

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 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления двухступенчатого шкива

Студент(ка)	В.В. Тулаев	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	А.В. Щипанов	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Л.Н. Горина	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Н.В. Зубкова	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	В.Г. Виткалов	
	(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

«___» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Тулаев Виталий Васильевич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления двухступенчатого шкива
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____» 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 7000 шт в год; режим работы участка – 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 и режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список использованных источников

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Тулаев В.В. Технологический процесс изготовления двухступенчатого шкива. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

Данная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления двухступенчатого шкива.

В первом разделе производится описание исходных данных, ставятся задачи работы.

Во втором разделе производятся: выбор заготовки, выбор методов обработки, определение режимов резания, проектирование заготовки, выбор технологического маршрута обработки, проектирование плана изготовления, выбор средств технологического оснащения, проектирование технологических операций.

В третьем разделе производится проектирование приспособления и режущего инструмента.

В четвертом разделе производится анализ безопасности и экологичности технического объекта.

В пятом разделе производится расчет экономической эффективности работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали.....	8
1.4 Задачи работы.....	10
2 Технологическая часть работы.....	11
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	11
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	16
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	21
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.7 Проектирование технологических операций.....	28
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	31
3.1 Проектирование приспособления	31
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	39
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	40
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	44
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	52
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	55

5 Экономическая эффективность работы.....	57
Заключение.....	62
Список использованных источников.....	63
Приложения.....	66

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Двухступенчатые шкивы применяются для получения различных скоростей вращения. Это позволяет менять частоту вращения ведомого вала исполнительного механизма путем переброски ремня с одного шкива на другой. Такое решение выгодно в случае нечастой смены частот вращения. При этом отпадает необходимость применения дорогостоящих коробок переменных скоростей. Но при этом существенным недостатком является необходимость остановки механизма для перемещения ремня в нужный ручей шкива.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрен один из вариантов проектирования технологического процесса изготовления двухступенчатого шкива, который обеспечит выпуск деталей необходимого качества в заданной годовой программе выпуска.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Деталь шкив служит для передачи крутящего момента от ведущего вала двигателя ведомому валу исполнительного механизма. При этом передача момента возможна с различными частотами, что обеспечивается наличием у шкива двух ручьев.

В процессе работы шкив воспринимает крутящий момент от ведущего вала посредством боковых поверхностей шпонки и передает исполнительному механизму через боковые поверхности ручьев под клиноременную передачу.

Передаваемый крутящий момент и частота вращения могут быть значительными по величине. При этом возникают циклические знакопеременные нагрузки. В процессе эксплуатации шкив ничем не закрывается, поэтому условия могут сильно зависеть от внешней среды, где механизм эксплуатируется.

В связи с этим условия работы детали можно охарактеризовать как достаточно сложные, а внешнюю среду как умеренно агрессивную.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность шкива будем оценивать по технологичности материала, технологичности заготовки, технологичности общей конфигурации, технологичности базирования и закрепления, технологичности обрабатываемых поверхностей [1].

Для анализа материала заготовки необходимо определить его состав и основные характеристики [2].

Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 0,36-0,44% углерода, 0,8-1,1% хрома и другие элементы. Прочность σ_B в состоянии поставки до 720 МПа.

Данные механические свойства приняты из условий работы детали, при этом они обеспечивают хорошую обрабатываемость резанием и обеспечивают проведение термообработки в случае необходимости.

Заготовка шкива, исходя из его формы и материала, может быть получена

каким-либо из способов обработки металлов давлением [3]. При этом ее форма будет максимально приближена к форме готовой детали. Поэтому ее можно считать технологичной.

Шкив имеет достаточно сложную конфигурацию, но все поверхности достаточно простые по форме и могут быть обработаны стандартными методами механической обработки [4]. При этом в конструкции шкива широко используются унифицированные элементы и размеры соответствуют нормальному ряду чисел. Поэтому конфигурацию шкива также можно считать технологичной.

Одним из ключевых вопросов при механической обработке и обеспечения технологичности детали является ее базирование. Согласно данным [5], для базирования рассматриваемой детали могут быть использованы типовые схемы базирования, что обеспечит соблюдение всех основных принципов базирования и сократит погрешности при обработке. В связи с этим при базировании деталей на операциях механической обработки деталь можно считать технологичной.

С точки зрения механической обработки деталь так же может считаться технологичной. Не смотря на то, что все поверхности детали необходимо подвергнуть механической обработке, исходя из их характеристик, сама обработка может быть выполнена по типовым маршрутам [1]. Изменение характеристик поверхностей в сторону их снижения невозможно, т.к. они являются оптимальными для данной детали с точки зрения конструкции всего узла и условий работы.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о высокой технологичности детали.

