания для токарного резца

Составляющие силы резания P_z, P_y, P_x, H , определяются по формуле (30) [10, с.271]

$$P_z = 10C_p t^x S^y v^n K_p \quad (30)$$

где C_p - постоянный коэффициент;

x, y, n - показатели степени

K_p - произведение рядов коэффициентов (31) [10, с.271]

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} \quad (31)$$

K_{mp} - поправочный коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала на силовые зависимости [10, с.271]

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{930}{750}\right)^{0,75} = 1,17$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэффициенты, учитывают влияние геометрических параметров режущей части инструмента.

Рассчитываем силы резания:

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 300 * 2,4^1 * 0,7^{0,75} * 75,27^{-0,15} * 1,041 = 3000H$$

$$K_{\varphi p} = 0,50; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 0,75; K_{rp} = 1,0$$

$$P_y = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 243 * 2,4^{0,9} * 0,7^{0,6} * 75,27^{-0,3} * 0,438 = 516H$$

$$K_{\varphi p} = 1,17; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,07; K_{r p} = 1,0$$

$$P_x = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 339 * 2,4^1 * 0,7^{0,5} * 75,27^{-0,4} * 1,464 \\ = 1770H$$

$P_z < 10000$ Н, условие прочности механизма продольной подачи станка выполнено.

Рассчитаем мощность резания N, кВт по формуле [10, с.275]

$$N = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{3000 * 75,27}{1020 * 60} = 3,68 \text{ кВт}$$

Сравним, хватит ли мощности привода станка. У станка NTX 1000 $N_{шп} = N_d * \eta = 22 * 0,75 = 16,5$ кВт; $3,68 < 16,5$ то есть обработка будет выполняться.

1.7) Расчет режимов резания для канавочного резца

Глубина резания составляет $t = 2,4$ мм, и подача $S_0 = 0,2$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (32) [10, с.265]:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (32)$$

где C_u - поправочный коэффициент, $C_u = 350$

T - стойкость резца, мин; T=80 мин

t - глубина резания, мм;

x, y, m - показатели степеней; x=0,15; y=0,35; m=0,20;

K_v - произведения рядов коэффициентов (33) [10, с.265]

$$K_v = K_{Mv} K_{пv} K_{Иv} \quad (33)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

$K_{пv}$ - коэффициент, показывает состояние поверхности заготовки

K_{nv} - коэффициент, учитывает качество материала инструмента (34)
[10, с.265]

$$K_{MU} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (34)$$

где K_r - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

σ_B - предел прочности; $\sigma_B = 930$ МПа

n_v - показатель степени; $n_v = 1,0$

$$K_{MU} = 1,0 \left(\frac{750}{930} \right)^1 = 0,80$$

$$K_v = 0,80 * 1,0 * 0,65 = 0,52$$

$$V = \frac{350}{80^{0,2} * 2,4^{0,15} * 0,2^{0,35}} * 0,52 = 116,7 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (35) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (35)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

1) При точении $\varnothing 23$: $n_1 = \frac{1000 * 116,7}{3,14 * 23} = 1609$ об/мин

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1600 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 23 * 1600}{1000} = 115,5 \text{ м/мин}$$

2) При точении $\varnothing 26$: $n_2 = \frac{1000 * 116,7}{3,14 * 26} = 1429$ об/мин

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1400 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания по [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 40,9 * 1400}{1000} = 114 \text{ м/мин}$$

$$3) \text{ При точении } \varnothing 37: n_3 = \frac{1000 * 116,7}{3,14 * 37} = 1004 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1000 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания по [10, с.267]:

$$V_d = \frac{3,14 * 37 * 1000}{1000} = 116,2 \text{ м/мин}$$

1.8) Расчет сил резания канавочного резца

Составляющие силы резания P_z, P_y, P_x, H , определяются по формуле (36) [10, с.271]

$$P_z = 10C_p t^x S^y v^n K_p \quad (36)$$

где C_p - постоянный коэффициент;

x, y, n - показатели степени

K_p - произведение рядов коэффициентов (37) [10, с.271]

$$K_p = K_{mp} * K_{\varphi p} * K_{\gamma p} * K_{\lambda p} * K_{rp} \quad (37)$$

K_{mp} - поправочный коэффициент, учитывает влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [10, с.271]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{930}{750}\right)^{0,75} = 1,17$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента.

Рассчитываем силы резания:

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 300 * 2,4^1 * 0,2^{0,75} * 116,2^{-0,15} * 1,041 \\ = 1098H$$

$$K_{\varphi p} = 0,50; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 0,75; K_{rp} = 1,0$$

$$P_y = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 243 * 2,4^{0,9} * 0,2^{0,6} * 116,2^{-0,3} * 0,438 \\ = 213H$$

$$K_{\varphi p} = 1,17; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,07; K_{rp} = 1,0$$

$$P_x = 10C_p t^x S^y v^n K_p = 10 * 339 * 2,4^1 * 0,2^{0,5} * 116,2^{-0,4} * 1,464 \\ = 795H$$

$P_z < 10000$ Н, условие прочности механизма продольной подачи станка выполнено.

Рассчитаем мощность резания N , кВт по [10, с.275]:

$$N = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{1098 * 116,7}{1020 * 60} = 2,09 \text{ кВт}$$

Сравним, хватит ли мощности привода станка. У станка NTX 1000 $N_{шп} = N_d * \eta = 22 * 0,75 = 16,5$ кВт; $2,09 < 16,5$ то есть обработка будет выполняться.

1.9) Рассчитываем основное время T_0 [19, с.212]:

Для токарного:

$$T_0 = \frac{240}{1000 * 0,7} + \frac{150}{600 * 0,7} + \frac{89}{500 * 0,7} + \frac{24}{400 * 0,7} + \frac{20}{1000 * 0,7} \\ = 1,068 \text{ мин}$$

Для канавочного:

$$T_0 = \frac{27}{1600 * 0,2} + \frac{5,9}{1400 * 0,2} + \frac{6,9}{1000 * 0,2} = 0,140 \text{ мин}$$

Получаем суммарное основное время на операцию, $T_{0\Sigma} = 1,208$ мин

1.10) Рассчитываем штучное и штучно-калькуляционное время по формуле (37) [1, с.101]

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{вс}} + T_{\text{об}}, \text{ мин} \quad (38)$$

где $T_{\text{вс}}$ - вспомогательное время, мин

$T_{\text{об}}$ - время на обслуживание рабочего места, мин по (39) [1, с.101]

$$T_{\text{вс}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}, \text{ мин} \quad (39)$$

где $T_{\text{у.с}}$ - время снятие детали и установку, мин

$T_{\text{зо}}$ - время на открепление и закрепление детали, мин

$T_{\text{уп}}$ - время на приемы управления, мин

$T_{\text{из}}$ - время на измерение детали, мин

$T_{\text{у.с}} = 0,18$ мин, $T_{\text{зо}} = 0,024$ мин, $T_{\text{уп}} = 0,15$ мин, $T_{\text{из}} = 0,11$ мин

$T_{\text{вс}} = (0,18 + 0,024 + 0,15 + 0,11) * 1,85 = 0,85$ мин

где 1,85 - коэффициент перевода к серийному производству

$$T_{\text{об}} = \frac{(T_{o\Sigma} + T_{\text{вс}}) * P_{\text{об}}}{100\%} \quad (40)$$

где $P_{\text{об}} = 6,5\%$ - затраты времени рабочего места на обслуживание

$$T_{\text{об}} = \frac{(1,208 + 0,85) * 6,5}{100\%} = 0,13 \text{ мин}$$

Получаем, $T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{вс}} + T_{\text{об}} = 1,208 + 0,85 + 0,13 = 2,188$ мин

1.11) Штучно-калькуляционное время рассчитаем по (41) [1, с.101]:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n} \quad (41)$$

где T_{n-3} - подготовительно заключительное время

n - размер партии

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n} = 3,326 + \frac{15}{236} = 2,25 \text{ мин/шт}$$

2) Разработка зубофрезерной операции 010 (переход 3)

2.1) Выбор оборудования

В качестве оборудования был выбран сверточный высокопроизводительный токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000 2-го поколения. Данная модель NTX 1000 представляет собой компактный интегрированный обрабатывающий центр, предназначенный для высокоэффективной обработки деталей сложной формы и отличающийся прекрасными характеристиками фрезерования и токарной обработки. Ось для одновременной обработки по 5 осям деталей сложной формы, главным шпинделем с моментом до 490Нми со скоростью до 6 000 об/мин. Станок NTX 1000 можно использовать для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств.

Технические характеристики станка.

Наибольший обрабатываемый диаметр детали, мм.....	430
Наибольшая обрабатываемая длина, мм.....	800
Диаметр отверстия в шпинделе 1 и 2, мм.....	73
Число одновременно управляемых координат.....	5
Частота вращения шпинделей 1 и 2, об/мин.....	6000
Время смены инструмента, сек.....	2,3
Расстояние между центрами, мм.....	1050
Инструментальный шпиндель (револьверная головка 1)	
Скорость вращения револьверной головки 1, об/мин.....	12000
Угол поворота оси В, °	±120
Подача по оси В, об/мин.....	100
Перемещение по оси X/Y/Z, мм.....	455/105/800

Быстрое перемещение по оси X/Y/Z, м/мин.....	40/40/50
<i>Револьверная головка 2</i>	
Количество инструментов (приводных).....	10
Скорость вращения револьверной головки 2, об/мин.....	10000
Перемещение по оси X/Z, мм.....	160/730
Быстрое перемещение по оси X/Z, м/мин.....	28/36
Мощность главного электродвигателя, кВт.....	9,5
Масса станка, кг.....	9000
Габарит станка (ДхШхВ), мм.....	4155x2980x2495

2.2) Выбор приспособления

На данной операции в качестве приспособления выбран:

- 1) Патрон 3х кулачковый с вращающимся центром МТ4 ГОСТ 2571-71 и контршпиндель
- 2) Цанговый патрон Sandvik, центр вращающийся ГОСТ 8742-75

2.3) Выбор режущего инструмента

На данной операции будут использованы:

- 1) Фреза для нарезания резьбы CoroMill 327. Пластина 266RL для точения резьбы, сплав GC1125
- 2) Дисковая фреза CoroMill 171 для нарезания шлицов и шестерен, сплав GC1030
- 3) Зубострогальный резец с механическим креплением пластин RevBroachingTool ГОСТ 9796-61

2.4) Выбор средств контроля

На данной операции будем использовать штангельциркуль типа Т-1: односторонний с глубиномером с измерительными поверхностями из твердых сплавов.