1.3 Систематизация поверхностей детали

Проведем систематизацию поверхностей детали с целью выявления наиболее ответственных из них, обработке которых нужно уделить особое внимание [1]. Для этого выполним эскиз детали и закодируем все ее

поверхности (рисунок 1.1.) Затем систематизируем все поверхности по их назначению (таблица 1.1).

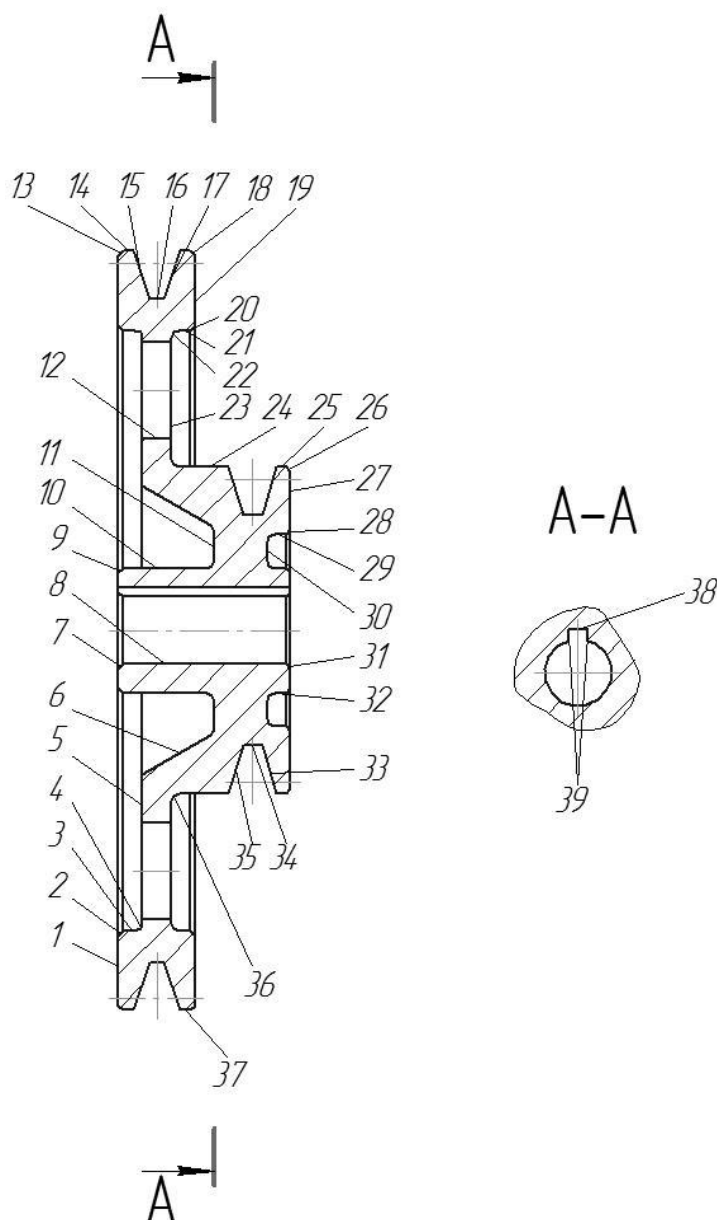


Рисунок 1.1 – Эскиз двухступенчатого шкива

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	8, 27
Вспомогательная конструкторская база	38
Исполнительная поверхность	15, 16, 17, 33, 34, 35, 39
Свободные поверхности	Все оставшиеся поверхности

1.4 Задачи работы

Исходя из цели работы и проведенного анализа исходных данных, задачами данной работы являются: выбрать оптимальный метод получения заготовки, определить припуски и спроектировать заготовку, разработать схемы базирования и маршрут обработки, спроектировать технологический процесс изготовления, выбрать средства технологического оснащения соответствующие выбранному типу производства, спроектировать специальные приспособления и инструмент для лимитирующих операций, рассмотреть вопросы безопасности и экологичности технического объекта, рассчитать экономическую эффективность работы.

Решению данных задач посвящены последующие разделы данной выпускной квалификационной работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Для правильного выбора проектных решений необходимо знать характеристики типа проектируемого производства. Их определение возможно только на основе знания типа производства.

Исходя из того, что на начальной стадии проектирования допускается использование упрощенной методики, для определения типа производства воспользуемся [4].

По заданному объему выпуска детали 7000 штук в год и массе детали равной 1,54 кг выбираем тип производства среднесерийный.

Основные характеристики среднесерийного типа производства:

- форма организации техпроцесса непоточная;
- проектирование маршрута обработки на базе типового;
- определение припусков на точные поверхности расчетно-аналитическим методом, на остальные поверхности по нормативам;
- нормирование операций на основе расчетно-аналитического метода;
- применение универсальных и стандартных средств технологического оснащения;
- маршрутно-операционная технология проектирования технологического процесса.

Остальные характеристики принимаются по данным [1, 4].

2.2 Выбор метода получения заготовки

Метод получения заготовки шкива выбирается исходя из обеспечения минимума суммарных затрат на ее получение и механическую обработку.

Для проведения соответствующих расчетов используется методика [3].

Для детали типа шкив из стали 40Х целесообразно применять в качестве заготовки штамповку в открытых штампах или штамповку на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) [3].

Общие затраты на получение детали рассчитываются:

$$C_T = C_{\text{заг}} \cdot Q + C_{\text{мех}} (Q - q) - C_{\text{отх}} (Q - q) \quad (2.1)$$

где C_T - технологическая себестоимость изготовления детали;

$C_{\text{заг}}$ - стоимость одного кг заготовки;

$C_{\text{мех}}$ - стоимость механической обработки, отнесенная к одному кг срезаемой стружки;

$C_{\text{отх}}$ - цена одного кг отходов.

Расчет ведем для каждого варианта.

Массу детали определим при помощи специального прикладного пакета, встроенного в программное обеспечение «Компас V15». Для этого необходимо спроектировать 3-D модель шкива (рисунок 2.1). Получаем $q=1,54$ кг.

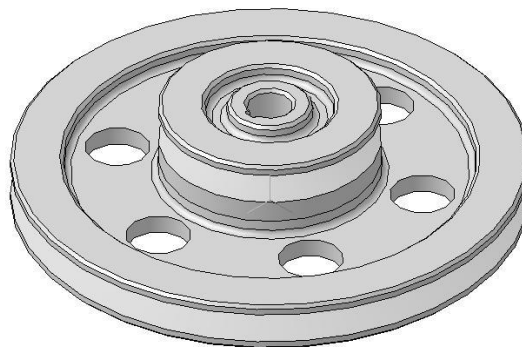


Рисунок 2.1 – 3-D модель шкива

Ориентировочно масса заготовки может быть рассчитана:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

где Q – масса детали;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от способа получения заготовки и формы детали.

Тогда для штамповки в открытых штампах получим: $Q_1 = 1,54 \cdot 1,5 = 2,31$ кг.

Для штамповки на КГШП: $Q_2 = 1,54 \cdot 1,3 = 1,96$ кг.

Стоимость механической обработки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

на КГШП $C_{MEX1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04$ руб.

Стоимость заготовок, полученных штамповкой, с достаточной для стадии проектирования точностью можно определить по формуле:

$$C_{ЗАГ} = C_{ОТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П} \quad (2.4).$$

где $C_{ОТ}$ - базовая стоимость одного кг заготовок;

h_T - коэффициент точности штамповки;

h_M - коэффициент марки материала;

h_C - коэффициенты, зависящий от группы сложности штамповки;

h_B - коэффициент массы штамповки;

$h_{П}$ - коэффициент объема производства.

$$C_{ЗАГ1,2} = 43,16 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,14 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 60,96 \text{ руб.}$$

Подставляя полученные значения в формулу (2.1) получаем:

$$C_{T1} = 60,96 \cdot 2,31 + 6,04 \cdot \left(\frac{0,31 - 1,54}{-1,4} \right) \cdot \left(\frac{0,31 - 1,54}{-1,4} \right) = 144,39 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 60,96 \cdot 1,96 + 6,04 \cdot \left(\frac{0,96 - 1,54}{-1,4} \right) \cdot \left(\frac{0,96 - 1,54}{-1,4} \right) = 93,16 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что наиболее выгодным является метод получения заготовки на КГШП.

Рассчитаем экономический эффект от применения этого метода:

$$\mathcal{E} = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N \quad (2.5)$$

где C_{T1} , C_{T2} - технологическая себестоимость изготовления детали из

сопоставляемых заготовок.

В нашем случае имеем: $\Delta = (44,398 - 93,16) \cdot 7000 = 358666$ руб.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

При выборе методов обработки поверхностей решается достаточно сложная многовариантная задача. Как правило, одних и тех же параметров качества точности и шероховатости можно достичь применением различных последовательностей методов обработки, поэтому окончательный их выбор задача больше экономическая, чем техническая. Для упрощения выбора методов обработки на практике используется коэффициент удельных затрат [6]. Выбор производится по минимуму этого коэффициента.