2.5) Расчет режимов резания дисковой фрезой (шестерени)

- 1) Зубонарезание зуба Ø 40,9 мм (проход 1)

Глубина резания составляет $t = 3,4$ мм, и подача $S_z = 0,1$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (42) [10, с.265]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (42)$$

где C_v - поправочный коэффициент, $C_v=1340$

D - диаметр фрезы; $D = 35$ мм

T - стойкость фрезы, мин; $T=120$ мин

t - глубина резания, мм;

B - ширина фрезерования; $B = 16$ мм

z - число режущих пластин; $z = 8$ шт

x, y, m, z, u, p, q - показатели степени;

$x=0,4; y=0,4; m=0,35; u=0, p=0, q=0,2$

K_v - произведения рядов коэффициентов (43) [10, с.265]

$$K_v = K_{Mv} K_{пv} K_{Иv} \quad (43)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

$K_{пv}$ - коэффициент, отражает состояние поверхности заготовки

$K_{Иv}$ - коэффициент, учитывает качество материала инструмента (44)

[10, с.265]

$$K_{MU} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (44)$$

где K_r - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

σ_B - предел прочности; $\sigma_B = 930$ МПа

n_v - показатель степени; $n_v = 1,0$

$$K_{MU} = 1,0 \left(\frac{750}{930} \right)^1 = 0,80$$

$$K_v = 0,80 * 1,0 * 1,0 = 0,80$$

$$V = \frac{1340 * 35^{0,2}}{120^{0,35} * 3,4^{0,4} * 0,1^{0,12} * 16^0 * 8^0} * 0,80 = 330,10 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (45) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (45)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$\text{Получаем, } n = \frac{1000 * 330,10}{3,14 * 35} = 3003,6 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 2800 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000} = \frac{3,14 * 35 * 2800}{1000} = 307,72 \text{ м/мин}$$

2) Зубонарезание зуба $\varnothing 40,9$ мм (проход 2)

Глубина резания составляет $t = 2,1$ мм, и подача $S_z = 0,1$ мм/об

$$V = \frac{1340 * 35^{0,2}}{120^{0,35} * 2,1^{0,4} * 0,1^{0,12} * 16^0 * 8^0} * 0,80 = 400,32 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находим по формуле (46) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (46)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$\text{Получаем, } n = \frac{1000 * 400,32}{3,14 * 35} = 3642,7 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 3600 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000} = \frac{3,14 * 35 * 3600}{1000} = 395,64 \text{ м/мин}$$

2.6) Расчет сил резания дисковой фрезы

Составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила, Н (47)

[10, с.271]:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^nz}{D^q n^w} K_{mp} \quad (47)$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 261$

D - диаметр фрезы; $D = 35$ мм

T - стойкость фрезы, мин; $T = 120$ мин

t - глубина резания, мм;

B - ширина фрезерования; $B = 16$ мм

z - число режущих пластин; $z = 8$ шт

x, y, m, z, u, p, q - показатели степени;

$x=0,9; y=0,8; w=0,1; u=1,1; q=1,1$

K_{mp} - произведения рядов коэффициентов [10, с.271]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{930}{750}\right)^{0,75} = 1,17$$

Получаем,

$$P_z = \frac{10 * 261 * 2,1^{0,9} * 0,1^{0,8} * 16^{1,1} * 8}{35^{1,1} * 3600^{0,1}} * 1,17 = 1407 \text{ Н}$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 * 100} = \frac{1407 * 35}{2 * 100} = 246,22 \text{ Н * м}$$

Рассчитаем мощность резания N_e , кВт по формуле [10, с.275]:

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{1407 * 395,64}{1020 * 60} = 9,09 \text{ кВт}$$

Сравним, хватит ли мощности привода станка. У станка NTX 1000 $N_{\text{шп}} = N_d * \eta = 22 * 0,75 = 16,5$ кВт; $9,09 < 16,5$ то есть обработка будет выполняться.

2.7) Расчет режимов резания фрезы для 2-х шлицев

1) Для диаметра $\varnothing 22,23$

Глубина резания составляет $t = 1,4$ мм, и подача $S_z = 0,1$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (48) [10, с.265]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (48)$$

где C_v - поправочный коэффициент, $C_v = 740$

D - диаметр фрезы; $D = 35$ мм

T - стойкость фрезы, мин; $T = 120$ мин

t - глубина резания, мм;

B - ширина фрезерования; $B = 40$ мм

z - число режущих пластин; $z = 8$ шт

x, y, m, z, u, p, q - показатели степени;

$x=0,4; y=0,4; m=0,35; u=0, p=0, q=0,2$

K_v - произведения рядов коэффициентов (49) [10, с.265]

$$K_v = K_{Mv} K_{pv} K_{iv} \quad (49)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

K_{pv} - коэффициент, отражает состояние поверхности заготовки

K_{nv} - коэффициент, учитывает качество материала инструмента (50)
[10, с.265]

$$K_{MU} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (50)$$

где K_r - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

σ_B - предел прочности; $\sigma_B = 930$ МПа

n_v - показатель степени; $n_v = 1,0$

$$K_{MU} = 1,0 \left(\frac{750}{930} \right)^1 = 0,80$$

$$K_v = 0,80 * 1,0 * 1,0 = 0,80$$

$$V = \frac{1340 * 35^{0,2}}{120^{0,35} * 1,4^{0,4} * 0,1^{0,12} * 40^0 * 6^0} * 0,80 = 356,8 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (51) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (51)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$\text{Получаем, } n = \frac{1000 * 356,80}{3,14 * 35} = 3246,5 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 3200 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000} = \frac{3,14 * 35 * 3200}{1000} = 351,6 \text{ м/мин}$$

2) Для диаметра $\varnothing 23,28$

Глубина резания составляет $t = 1,4$ мм, и подача $S_z = 0,2$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (52) [10, с.267]:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v \quad (52)$$

где C_v - поправочный коэффициент, $C_v = 740$

D - диаметр фрезы; $D = 35$ мм

T - стойкость фрезы, мин; $T = 120$ мин

t - глубина резания, мм;

B - ширина фрезерования; $B = 13,5$ мм

z - число режущих пластин; $z = 6$ шт

x, y, m, z, u, p, q - показатели степени;

$x=0,4; y=0,4; m=0,35; u=0, p=0, q=0,2$

K_v - произведения рядов коэффициентов (53) [10, с.265]:

$$K_v = K_{Mv} K_{пв} K_{ив} \quad (53)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

$K_{пв}$ - коэффициент, отражает состояние поверхности заготовки

$K_{ив}$ - коэффициент, учитывает качество материала инструмента (54)

[10, с.265]:

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (54)$$

где K_r - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости

σ_B - предел прочности; $\sigma_B = 930$ МПа

n_v - показатель степени; $n_v = 1,0$

$$K_{Mv} = 1,0 \left(\frac{750}{930} \right)^1 = 0,80$$

$$K_v = 0,80 * 1,0 * 1,0 = 0,80$$

$$V = \frac{740 * 35^{0,2}}{120^{0,35} * 1,4^{0,4} * 0,2^{0,12} * 13,5^0 * 6^0} * 0,80 = 375,4 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (55) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (55)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$\text{Получаем, } n = \frac{1000 * 375,4}{3,14 * 35} = 3415,83 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 3150 \text{ об/мин}$$

Рассчитаем фактическую скорость резания [10, с.267]:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000} = \frac{3,14 * 35 * 3150}{1000} = 346,1 \text{ м/мин}$$

2.8) Расчет сил резания фрезы для шлицев 2

Составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила, Н (56) [10, с.271]:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (56)$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 261$

D - диаметр фрезы, мм; $D = 35$ мм

T - стойкость фрезы, мин; $T = 120$ мин

t - глубина резания, мм;

B - ширина фрезерования; $B = 16$ мм

z - число режущих пластин; $z = 6$ шт

x, y, m, z, u, p, q - показатели степени;

$x=0,9; y=0,8; w=0,1; u=1,1; q=1,1$

$K_{\text{мр}}$ - произведения рядов коэффициентов [10, с.271]:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{930}{750}\right)^{0,75} = 1,17$$

Получаем,

$$P_z = \frac{10 * 261 * 1,4^{0,9} * 0,2^{0,8} * 13,5^{1,1} * 6}{35^{1,1} * 3150^{0,1}} * 1,17 = 1072 \text{ Н}$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 * 100} = \frac{1072 * 35}{2 * 100} = 187,60 \text{ Н * м}$$

Рассчитаем мощность резания N_e , кВт по формуле [10, с.275]::

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{1072 * 375,4}{1020 * 60} = 6,57 \text{ кВт}$$

Сравним, хватит ли мощности привода станка. У станка NTX 1000
 $N_{\text{шп}} = N_d * \eta = 22 * 0,75 = 16,5 \text{ кВт}; 6,57 < 16,5$ то есть обработка будет выполняться.