Оформим результаты выбора методов обработки поверхностей согласно рекомендаций [6] в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1	П	10	2,5	Т-Тч-ТО-Ш
2	К	12	12,5	Тч-ТО
3	ЦВ	12	12,5	Т-ТО
4	П	12	12,5	Т-ТО
5	П	2	12,5	Т-ТО
6	К	12	12,5	Т-ТО
7	К	12	12,5	Тч-ТО
8	ЦВ	7	1,6	Т-Пр-ТО-Ш-Шч
9	К	12	12,5	Тч-ТО
10	ЦВ	12	12,5	Т-Тч-ТО-Ш

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
11	П	12	12,5	Т-ТО
12	ЦВ	12	12,5	С-ТО
13	К	12	12,5	Тч-ТО
14	Ц	12	12,5	Т-ТО
15	К	10	1,6	Т-Тч-ТО-Ш
16	Ц	10	12,5	Т-Тч-ТО
17	К	10	1,6	Т-Тч-ТО-Ш
18	К	12	12,5	Тч-ТО
19	П	12	12,5	Т-ТО
20	К	12	12,5	Тч-ТО
21	ЦВ	12	12,5	Т-ТО
22	П	12	12,5	Т-ТО
23	П	12	12,5	Т-ТО
24	Ц	12	12,5	Т-ТО
25	Ц	12	12,5	Т-ТО
26	К	12	12,5	Тч-ТО
27	П	10	2,5	Т-Тч-ТО-Ш
28	К	12	12,5	Тч-ТО
29	Ц	12	12,5	Т-ТО
30	П	12	12,5	Т-ТО
31	К	12	12,5	Тч-ТО
32	Ц	12	12,5	Т-ТО
33	К	10	1,6	Т-Тч-ТО-Ш
34	Ц	10	12,5	Т-Тч-ТО
35	К	10	1,6	Т-Тч-ТО-Ш
36	П	12	12,5	Т-ТО
37	Ц	12	12,5	Т-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
38	ПВ	10	6,3	Пр-ТО
39	ПВ	9	3,2	Пр-ТО

Обозначения принятые в данной таблице: П – плоская поверхность; ПВ – плоская внутренняя поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; К – коническая поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ш – шлифование; Шч – шлифование чистовое; Пр – протягивание.

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Исходя из характеристик типа производства определение припуска на самую точную поверхность $\varnothing 14H7(^{+0,018}_0)$ будем производить расчетно-аналитическим методом [7].

Минимальные припуски определяются по формуле:

$$Z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

где i - индекс данного перехода;

$i-1$ - индекс предыдущего перехода;

$i+1$ - индекс последующего перехода;

a - суммарная величина дефектного слоя;

Δ - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей;

ε - погрешность установки заготовки в приспособлении.

Для нашего случая получаем:

$$Z_{2min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,55 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{3min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,60 + \sqrt{0,018^2 + 0,015^2} = 0,623$$

$$Z_{4min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,50 + \sqrt{0,007^2 + 0,010^2} = 0,512$$

Максимальные припуски определяются по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.7)$$

Для нашего случая получаем:

$$\begin{aligned} Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,07) = 0,726 \\ Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_{TO} + TD_3) = 0,623 + 0,5 \cdot (0,11 + 0,027) = 0,692 \\ Z_{4\max} &= Z_{4\min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,512 + 0,5 \cdot (0,027 + 0,018) = 0,535 \end{aligned}$$

Средние припуски определяются по формуле:

$$Z_{cpi} = (Z_{i\max} + Z_{i\min}) / 2 \quad (2.8)$$

Для нашего случая получаем:

$$\begin{aligned} Z_{cp2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,601 + 0,726) / 2 = 0,664 \\ Z_{cp3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,623 + 0,692) / 2 = 0,658 \\ Z_{cp4} &= (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,512 + 0,535) / 2 = 0,524 \end{aligned}$$

Минимальные и максимальные диаметры определяются по формулам:

$$D_{(i-1)\min} = D_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)\max} = D_{(i-1)\min} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

Минимальный диаметр для перехода термообработки определяется по формуле:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

На основе формул 2.9, 2.10, 2.11 определяем операционные размеры на обработку отверстия.