2.9) Расчет режимов резания резьбонарезание

Нарезание резьбы $\varnothing 20$ мм и шагом $P = 1,5$

Подача составляет $s = 0,4 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле (57) [10, с.295]:

$$V = \frac{C_v i^x}{T^m s^y} * K_v \quad (57)$$

где C_v - поправочный коэффициент, $C_v=244$

T - стойкость фрезы, мин; $T=93$ мин

i - число проходов; $i = 2$

x, y, m - показатели степени;

$x=0,23; y=0,30; m=0,20;$

K_v - произведения рядов коэффициентов (58) [10, с.265]:

$$K_v = K_{Mv}K_{uv}K_{Cv} \quad (58)$$

K_{Mv} - коэффициент, учитывает качество обрабатываемого материала

K_{uv} - коэффициент, учитывает материал режущей части инструмента

K_{Cv} - коэффициент, учитывает способ нарезания резьбы (53) [10, с.263]

$$K_{Mv} = 0,8; K_{uv} = 1; K_{Cv} = 0,75$$

$$K_v = 0,8 * 1 * 0,75 = 0,6$$

$$V = \frac{244 * 2^{0,23}}{93^{0,20} * 0,4^{0,30}} * 0,6 = 91,2 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, находится по формуле (59) [10, с.267]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (59)$$

где V - расчетная скорость резания, м/мин

$$\text{Получаем, } n = \frac{1000 * 91,2}{3,14 * 20} = 1452,23 \text{ об/мин}$$

Произведем корректировку частоты вращения по паспортным данным станка

$$n_d = 1400 \text{ об/мин}$$

3) Расчет сил резания для нарезания резьбы

Тангенциальная составляющая силы резания P_z , Н, при нарезании резьбы резцами находится по формуле (60) [10, с.267]:

$$P_z = \frac{10C_p P^y}{i^n} K_p \quad (60)$$

где C_p - поправочный коэффициент, $C_p = 148$

T - стойкость фрезы, мин; $T=93$ мин

i - число проходов; $i = 2$

y - показатели степени; $y=1,7$

$K_p = K_{mp}$ - произведения рядов коэффициентов [10, с.271]:

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{930}{750}\right)^{0,75} = 1,17$$

$$P_z = \frac{10 * 148 * 1,5^{1,7}}{2} * 1,17 = 1725 \text{ Н}$$

Рассчитаем мощность резания N_e , кВт по формуле [10, с.275]

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 * 60} = \frac{1725 * 91,2}{1020 * 60} = 2,57 \text{ кВт}$$

Сравним, хватит ли мощности привода станка. У станка НТХ 1000 $N_{шп} = N_d * \eta = 22 * 0,75 = 16,5$ кВт; $2,57 < 16,5$ то есть обработка будет выполняться.

3.1) Рассчитываем основное время

Зубонарезание по формуле (61) [19, с.212]

$$T_0 = \frac{Liz}{nS_0 * q}, \text{ мин} \quad (61)$$

Подставляем,

$$T_0 = \frac{37,8 * 8}{2800 * 0,1 * 2} + \frac{37,8 * 8}{3600 * 0,1 * 2} = 0,98 \text{ мин}$$

Шлиценарезание по формуле (62) [19, с.212]

$$T_0 = \frac{L_z}{S_m}, \text{ мин} \quad (62)$$

где L_z - длина обработки;

S_m - минутная подача.

Подставляем,

$$T_0 = \frac{40 * 21}{320} + \frac{13,5 * 20}{630} = 3,0 \text{ мин}$$

Резьбонарезание по формуле (63) [19, с.212]

$$T_0 = \frac{(L + l) * i}{S * n} \quad (63)$$

где L - длина обработки;

l - длина перебега инструмента;

i - число проходов;

S - подача;

n - частота вращения.

Подставляем,

$$T_0 = \frac{(7 + 3) * 2}{0,4 * 1400} = 0,03 \text{ мин}$$

Получаем суммарное основное время на операцию, $T_{0\Sigma} = 4,06 \text{ мин}$

2.10) Рассчитываем штучное и штучно-калькуляционное время (64) [19, с.212]:

$$T_{шт} = T_0 + T_{вс} + T_{об}, \text{ мин} \quad (64)$$

где $T_{вс}$ - вспомогательное время, мин

$T_{об}$ - время на обслуживание рабочего места, мин по формуле (65) [19, с.212]

$$T_{вс} = T_{у.с} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}, \text{ мин} \quad (65)$$

где $T_{у.с}$ - время на снятие и установку детали, мин

$T_{зо}$ - время на открепление и закрепление детали, мин

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин

$T_{у.с} = 0,18 \text{ мин}$, $T_{зо} = 0,024 \text{ мин}$, $T_{уп} = 0,10 \text{ мин}$, $T_{из} = 0,3 \text{ мин}$

$$T_{BC} = (0,18 + 0,024 + 0,10 + 0,3) * 1,85 = 1,11 \text{ мин}$$

где 1,85 - коэффициент перевода к серийному производству

$$T_{об} = \frac{(T_{о\Sigma} + T_{BC}) * P_{об}}{100\%} \quad (66)$$

где $P_{об} = 7\%$ - затраты времени рабочего места на обслуживание

$$T_{об} = \frac{(4,06 + 1,11) * 7}{100\%} = 0,362 \text{ мин}$$

Получаем, $T_{шт} = T_o + T_{BC} + T_{об} = 4,06 + 1,11 + 0,362 = 5,532 \text{ мин}$

2.11) Штучно-калькуляционное время рассчитаем по формуле (67) [1, с.101]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-з}}{n} \quad (67)$$

где $T_{n-з}$ 18 мин - подготовительно заключительное время;

n - размер партии.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-з}}{n} = 5,532 + \frac{21}{236} = 5,620 \text{ мин/шт}$$

Аналогично находим нормы времени на остальные операции. Результаты расчетов укажем в таблице 11

Таблица 11 - Нормы времени

№ оп	Наименование операции	T_o	T_B	$T_{оп}$	$T_{об}$	$T_{п-з}$	$T_{шт}$	n	$T_{шт-к}$
		мин	мин	мин	мин	мин	мин		мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Центровально-подрезная	0,517	0,849	1,366	0,080	35	1,456	236	1,604
010	Токарная (переход 1)	1,208	0,850	2,058	0,130	15	2,188	236	2,251
	Токарная (переход 2)	0,362	0,774	1,141	0,063	21	1,199	236	1,287
	Зубофрезерная (переход 3)	4,060	1,110	5,170	0,063	21	5,532	236	5,620
025	Шевинговальная	1,215	0,547	1,762	0,105	13	1,867	236	1,922
040	Центрошлифовальная	0,280	0,536	0,816	0,072	19	0,888	236	0,968

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
045	Торцешлифовальная (черновая)	0,256	1,112	1,368	0,082	21	1,450	236	1,538
050	Торцешлифовальная (черновая)	0,244	1,112	1,356	0,081	21	1,437	236	1,525
055	Шлифовальная (чистовая)	0,285	0,768	1,053	0,073	21	1,126	236	1,214
060	Шлифовальная (чистовая)	0,274	0,768	1,327	0,072	21	1,399	236	1,487
065	Полирование	0,148	0,430	0,578	0,040	10	0,618	236	0,660

2.2.9. Усовершенствование технологического процесса

В данном технологическом процессе, было сокращено количество операций за счет замены токарного и фрезерного станка на один комплексный токарно-фрезерный станок DMG NTX 1000 2-ого поколения. Который же экономичней 2-х станков (токарного и фрезерного) и представляет собой компактный интегрированный обрабатывающий центр, предназначенный для высокоэффективной обработки деталей сложной формы и отличающийся прекрасными характеристиками фрезерования и токарной обработки. Станок NTX 1000 можно использовать для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств. Время смены инструментов составляет всего 2,3 сек, что обеспечивает высокую производительность, высокую точность и энергоэффективность.

Так же были использованы высокопроизводительные пластины из сплавов GC4325 фирмы Sandvik, которые используют технологию Inveio, эта технология дает увеличение стойкости инструмента на 33%, обеспечивает повышение эффективности на 20-25% и демонстрирует меньший износ, после более продолжительного резания, по сравнению с обычными пластинами. Этот сплав GC4325 позволяет снизить затраты на деталь и, соответственно повысить прибыль.

Один из самых востребованных патронов является трех кулачковый самоцентрирующий патрон. Но в данной работе будет применяться необыч-

ный патрон, а это трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с торцеприводом SMW W215. Его особенность в том что, патрон типа W как у нас, имеет выдвигающиеся держателем кулачки, который позволяет производить полную механическую обработку вала в одну операцию. Он полностью герметичен и постоянно смазывается в масляной ванне. Быстросменный торцевой поводок имеет центрирующую конусную посадку. Патрон и торцевой поводок приводятся в действие двух поршневым цилиндром.

В качестве улучшения технологического процесса детали «вал первичный» предлагается использовать после закалки дополнительную обработку деталей холодом (автором предложенного метода является Гуляев А.П., 1937г.).

Был выбран материал сталь 20ХНЗА вместо стали 20Х, так как коэффициент ударной вязкости выше, что очень важно, потому что деталь подвергается значительным нагрузкам, так же у нее оптимальное соотношение цены и механических свойств.

Для того, чтобы придать поверхности детали повышенную твердость и износостойкость, после операции «шевингование» выполняется операция «нитроцементация», где идет насыщение поверхности углеродом и азотом при температуре 880 °С (5-7часов), затем температура опускается до 820 °С, далее идет закалка деталей в баке с маслом при температуре 90 °С.

В закаленном состоянии в стали содержится повышенное количество остаточного аустенита, что крайне нежелательно, так как он снижает твердость и при постепенном самопроизвольном распаде вызывает изменение размеров детали. Устранить остаточный аустенит из структуры стали можно нагревом до 300-350°С. Однако при таких температурах мартенсит, имеющийся в структуре стали, распадается и твердость падает. Уменьшить количество остаточного аустенита в закаленной стали без понижения твердости можно только охлаждением стали до минусовых температур сразу же после закалки, чтобы аустенит не стабилизировался при комнатной температуре.