$$\begin{aligned}
D_{4\min} &= 14,000 \\
D_{4\max} &= 14,018 \\
D_{3\max} &= D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 14,000 - 2 \cdot 0,512 = 12,976 \\
D_{3\min} &= D_{3\max} - TD_3 = 12,976 - 0,027 = 12,949 \\
D_{TO\max} &= D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 12,976 - 2 \cdot 0,623 = 11,730 \\
D_{TO\min} &= D_{TO\max} - TD_{TO} = 11,730 - 0,110 = 11,620 \\
D_{2\max} &= D_{TO\min} \cdot 0,999 = 11,620 \cdot 0,999 = 11,608 \\
D_{2\min} &= D_{2\max} - TD_2 = 11,608 - 0,070 = 11,538 \\
D_{1\max} &= D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 11,538 - 2 \cdot 0,601 = 10,336 \\
D_{1\min} &= D_{1\max} - TD_1 = 10,336 - 0,180 = 10,156
\end{aligned}$$

Средние диаметры определяются по формуле :

$$D_{ic} = \frac{D_{i\max} + D_{i\min}}{2} \quad (2.12)$$

Для нашего случая получаем:

$$\begin{aligned}
D_{cp1} &= \frac{D_{1\max} + D_{1\min}}{2} = \frac{10,336 + 10,156}{2} = 10,246 \\
D_{cp2} &= \frac{D_{2\max} + D_{2\min}}{2} = \frac{11,608 + 11,538}{2} = 11,573 \\
D_{cpTO} &= \frac{D_{TO\max} + D_{TO\min}}{2} = \frac{11,730 + 11,620}{2} = 11,675 \\
D_{cp3} &= \frac{D_{3\max} + D_{3\min}}{2} = \frac{12,976 + 12,949}{2} = 12,963 \\
D_{cp4} &= \frac{D_{4\max} + D_{4\min}}{2} = \frac{14,000 + 14,018}{2} = 14,009
\end{aligned}$$

Общие минимальный, максимальный и средний припуски на обработку определяются по формулам:

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = \frac{2Z_{\min} + 2Z_{\max}}{2} \quad (2.15)$$

$$2Z_{\min} = 14,018 - 10,156 = 3,862$$

$$2Z_{\max} = 3,862 + 0,18 + 0,018 = 4,06$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (3,862 + 4,06) = 3,961$$

Припуски на обработку остальных поверхностей в соответствии с характеристиками типа производства определяем по нормативам [8]. Основное отличие данного метода от предыдущего заключается в том, что минимальный припуск не рассчитывается, а принимается из опытных данных, все остальные расчеты аналогичны.

Для наглядности и удобства дальнейшего использования все полученные данные заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку поверхностей

№ пов.	Наименование перехода	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
1	2	3	4
1	Точение черновое	2,0	3,125
	Точение чистовое	1,0	1,175
	Шлифование черновое	0,4	0,5
6	Точение черновое	0,9	2,15
10	Точение черновое	1,5	2,56
	Точение чистовое	0,25	0,352
	Шлифование черновое	0,3	0,386
11	Точение черновое	1,3	2,405
14	Точение чистовое	2,8	4,2
15	Точение чистовое	0,3	0,58
	Шлифование черновое	0,17	0,282
	Шлифование чистовое	0,06	0,123
16	Точение чистовое	0,3	0,58
17	Точение чистовое	0,3	0,58
	Шлифование черновое	0,17	0,282

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
	Шлифование чистовое	0,06	0,123
19	Точение черновое	2,0	3,09
24	Точение черновое	2,0	3,25
25	Точение черновое	2,0	3,25
27	Точение черновое	1,5	2,625
	Точение чистовое	0,7	0,875
	Шлифование черновое	0,3	0,4
33	Точение чистовое	0,3	0,475
	Шлифование черновое	0,17	0,24
	Шлифование чистовое	0,06	0,099
34	Точение чистовое	0,3	0,475
35	Точение чистовое	0,3	0,475
	Шлифование черновое	0,1	0,24
	Шлифование чистовое	0,06	0,099

Переходя к проектированию заготовки необходимо отметить, что на данном этапе, кроме рассчитанных припусков необходимо учесть еще и напуски. Для этого необходимо определить основные параметры проектируемой заготовки [3, 8]. В нашем случае получаем:

Определяем параметры заготовки:

- класс точности Т4.
- группа стали М2.
- степень сложности заготовки С3.
- исходный индекс И-12.
- штамповочные уклоны 5°.
- радиус закругления 4 мм.
- допустимые значения остаточного облоя не более 0,7 мм.

– отклонение от плоскостности 0,8 мм.

На основании полученных данных проектируем заготовку, чертеж которой представлен на листе графической части данной работы.