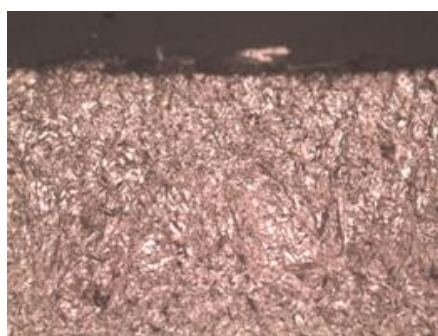
Следующей операцией идет обработка холодом в холодильной камере ХКМ-2 при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 20 часов, после чего деталь подвергается низкому отпуску, для снятия внутренних напряжений. В итоге сталь получает повышенную твердость, износостойкость и прочность.

В качестве сравнения сделан анализ качества термообработки детали.

Режим №1 – нитроцементация + закалка в масло + низкий отпуск;

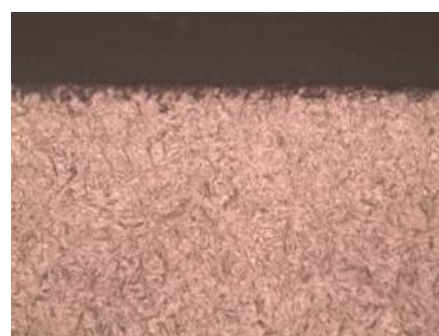
Режим №2 – нитроцементация + закалка в масло + обработка холодом при температуре -30°C (20 часов) + низкий отпуск.

На рисунке 5 показана микроструктура нитроцементованного слоя



Режим 1.

Мартенсит + аустенит остаточный 18-20%



Режим 2.

Мартенсит + аустенит остаточный 8-12%

Рисунок 5 - Микроструктура нитроцементованного слоя
(увеличение x500)

Далее на графике 1 показаны изменения распределения твердости в нитроцементованном слое.

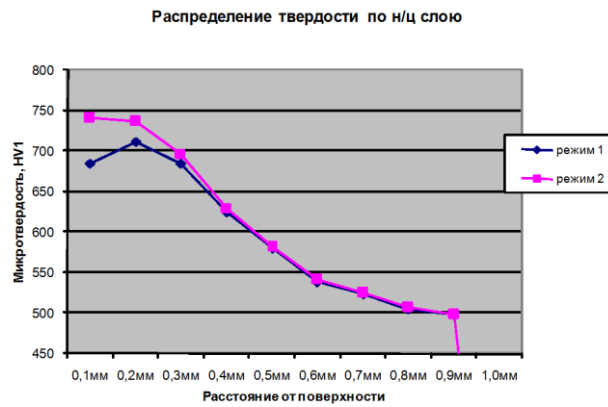


График 1 - Распределение твердости в нитроцементованном слое (метод замера микротвердости)

На графике видно, что на режиме №1 твердость по Виккерсу составляет 680 HV, а если по Роквеллу то 58 HRC, а после применения режима №2 мы видим, что твердость поверхности детали увеличилась и составила по Виккерсу 740 HV, а по Роквеллу 61 HRC.

3. Проектирование приспособления

3.1 Исходных данных

Деталь - Первичный вал

Материал - сталь 20ХН3А ГОСТ 4543-71 $\sigma_B = 930$ МПа

Операция - токарная (черновая)

Тип производства - среднесерийное.

3.1.2 Выбор металлорежущего станка

Выберем токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000 с ЧПУ. Характеристики станка указаны в подпункте 1.1)

3.1.3. Выбор приспособления.

Выбираю токарное специализированное наладочное приспособление (СНП) при среднесерийном производстве - патрон поводковый, 3-х кулачковый с торцеприводом фирмы SWG W215

3.1.4. Расчет сил резания.

Главная составляющая силы резания рассчитана в пункте 7.1.6: $P_z = 3000$ Н; $P_y = 516$ Н

3.1.5. Расчет усилия зажима

Когда идет обработка заготовки, на нее направлены системы сил. С одной стороны направлена сила резания, которая хочет повернуть заготовку в кулачках, с другой стороны сила резания, которая препятствует этому прокручиванию.

$$\sum M = 0 \quad (68)$$

$$M_p + M_3 = 0 \quad (69)$$

Суммарный крутящий момент силы резания стремится повернуть заготовку в кулачках, и равен (70):

$$M_{рез} = P_z \frac{d_1}{2} = 3000 * \frac{63,57}{2} = 95355 \text{ Н} \quad (70)$$

где P_z - тангенциальная составляющая силы резания, Н

Провороту заготовки момент силы зажима, находится по след. формуле (71) [2, с.86]:

$$M_{\text{заг}}^i = T * \frac{d_2}{2} = \frac{W * f * d_2}{2} \quad (71)$$

где W - суммарное усилие зажима, приходящееся на 3 кулачка, Н

f - коэффициент трения рабочей поверхности сменного кулачка; $f = 0,4$

$$P_z * d_1 = \frac{W * f * d_2}{2} \quad (72)$$

Из равенства моментов $M_{\text{рез}}$ и $M_{\text{заг}}$ определим необходимое усилие зажима, препятствующее провороту заготовки в кулачках:

$$W^i = \frac{P_z * d_1 * 2}{f * d_2} * K \quad (73)$$

Значение коэффициента запаса K , в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции, определяется по формуле (74) [2, с.86]:

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 * K_6, \quad (74)$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 - коэффициент, учитывает увлечение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки, $K_1 = 1,2$;

K_2 - коэффициент, учитывает увеличение силы резания в случае затупления режущего инструмент, $K_2 = 1,0$;

K_3 - коэффициент, учитывает увеличение силы резания при прерывистом резании, $K_3 = 1,0$;

K_4 - коэффициент, характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом, $K_4 = 1,0$;

K_5 - коэффициент, характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма, $K_5 = 1,0$;

K_6 - коэффициент, учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью, $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 * 1,2 * 1,0 * 1,2 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 2,15$$

Тогда,

$$W^i = \frac{3000 * 63,57 * 2}{0,4 * 29,8} * 2,5 = 33005 \text{ Н}$$

Сила P_y стремится прокрутить заготовку из кулачков, создавая при этом момент

$$M_p^{ii} = P_y^i * l_1^i \quad (75)$$

Данному моменту противостоит момент от силы зажима:

$$M_3^{ii} = T * \frac{2}{3} * d_2 = \frac{2}{3} * W^{ii} * f * d_2 \quad (76)$$

$$\frac{2}{3} W f d_2 = P_y^i * l_1 \quad (77)$$

Необходимая сила зажима равна:

$$W^{ii} = \frac{1,5(P_y^i l_1^i) K}{f * d_2} = \frac{1,5(516 * 79,10) * 2,5}{0,4 * 63,57} = 6019 \text{ Н}$$

Принимаем для дальнейших расчетов 33005 Н, т.к оно максимальное.

3.1.6. Расчет зажимного механизма

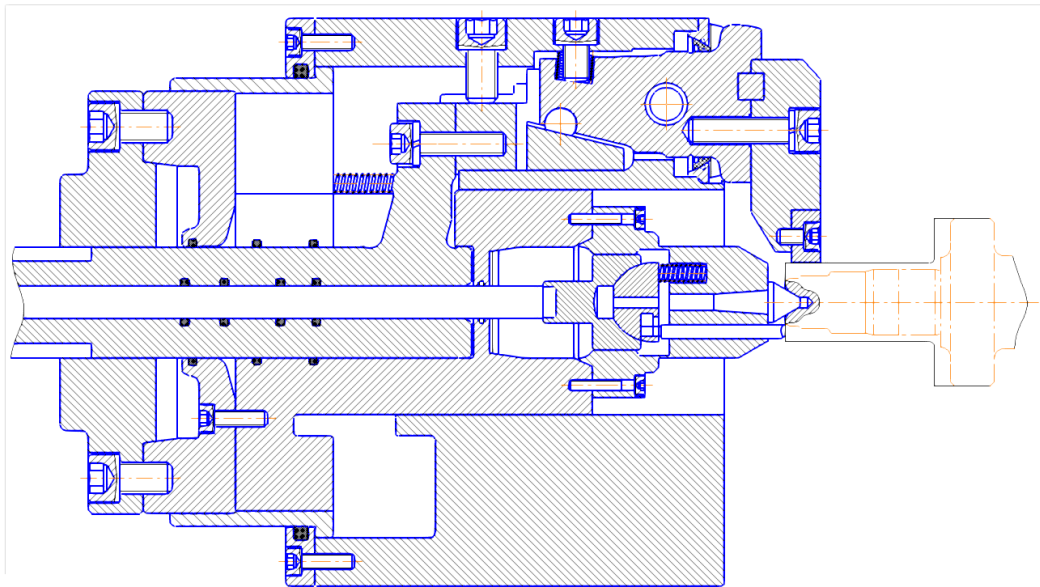


Рисунок 6 - Схема закрепления заготовки в кулачковом патроне с торцеприводом.

Величина усилия зажима W_1 и W_2 прикладываемая к кулачкам и торцевому поводку несколько увеличивается по сравнению с усилием W и рассчитывается по формуле (78) [2, с.94]:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(3 \frac{l_k}{H_k}\right) f} \quad (78)$$

где f - коэффициент трения направляющей постоянного кулачка и корпуса патрона: $f = 0,1$

l_k - вылет кулачка, мм; $l_k = 48$ мм;

H_k - длина направляющей постоянного кулачка, мм; $H_k = 55$ мм

$$W_1 = \frac{33005}{1 - \left(3 * \frac{48}{55}\right) * 0,1} = 44711 \text{ Н}$$

При расчете зажимного механизма определяем усилие Q , которое создается силовым приводом, и зажимным механизмом увеличивается и передается постоянному кулачку:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} = \frac{44711}{2,3} = 19439 \text{ Н}$$

Данное отношение для клинового механизма равно:

$$I_{c.кл} = \frac{1}{tg(\alpha + \varphi)} + tg\varphi_1 \quad (79)$$

где α - угол наклона клина (рекомендуемое значение $15...30^\circ$),

φ и φ_1 - углы трения на поверхностях кулачка и втулки, определяются по формуле:

$$\varphi = arctgf_1 = arctg 0,1 = 5^\circ 43'$$

Принимаем $\varphi = \varphi_1 = 6^\circ$.

$$I_{c.кл} = \frac{1}{tg(15 + 6)} + tg6 = 2,3$$

3.1.7. Расчет силового привода

В своей работе сначала в качестве попытки применю привод пневматический, потому что на любых производствах есть для подачи воздуха сжатого трубопроводы. Диаметр поршня пневмоцилиндра нахожу как:

$$D_1 = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \sqrt{\frac{19439}{2,5}} = 99,64 \text{ мм}$$

Принимаем пневматический привод $D = 100$ мм

Длина хода поршня пневмоцилиндра находится по формуле (80) [2, с.94]:

$$S_q = \frac{S_w}{i_n} = \frac{10}{0,5} = 30 \text{ мм}$$

Так как второй цилиндр используется для подвода поводков и передачи вращения, примем конструктивно диаметр поршня равным:

$$D = \frac{D_1}{2} = 50\text{мм}$$

3.1.8. Расчет погрешности установки заготовки в приспособление

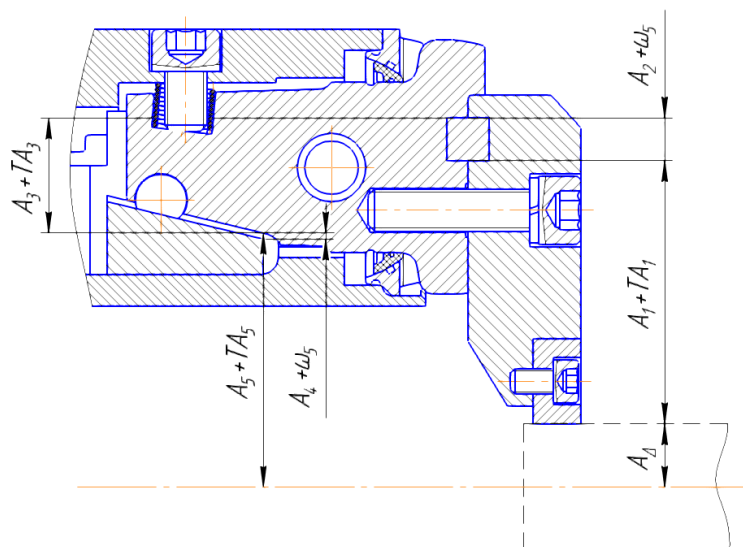


Рисунок 7 – Расчетная схема погрешности патрона.

Погрешность установки определяется по формуле (81) [2, с.107]:

$$\begin{aligned} E_y &= \omega_{\Delta\Delta}/2 = 0,5 \left(\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \right) \\ &= 0,5 \sqrt{0,017^2 + 0,012^2 + 0,008^2 + 0,015^2 + 0,015^2} \\ &= 0,0169 \end{aligned}$$

Δ_1, Δ_3 -погрешности, возникающие вследствие не соосности изготовления.

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ - погрешности из-за колебания зазоров.

Допуск выбираем по 63,57h11 ввиду черновой обработки.

$$0,0169 \leq 0,0168$$

Условие точности выполнилось, следовательно, конструкция подобрана, верно.

3.1.9. Устройство и принцип действия трехкулачкового патрона с торцеприводом на пневмоприводе.

Один из самых востребованных патронов является трех кулачковый самоцентрирующий патрон. Но в данной работе будет применяться необычный патрон, а это трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с торцеприводом SMW W215. Его особенность в том что, патрон типа W как у нас, имеются выдвигающиеся держателем кулачки, который позволяет производить полную механическую обработку валов в одну операцию. Он полностью герметичен и постоянно смазывается в масляной ванне. Быстросменный торцевой поводок имеет центрирующую конусную посадку. Патрон и торцевой поводок приводятся в действие двух поршневым цилиндром.

Рассмотрим принцип его работы. Корпус патрона 29 устанавливается и закрепляется на переднем конце шпинделя и соединяется с зажимным механизмом патрона с помощью штока 14. В конструкции патрона имеются постоянные и сменные кулачки. Сменные кулачки крепятся к постоянным кулачкам 25, а для закрепления используются винты 46 и шайбы 47 диаметром 10 мм с утопающей головкой. Кулачки установлены на оси 22 имеют скошенный ролик 20 для лучшего скольжения и клиновой механизм, потом через шток 14 связывается с приводом первого поршня 9, благодаря которому осуществляется перемещение кулачков. В корпусе патрона 29 имеется необычный центр 28, от стандартного отличается тем что, в нем встроены поводки 27, заставляют их перемещаться промежуточный шток 13, который соединен со вторым поршнем 7 пневмопривода, и помощью которого осуществляется перемещение поводков вдоль оси. Пневматический привод состоит из двух поршней разного диаметра - это поршня 9 и поршня 7. Поршень 9 имеет единую конструкцию со штоком 14, а поршень 7 монтируется на шток 13, потом надевается стопорное кольцо 54 и затягивается гайкой 55. Все это закреплено в корпусе 8 пневмопривода. Корпус закреплен передней 33 и задней крышкой 6 винтами 52 и шайбами 53. Для подачи воздуха ис-

пользуют штуцер 3. В штуцер подается воздух, который перемещается по каналам в полости поршней и под давлением заставляет перемещаться тот или другой поршень. При поступлении воздуха в правую или левую полость любого поршня, происходит движение либо штока 14, либо штока 13. При перемещении штока 14 клиновой механизм 19 давит на кулачок 24 со скошенным роликом 20, который перемещает кулачки патрона 25. На поршни устанавливаются уплотнение защитное 30,31 для демпфирования, а также монтируются манжеты 40, чтобы не возникало утечек воздуха.

4. Безопасность и экологичность технологического объекта

1. Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта с точки зрения его безопасных и экологических характеристик.

2. Идентификация производственно-технологических и профессиональных эксплуатационных рисков, возникающих при производстве, эксплуатации и конечной утилизации технического объекта дипломного проекта.

3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

5. Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта (в реализациях производственно-технологических и эксплуатационных процессов, включая последствия, завершения его жизненного цикла путем утилизации).

4.1. Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

Таблица 12 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс ¹	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	2	3	4	5	6
1	010	Токарная Обработка цилиндрических и торцевых поверхностей	Оператор станка ЧПУ	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000	Сплав GC4325

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6
2	020	Зубофрезерная Нарезание зубьев	Оператор станка ЧПУ	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000	Сплав GC1030
3	055	Шлифование. Шлифование поверхностей, снимается припуск	Шлифовщик	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	Сталь Р6М5

4.2. Идентификация производственно-технологических и профессиональных эксплуатационных рисков.

Таблица 13 - Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ ⁽¹⁾	Опасный и /или вредный производственный фактор ²	Источник опасного и / или вредного производственного фактора ³
1	2	3	4
1	Токарная	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Токарно-фрезерный станок DMG NTX 1000
2	Зубофрезерная	Вибрации, острые кромки на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000
3	Шлифование	Высокий уровень шума, вибрации, появление абразивной пыли	Кругло-шлифовальный станок 3Т150

4.3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Таблица 14 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (20) (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках дипломного проекта).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	2	3	4
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	При разработке машин и оборудования должны устанавливаться уровни физических факторов – в данном случае уровень шума	Наушники противοшумные
2	Вибрации, острые кромки на поверхностях заготовок, инструментов, оборудования	При разработке должен определяться и устанавливаться допустимый риск для машины и оборудования.	Защитные очки
3	Высокий уровень шума, вибрации, появление абразивной пыли	Применение вентиляционных каналов	Наушники противοшумные Защитная маска от пыли (респиратор)

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

Таблица 15 - Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Механический	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000	D	Искры	Токопроводящие части технологических установок, оборудования
2	Механический	Кругло-шлифовальный станок 3Т150	D	Искры	Части разрушенных технологических установок

4.5. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта).

Таблица 16 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушитель, вода, песок	Пожарные автомобили	Водяные и пенные устан.	Тепловые пожарные извещатели	Пожарный инвентарь	Защита органов дыхания и зрения	Пожарный лом, ведро	Дымовые и тепловые датчики

4.6. Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 17 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Усовершенствование ТП изготовления первичного вала	Изготовление и применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	Установка пожароопасного оборудования по возможности в изолированных помещениях или на открытых площадках
Усовершенствование ТП изготовления первичного вала	Нормирование численности людей на объекте по условиям безопасности при пожаре	Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел.

4.7. Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 18 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова)
Усовершенствование ТП изготовления первичного вала	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000	Отсутствует	Забор воды из разных источников водоснабжения	Образование металлической стружки
	Токарно-фрезерный станок DMGNTX 1000			Образование металлической стружки
	Круглошлифовальный станок 3Т150			Образование загрязненной воды

4.8. Разработать мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта, согласно нормативных документов (20) приложения 4, оформить Таблицу 8.