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Основываясь на характеристиках типа производства технологический маршрут изготовления двухступенчатого шкива, проектируем на основе типовых технологических маршрутов изготовления, которые представлены в [9, 10]. При этом необходимо провести предварительный анализ известных маршрутов, и учесть конструктивные особенности рассматриваемой детали [6].

Полученный технологический маршрут изготовления шкива представим в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления шкива

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	2	3	4	5
1	Точение	1, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 16, 17	005	Токарная
2	Точение	19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 35	010	Токарная
3	Сверление	8, 12	015	Сверлильная
4	Протягивание	8, 38, 39	020	Протяжная
5	Точение	1, 2, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17	025	Токарная
	Точение	18, 20, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 35	030	Токарная
6	ТО	все	035	Термическая
7	Шлифование	1, 27	040	Плоскошлифовальная

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
8	Шлифование	10	045	Внутришлифовальная
9	Шлифование	8	050	Внутришлифовальная
10	Шлифование	15, 17	055	Круглошлифовальная
11	Шлифование	33, 35	060	Круглошлифовальная
12	Шлифование	8	065	Внутришлифовальная
13	Шлифование	15, 17	070	Круглошлифовальная
14	Шлифование	33, 35	075	Круглошлифовальная
15	Мойка	все	080	Моечная
16	Контроль	все	085	Контрольная

План изготовления шкива формируется на основе полученного маршрута обработки.

В нем в обязательном порядке должны быть указаны: все операции технологического процесса; используемое на них оборудование; операционные эскизы с указанием на них обрабатываемых поверхностей, схем базирования, операционных размеров; технологические требования на выполнение операций.

При этом следует учесть, что оформление и проектирование плана изготовления рекомендуется производить согласно рекомендаций [6].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

На данном этапе необходимо выбрать для каждой операции технологического процесса оборудование, режущий инструмент и средства контроля, соответствующие характеристикам производства. На данный момент имеется огромный выбор средств технологического оснащения как отечественных, так и импортных производителей. Для произведения корректного выбора необходимо воспользоваться рекомендациями [1].

Выбор будем производить по данным [11, 12, 13, 14].

Результаты оформим в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Средства контроля	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный TNMG 22 04 08-PF GC4225 "Sandvik"; Резец токарный расточной TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец канавочный N123G2-0300-0001-CF GC1125 "Sandvik"	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый специальный
010	Токарная с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный TNMG 22 04 08-PF	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89	Патрон цанговый ГОСТ2876-80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			GC4225 "Sandvik"; Резец токарный расточной TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец канавочный N123G2- 0300-0001-CF GC1125 "Sandvik"		
015	Сверлильная	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2	Сверло спиральное специальное Ø10 P6M5K5 Сверло спиральное Ø20 P6M5K5 ГОСТ 2092- 77	Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88	Патрон цанговый ГОСТ2876- 80
020	Протяжная	Протяжной 7Б56	Протяжка ГОСТ6033-81 ВК6М	Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88,	Опора шаровая

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				калибр	
025	Токарная	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец токарный расточной TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец канавочный N123G2- 0300-0001-CF GC1125 "Sandvik"	Микрометр МК-150 ГОСТ6507- 90, нутромер НМ-50 ГОСТ10-88, калибр	Оправка цанговая
030	Токарная	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Резец токарный контурный TNMX16 04 04-WF GC4215 "Sandvik";	Микрометр МК-80 ГОСТ6507- 90, калибр	Патрон цанговый ГОСТ2876- 80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			Резец токарный расточной TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvik"; Резец канавочный N123G2- 0300-0001-CF GC1125 "Sandvik"		
035	Термическая				
040	Плоско- шлифоваль- ная	Плоско- шлифоваль- ный 3E711B1	Круг шлифоваль- ный 1 – 500x40x127 23A46K5V	Микрометр МК-80 ГОСТ6507- 90	Плита магнитная
045	Внутри- шлифоваль- ная	Внутри- шлифоваль- ный 3K227B	Круг шлифоваль- ный 1 – 10x20x4 23A46K7V	Микрометр МК-80 ГОСТ6507- 90	Оправка цанговая
050	Внутри- шлифоваль- ная	Внутри- шлифоваль- ный 3K227B	Круг шлифоваль- ный 1 – 10x20x4	Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88	Патрон цанговый ГОСТ2876- 80