Таблица 19 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Усовершенствование ТП изготовления первичного вала
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Отсутствует
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Утилизация смазывающей охлаждающей жидкости (СОЖ) при помощи термического метода
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Сбор стружки путем запрессовки и отправки ее на переработку с целью дальнейшего использования

Выводы:

1. В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса усовершенствования первичного вала КПП, перечислены технологические операции, должности

работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 10.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым тех. операциям, видам производимых работ.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно: подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 10.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 10.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 10.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 10.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 10.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 10.8).

5. Экономическая часть

5.1. Данные для расчета

Задача раздела данного - усовершенствование базового вариант на основе определения экономического эффекта, предположительно который будет верным решением в технологическом производстве при его внедрении, разработанного в существующей работе.

Произведен расчет экономической эффективности (12), методом сравнения базового и проектного варианта:

1) Базовый: Использование 2-х станков (токарного и зубофрезерного с ЧПУ)

2) Проектный: Применен 1 станок (универсальный токарно-фрезерный ЧПУ)

Для внедрения изменений в технологический процесс нам потребуются затраты связанные с оборудованием, его доставку и монтаж, затраты на аппаратуры на станки с ЧПУ и необходимо учесть величину незавершенного производства в связи с особенностями станка, суммарная величина которой составляет 703321 руб.

Применена методика расчета технологической себестоимости (12), которая позволила получить все нужные данные для нахождения полной себестоимость предложенного варианта, которая представлена в таблице 11.1

Таблица 20 - Калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса

№	Статьи затрат	Затраты, руб.		Изменения +/-
		Базовый	Проект	
1	2	3	4	5
1	Материалы за вычетом отходов: M	411,52	411,52	
2	Основная заработная плата рабочих операторов: $Z_{пл.осн} = Z_{пл.оп} + Z_{пл.нал}$	22,41	18,39	-4,02
3	Начисления на заработную плату: $H_{з.пл}$	5,81	5,51	-0,30
4	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{э.об}$	22,42	14,42	-8,0

Продолжение таблицы 20

	Итого технологическая себестоимость: $C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ.ОСН} + H_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ}$	462,16	449,84	-12,32
5	Общехимические накладные расходы: $P_{ЦЕХ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ}$	33,33	31,63	-1,70
	Итого цеховая себестоимость: $C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$	495,49	481,67	-13,82
6	Заводские накладные расходы: $P_{ЗАВ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ}$	38,17	36,22	-1,95
	Итого заводская себестоимость $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$	533,66	517,89	-15,77
7	Внепроизводственные расходы $P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП}$	1,60	1,55	-0,05
	Всего полная себестоимость $C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$	535,26	519,44	-15,82

Учитывая полученные данные, можно наглядно отобразить составные элементы полной себестоимости в виде диаграммы калькуляции себестоимости (рисунок 5.1).

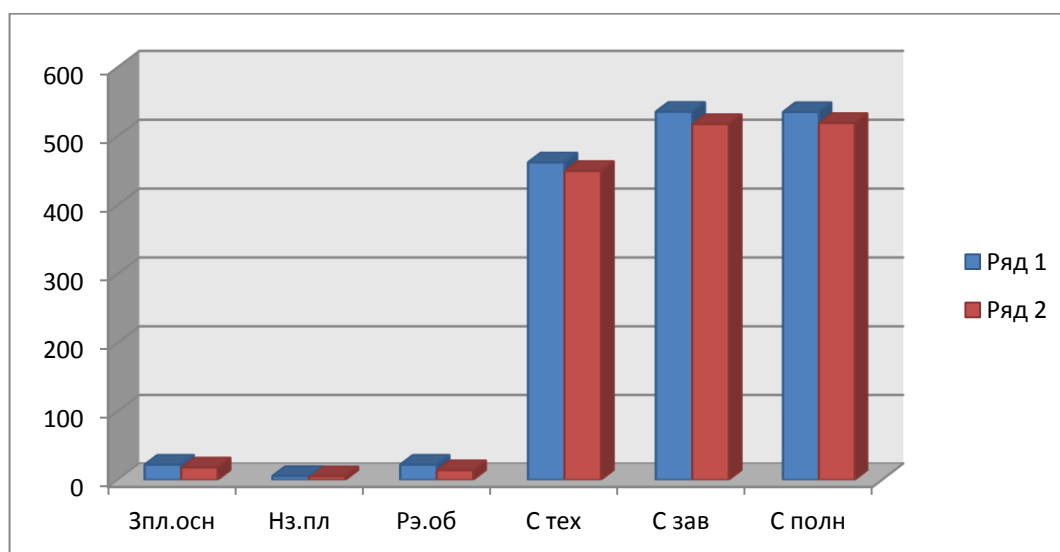


Рисунок 8 - Диаграммы калькуляции себестоимости

Проведем экономическое обоснование эффективности с использованием методики расчета экономической эффективности проекта, согласно которой определяем следующие величины:

$$PP_{OЖ} = \mathcal{E}_{y-\Gamma} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \times P_{\Gamma} = (535,26 - 519,44) \times 10000 = 158200 \text{ руб.};$$

$$H_{ПР} = PP_{OЖ} \times K_{НАЛ} = 158200 \times 0,2 = 31640 \text{ руб.};$$

$$PP_{ЧИСТ} = PP_{OЖ} - H_{ПР} = 158200 - 31640 = 126560 \text{ руб.};$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{PP_{ЧИСТ}} + 1 = \frac{703321}{126560} + 1 = 6 \text{ лет};$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = PP_{ЧИСТ.ДИСК(T)} = \sum_{t=1}^T PP_{ЧИСТ_t} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} = 126560 \cdot (0,980 + 0,961 + 0,942 + 0,924 + 0,906 + 0,888) = 733415 \text{ руб.};$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} = 733415 - 703321 = 30094 \text{ руб.};$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} = \frac{733415}{703321} = 1,04 \text{ руб. / руб.}$$

Из всех сделанных расчетов можно сделать вывод, о том что, раз чистый дисконтированный доход больше 0, значит, работу можно считать эффективным, и поэтому определим индекс доходности, то есть прибыль на каждый вложенный рубль. И его значение будет составлять 1,04 руб/руб. Капитальные вложения окупятся в течении 6 лет, а интегральный экономический эффект составит 30094 рублей.

Поэтому, замена 2-х станков (токарного и зубофрезерного) на более эффективный станок (токарно-фрезерный) позволяет существенно сократить время на обработку детали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был проведен анализ основного назначения детали, анализ технологичности, усовершенствован технологический процесс изготовления детали, сделан вывод, что деталь технологична.

Произведен расчет заготовки, полученный методом горячей объемной штамповки, спроектирован план обработки.

Разработана операционная технология, рассчитаны припуски, режимы резания и нормы времени на две операции - токарную и зубофрезерную аналитически, на остальные операции по таблицам.

Спроектировано станочное приспособление - патрон 3-х кулачковый с торцеприводом для токарной операции. Рассчитана экономическая эффективность данной работы. Разработаны маршрутные карты, операционные карты

Было сравнение двух вариантов использования станков с ЧПУ - замена токарного и зубофрезерного станка, на токарно-фрезерный станок, что позволило сократить время на обработку детали.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов] / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 4-е издание. Перепечатка с 4-ого издания 1983 г. - М. : ООО ИД "Альянс", 2007. - 256 с., 1000 экз.
2. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М. : Машиностроение, 1971.
3. Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности: "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыднев. - М. : Машиностроение, 1985. - 184 с., ил., 75000 экз.
4. ГОСТ 7505-89. Поковки штампованные. Допуски, припуски, кузнечные напуски. - М. : Изд-во стандартов, 1993.
5. Технология конструкционных материалов: Учебник для машиностроительных специальностей вузов / А.М. Дальский, И.А. Арутюнова, Т.М. Барсукова и др.; Под общ. Ред. А.М. Дальского. - 2-е изд., перераб. И доп. - М. : Машиностроение, 1985. - 448 с., ил.
6. Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах [Текст]: Учеб. пособие для техникумов. / Н.А. Нефедов. 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Высш. Школа, 1986. - 239 с., ил., 10000 экз.
7. Данилевский, В.В. Технология машиностроения - М. : Высш. школа, 1984 - 416с.
8. Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине "Технология машиностроения" [Текст] / А.В. Михайлов, - Тольятти, 2008. - 75с.
9. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.1./Под ред. А.Г. Косиловой - М. : Машиностроение, 1985. - 685.
10. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х т. Т.2./Под ред. А.Г. Ко-

- силовой – М. : Машиностроение, 1985. -496.
11. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т./Под ред. Б.Н. Вардашкин, 1984, - 592 с., ил.
12. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100) [Текст] / Н.В. Зубкова, - Тольятти: ТГУ, 2008.- 46 с.
13. Гуляев, А. П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1986. - 544 с.
14. Романов, В.Ф. Расчет зуборезных инструментов. М. : Машиностроение 1969. - 251 с.
15. Власов, А.Ф. Техника безопасности при обработке металлов резанием. - М.: Машиностроение, 1980. - 80 с., ил.
16. Любомудров, В.Н., Васильев Н.Н., Фальковский Б.И. Абразивные инструменты и их изготовление. - Л. : Машгиз, 1953. - 376 с.
17. Бобровский, А.В., Драчев О.И., Николаев С.В., Расторгуев Д.А., Схиртладзе А.Г., Коротков И.А., Шамов Н.П. Расчет и конструирование приспособлений. 2-ое издание. Учебное пособие. М. : Славянская школа, 2003. - 201 с.
18. Козловский, И.С. Химико-термическая обработка шестерен. - М. : Машиностроение, 1970. - 232 с.
19. Бранановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др]; под ред. А.Д. Корчемкина. - М. : НИИТавтопром, 1995. - 456 с., 5000 экз.
20. Безопасность и экологичность объекта дипломного проекта: учебно-методическое пособие к дипломному проектированию / Л.Н. Горина, Н.Е. Данилина, Н.Н. Кувшинова, О.В. Шайкенова, И.Л. Шапорева – Тольятти: изд-во ТГУ, 2008. – 33с.
21. Gentile, F. Benedettini, R. Brincker, & N. Moller (Eds.), Gearbox Beatdown - Synchromesh vs. DOG Box (Vol. 1, p. 323-330).

22. Maeda, M., & Murakami, Y. (2003). Testing method and effect of ATF performance of wet friction materials. SAE Technical Paper, 2003-01-1982, 45 - 50.
23. Matsuo, K., & Saeki, S. (1997). Condition Monitoring Method for Automatic Transmission Clutches 972928, p. 93 - 98.
24. Gao, H., & Barber, G. C. (2002). Floating Shaft Load Sharing Method for Face Gear Split Torque Transmission System, 124(2), p. 414 - 419.
25. Kruse, F., Lefkoff, A., Boardman, J., Heidebrecht, K., Shapiro, A., Barloon, P., et al. (1993). Induction Hardening and Microstructure Analysis of Micro-Alloyed Steel Roller Shaft of an Under Carriage, 44(2-3), p.145 - 163.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Технологическая документация)

Дубл.																	ГОСТ 3.1118-82 Форма 1
Взам.																	
Подп.																	
Разраб.	Лысенко Ю.Ю.																
Проверил	Левашкин Д.Г.																
Н.Контр.	Виткалов В.Г.																
М01																	
М02																	
А	Цех	Уч	Рм	Опер.													
Б																	
А03				000													
Б04																	
05																	
А06				005													
Б07																	
008																	
Т09																	
Т10																	
11																	
А12				010													
Б13																	
014																	
Т15																	
Т16																	
17																	
А18																	
Б19																	
020																	
Т21																	
Т22																	
МК																	

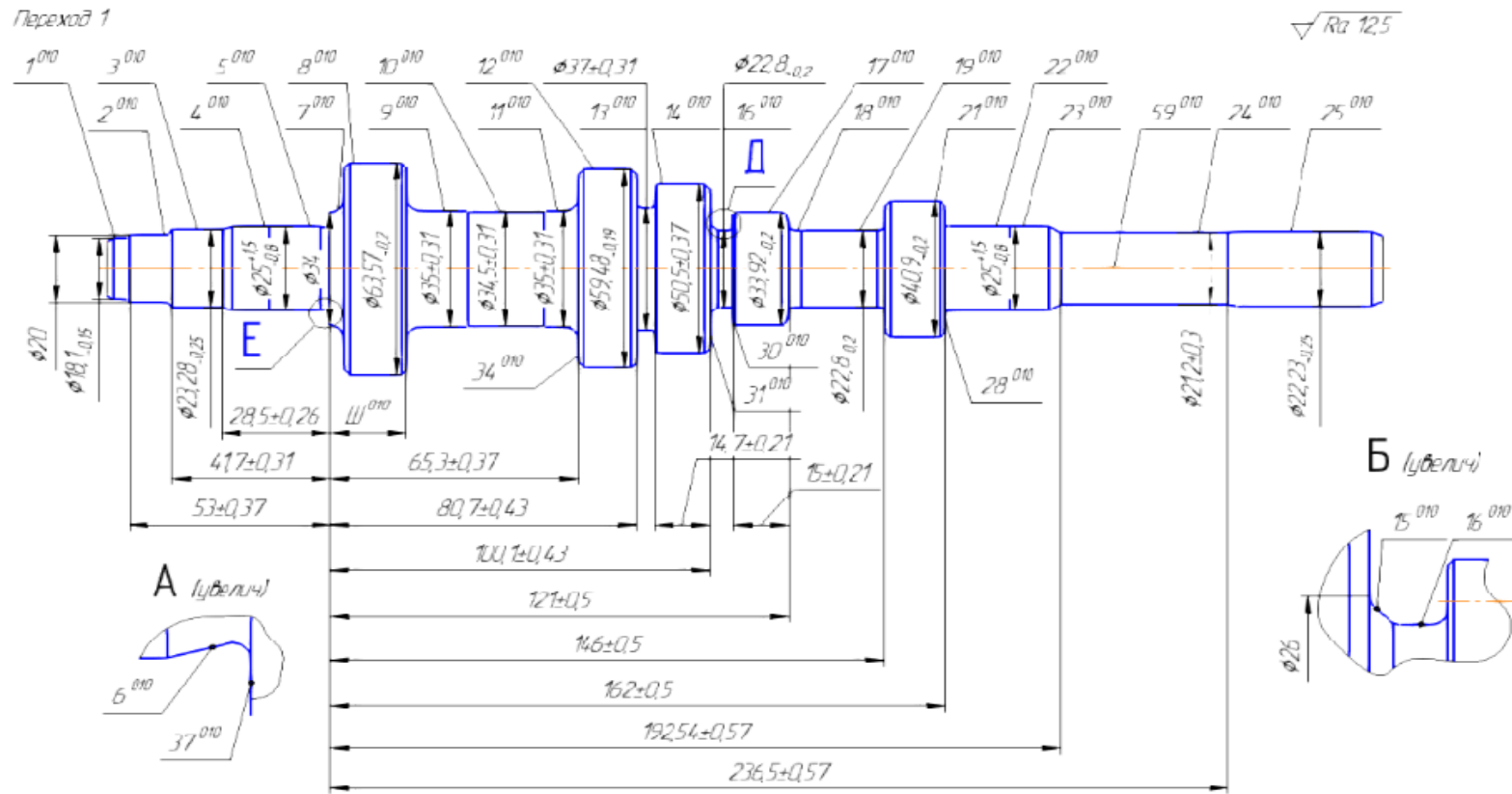
A	Цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции												
Б	Код, наименование операции				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.		
A23																	
B24																	
025	Нарезание резьбы 58, шлицы 57,51, нарезание зубьев 56-52																
T26	Патрон 3-х кулачковый с торцоприбором, центр вращающийся МТ4 ГОСТ 8742-75																
T27	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78																
28																	
A29				015													
B30																	
031	Шебингование зубьев 56-52																
T32	Центра упорные ГОСТ 8740-75; дисковый шевер ГОСТ 8570-80																
T33	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78																
34																	
A35				020													
B36																	
037	Насыщение поверхностей углеродом и азотом																
38																	
A39				025													
B40																	
041	Снижение температуры стали																
42																	
A43				030													
B44																	
045	Охлаждение всех поверхностей																
46																	
A47				035													
B48																	
049	Снятие напряжений стали																
50																	
A51				040													
B52																	
053	Шлифовать центральные отверстия 50, 60																
T54	Патрон мембранный ГОСТ 16157-70; шлифовальная головка ГОСТ 2424-83																
МК																	

A	Цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции											
Б	Код, наименование операции				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.	
T55	Приспособление контрольное ГОСТ 5584-61															
56																
A57				045	Торцешлифовальная (черная)											
B58					Круглошлифовальный станок 3Т150				22	1	1	1	1	50	21	1538
059	Шлифование цилиндрических поверхностей 22, шлифование торцов 28															
T60	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр упорный 8740-75, круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83															
T61	Профилометр ГОСТ 2789-73															
62																
A63				050	Торцешлифовальная (черная)											
B64					Круглошлифовальный станок 3А151				22	1	1	1	1	50	21	1525
065	Шлифование цилиндрических поверхностей 5, шлифование торцов 37															
T66	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр упорный 8740-75, круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83															
T67	Профилометр ГОСТ 2789-73															
68																
A69				055	Шлифовальная (чистовая)											
B70					Круглошлифовальный станок 3Т150				22	1	1	1	1	50	21	1214
071	Шлифование цилиндрических поверхностей 22															
T72	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр упорный 8740-75, круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83															
T73	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78															
74																
A75				060	Шлифовальная (чистовая)											
B76					Круглошлифовальный станок 3Т150				22	1	1	1	1	50	21	1487
077	Шлифование цилиндрических поверхностей 5															
T78	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр упорный 8740-75, круг шлифовальный 140x50x40 ГОСТ 2424-83															
T79	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78															
80																
A81				065	ПолIROвание											
B82					Круглошлифовальный станок 3Т150				22	1	1	1	1	50	10	0,660
083	ПолIROвание цилиндрической поверхности: 23															
T84	Патрон поводковый ГОСТ 2571-71, центр упорный 8740-75, круг шлифовальный 100x20x20 ГОСТ 51967-2002															
T85	Микрометр МК-100 ГОСТ 6507-78															
МК																

A	Цех	Уч.	Рм	Опер.	Код, наименование операции										
Б	Код, наименование операции				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
86															
A87				070	Моющая										
B88					Моющая машина UNIX 60										
089	Промывка детали от частиц абразива и стружки														
90															
A91				075	Контрольная										
A92					Контрольный стенд										
093	Контроль согласно рабочим чертежам														
94															
T95															
T96															
T97															
T98															
T99															
T100															
T101															
T102															
T103															
T104															
T105															
T106															
T107															
T108															
T109															
T110															
T111															
T112															
T113															
T114															
T115															
МК															