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			23A46K7V		
055	Кругло- шлифоваль- ная	Кругло- шлифоваль- ный 3M174E	Круг шлифоваль- ный 4- 250x13x76 23A60K4V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098- 75	Оправка цанговая
060	Кругло- шлифоваль- ная	Кругло- шлифоваль- ный 3M174E	Круг шлифоваль- ный 4- 250x13x76 23A60K4V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098- 75	Оправка цанговая
065	Внутри- шлифоваль- ная	Внутри- шлифоваль- ный 3K227B	Круг шлифоваль- ный 1 – 10x20x4 24A60K8V	Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88	Патрон цанговый ГОСТ2876- 80
070	Кругло- шлифоваль- ная	Кругло- шлифоваль- ный 3M174E	Круг шлифоваль- ный 4- 250x13x76 24A90K9V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098- 75	Оправка цанговая
075	Кругло- шлифоваль- ная	Кругло- шлифоваль- ный 3M174E	Круг шлифоваль- ный 4- 250x13x76 24A90K9V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098- 75	Оправка цанговая
080	Контрольная				

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
085	Моечная	Моечная машина			

2.7 Проектирование технологических операций

Исходя из характеристик типа производства и рекомендаций [15], режимы резания определяются на основе статистических данных, с учетом конкретных условий обработки. Следует учесть, что при назначении режимов резания на операции с использованием импортного инструмента необходимо использовать рекомендации фирм-изготовителей данного режущего инструмента [11]. При отсутствии таких рекомендаций и для отечественного инструмента следует использовать рекомендации [16, 17, 18].

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.16)$$

где V_T – табличное значение скорости резания;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки при точении, от размеров обработки при фрезеровании, от отношения длины к диаметру при сверлении.

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (2.17)$$

где: D – обрабатываемый диаметр или диаметр режущего инструмента.

После этого необходимо уточнить частоту вращения по паспорту станка и

пересчитать фактическую скорость резания по формуле 2.16.

С целью проведения нормирования технологического процесса необходимо воспользоваться соответствующими рекомендациями [1, 17]. Следует отметить, что расчетные формулы для определения норм времени зависят прежде всего от вида обработки.

Полученные результаты проектирования технологических операций представлены в виде таблицы 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

Номер перехода	S_0 мм/об	V м/мин	n об/мин	L_{px} мм	T_0 мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005 – Токарная					
1	0,2	510	1000	100	0,5
2	0,2	400	930	97	0,52
3	0,07	210	450	45	1,43
Операция 010 – Токарная					
1	0,2	510	1000	102	0,51
2	0,2	400	930	60	0,32
3	0,07	210	1650	24	0,2
4	0,07	210	1000	45	0,64
Операция 015 – Сверлильная					
1	0,3	24	380	113	0,99
2	0,4	28	680	60	0,22
Операция 020 – Протяжная					
1	-	2,5	-	586	0,47
Операция 025 – Токарная					
1	0,15	600	1200	15	0,08
2	0,15	450	1000	24	0,16

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
3	0,03	280	560	45	2,68
Операция 030 – Токарная					
1	0,15	600	1200	34	0,19
2	0,15	450	1000	10	0,07
3	0,03	280	1200	45	1,25
Операция 040 - Плоскошлифовальная					
1	0,015	10		262	3,54
Операция 045 - Внутришлифовальная					
1	0,0015	30	320	20	1,15
Операция 050 - Внутришлифовальная					
1	0,0025	30	380	38	0,98
Операция 055 - Круглошлифовальная					
1	0,008	35	120	12	1,34
Операция 060 - Круглошлифовальная					
1	0,011	35	120	12	0,94
Операция 065 - Внутришлифовальная					
1	0,0015	30	380	38	1,27
Операция 070 - Круглошлифовальная					
1	0,005	35	120	12	1,88
Операция 075 - Круглошлифовальная					
1	0,007	35	120	12	1,31

На основе полученных данных по операционным размерам и режимам резания проектируются технологические наладки, представленные в графической части работы.

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Проектирование приспособления проведем для 005 токарной черновой операции согласно данных [19, 20, 21]. На данной операции выполняется точение контура детали. Соответствующий операционный эскиз представлен на рисунке 3.1. Для обеспечения принятой схемы базирования и обеспечения стабильности сил зажима в качестве приспособления выбираем трехлапчатый самоцентрирующий патрон и проводим его проектирование.