Дубл.																			ГОСТ 3.1404-86 Форма 3
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Лысенко Ю.Ю																		
Проверил	Левашкин Д.Г																		
Н. Контр.	В.Г Виткалов																		
Деталь - Первичный вал																			
Наименование операции				Материал				Твердость		EB	MD	Профиль размеры			M3	КОИД			
O10 Токарная (переход 1)				Сталь 20ХН3А ГОСТ 4543-71				HRC 58		X	2,6	∅ 70х336			3,3	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				Тa	Tb	Tпз	Tшп	СОЖ							
Токарный станок с ЧПУ DMG NTX 1000				XXXXXX				1,208	0,850	15	2,188	ОСМ - 1							
P				PI	D или B	L	t	i	S	n	V								
001	1. Установить заготовку																		
T02	Патрон 3-х кулачковый с торцеприводом, центр вращающийся MT4 ГОСТ 8742-75, резец токарный с механическим креплением пластин ГОСТ 26613-85																		
003	2. Точить поверхности : 1-10, 11-25, 28-39, 40-49																		
T04	1 - резец с механическим креплением пластин GC4325 ;резец 2 - канавочный GC4325																		
T05	3. Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89																		
P06				1	22,23	240	2,4	1	0,7	1000	69,8								
P07					40,9	150	2,4	1	0,7	600	77								
P08					50,5	89	2,4	1	0,7	500	79,2								
P09					63,57	24	2,4	1	0,7	400	79,8								
					25	20	2,4	1	0,7	1000	78,5								
				2	23	27	2,4	1	0,2	1600	115,5								
					26	5,9	2,4	1	0,2	1400	114								
					37	6,9	2,4	1	0,2	1000	116,2								
OK																			

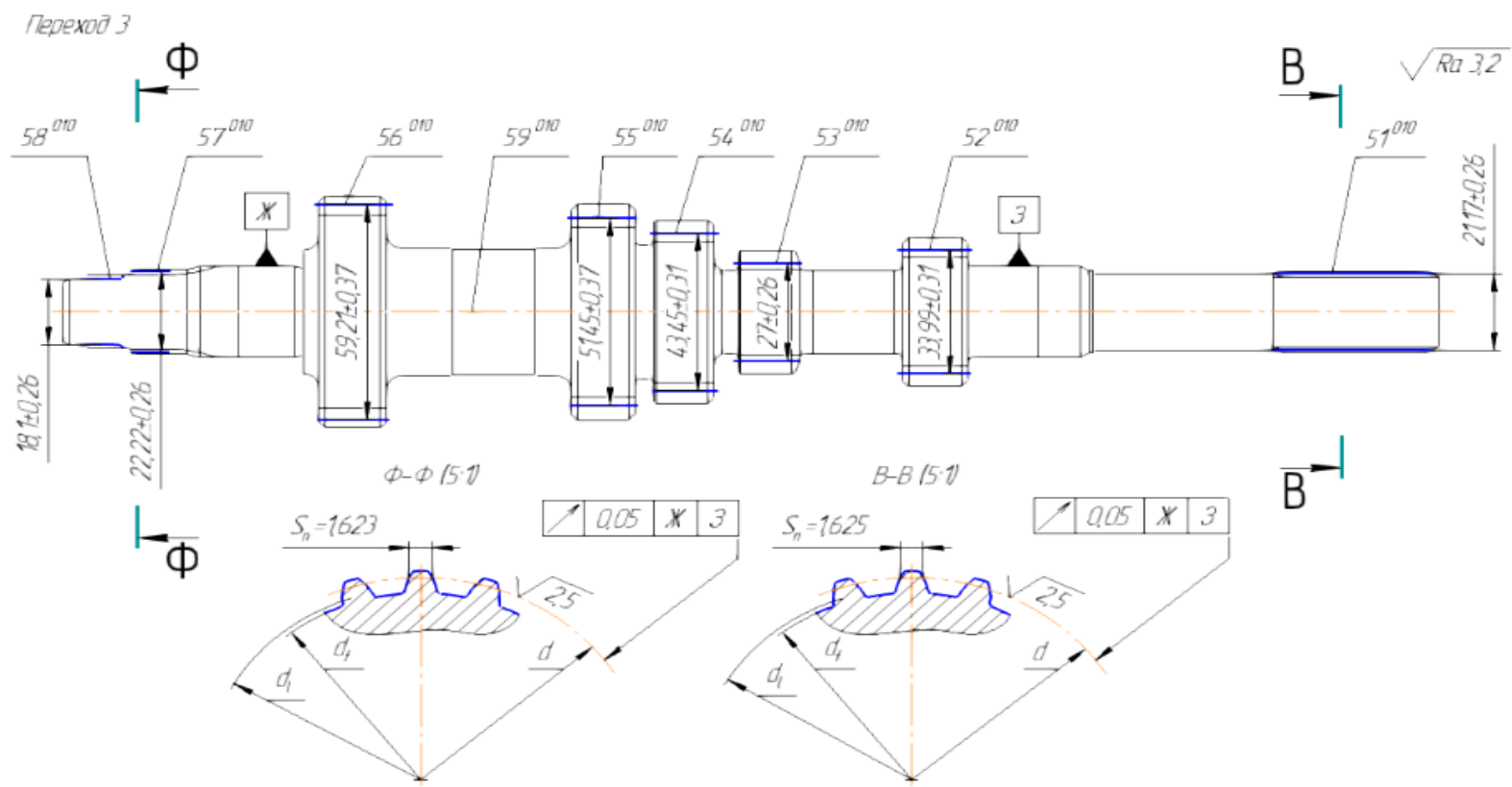
Дибл									
Взам									
Модл									
Разраб	Лысенко Ю.Ю.								
Проверил	Левашкин Д.Г.								
Н. контр.	Виткалов В.Г.								
				Кафедра ОТМП «ТГУ»	16.07.ТМ660.001.К3	XXXXXX XXXXXXXX	АБВГ. XXXXX XXX		
Деталь - Первичный вал							05	010	



К3

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разработчик	Лысенко Ю.Ю.	Кафедра ОТМТ «ТГУ»	16.07.ТМ660.002.КЭ	05	010
Проверил	Левашкин Д.Г.				
Н. контр.	Виткалов В.Г.	Деталь - Первичный вал			



КЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Спецификация)

Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.07.ТМ.660.000	Лит.	Лист	Листов	
									Разраб.
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.07.ТМ.660.000	ТГУ, МСБ-1231			
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16.07.ТМ.660.000	ТГУ, МСБ-1231			
Перв. примен.									
Старый №									
	A1				16.07.ТМ.660.000.СБ				
						Документация			
						Детали			
		1	16.07.ТМ.660.001			Крышка передняя		1	
		2	16.07.ТМ.660.002			Корпус		1	
		3	16.07.ТМ.660.003			Штуцер		4	
		4	16.07.ТМ.660.004			Угольник ввертной		2	
		5	16.07.ТМ.660.005			Уплотнитель		2	
		6	16.07.ТМ.660.006			Задняя крышка		1	
		7	16.07.ТМ.660.007			Поршень 2		1	
		8	16.07.ТМ.660.008			Корпус пневмоцилиндра		1	
		9	16.07.ТМ.660.009			Корпус		1	
		10	16.07.ТМ.660.010			Уплотнители		5	
		11	16.07.ТМ.660.011			Задняя крышка цилиндра		1	
		12	16.07.ТМ.660.012			Уплотнители		8	
		13	16.07.ТМ.660.013			Промежуточный шток поршня 2		1	
		14	16.07.ТМ.660.014			Шток поршня 1		1	
		15	16.07.ТМ.660.015			Фланец		1	
		16	16.07.ТМ.660.016			Уплотнение штока 3		3	
	17	16.07.ТМ.660.017			Стопорное кольцо		1		
	18	16.07.ТМ.660.018			Пружина		6		
	19	16.07.ТМ.660.019			Клин		3		
	20	16.07.ТМ.660.020			Скошенный ролик		3		
	21	16.07.ТМ.660.021			Пружина кулачка		3		
Подп. и дата									
Взам. инв. №									
Инв. № дубл.									
Подп. и дата									
16.07.ТМ.660.000									
Патрон									
трехкулачковый									
с торцеприводом									
Копировал						Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол	Примечание	
				<u>Детали</u>			
		22	16.07.TM660.021	Ось	3		
		23	16.07.TM660.022	Уплотнительное кольцо	3		
		24	16.07.TM660.023	Постоянный кулачок	3		
		25	16.07.TM660.024	Сменный кулачок	3		
		26	16.07.TM660.025	Пластина сменного кулачка	3		
		27	16.07.TM660.026	Поводок	3		
		28	16.07.TM660.027	Центр	1		
		29	16.07.TM660.028	Корпус патрона	1		
		30	16.07.TM660.029	Уплотнение защитное 1	2		
		31	16.07.TM660.030	Уплотнение защитное 2	2		
		32	16.07.TM660.031	Уплотнитель	2		
		33	16.07.TM660.032	Крышка передняя цилиндра	1		
		34	16.07.TM660.033	Уплотнитель	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		35		Винт М10 ГОСТ 11738-84	5		
		36		Шайба ГОСТ 6402-70	5		
		37		Болт М4 х 10 ГОСТ 11738-84	5		
		38		Гайка М35 ГОСТ 5915-70	1		
		39		Штифт ISO 2338	4		
		40		Манжета ГОСТ 14896-84	3		
		41		Винт М8 ГОСТ 11738-84	3		
		42		Шайба ГОСТ 6402-70	3		
		43		Винт М12 ГОСТ 11738-84	3		
		44		Винт М10 ГОСТ 11738-84	3		
		45		Шпонка 8x10x25 ГОСТ 23360-78	1		
		46		Винт М10 ГОСТ 11738-84	3		
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	16.07.TM.660.000			Лист
							2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол	Примечание
		47		Шайба ГОСТ 6402-70	3	
		48		Винт М4 ГОСТ 11738-84	3	
		49		Винт М6 ГОСТ 11738-84	18	
		50		Винт М6 ГОСТ 11738-84	2	
		51		Винт М12 ГОСТ 11738-84	8	
		52		Винт М5 ГОСТ 11738-84	10	
		53		Шайба М8 х 2 ГОСТ 9649-78	10	
		54		Стопорное кольцо М10 х 2 ГОСТ 9649-78	1	
		55		Гайка М10 х 5 ГОСТ 5915-70	1	
		56		Подшипник ГОСТ 3635-78	2	
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв. № дубл	Подп. и дата	16.07.ТМ.660.000	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист 3	

Копировал

Формат А4