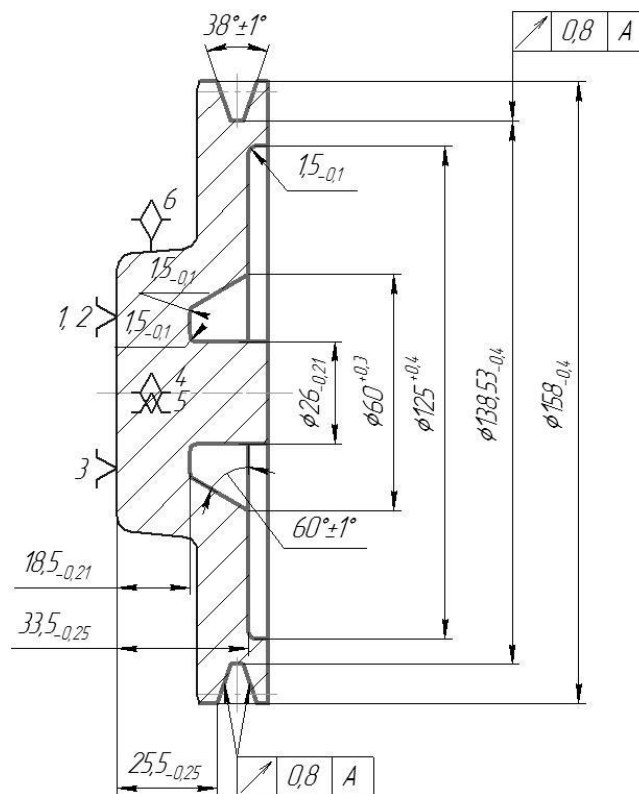


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Для определения необходимых зажимного и исходного усилия составим схему закрепления заготовки, представленную на рисунке 3.2.

Исходя из этой схемы, определяем уравнения моментов от соответствующих составляющих сил резания и сил зажима.

Из условия равновесия моментов данных сил и с учетом коэффициента запаса определяем необходимое усилие зажима.

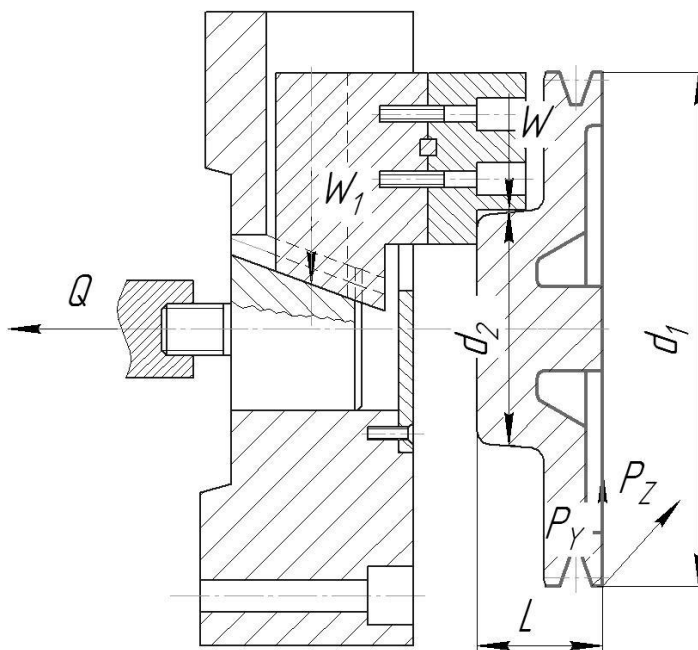


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

В соответствии с представленной схемой, крутящий момент от составляющей силы резания P_z равен:

$$M_p = P_z \cdot d_1 \quad (3.1)$$

Получим: $M_p = 4210 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 674 \text{ Н м}$

Момент от сил зажима:

$$M_z = \frac{W f d_2}{2} \quad (3.2)$$

где W – усилие зажима;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка.

Тогда из равенства моментов необходимое усилие зажима равно:

$$W = \frac{2KM_p}{fd_2} = \frac{2KP_z d_1}{fd_2} \quad (3.3)$$

Коэффициента запаса равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при непрерывном резании;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику;

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры – штыри.

Для нашего случая:

$$W = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4210 \cdot 160}{0,4 \cdot 70} = 72172 \text{ Н.}$$

Момент от силы зажима равен:

$$M_3 = \frac{72172 \cdot 0,4 \cdot 70 \cdot 10^{-3}}{2} = 1010 \text{ Н м.}$$

Определяем усилие зажима W_1 , прикладываемое к постоянным кулачкам:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3l_K}{H_K} \cdot f_1 \right)} \quad (3.5)$$

где l_K – вылет кулачка;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка;

f – коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

$$W_1 = \frac{72172}{1 - \left(\frac{3 \cdot 51}{80} \cdot 0,1 \right)} = 89101 \text{ Н.}$$

Определяем наружный диаметр патрона:

$$D_{\Pi} \cong d_2 + 2H_k \quad (3.6)$$

Получаем:

$$D_{\Pi} = 70 + 2 \cdot 62 = 195 \text{ мм.}$$

Так как D_{Π} 200 мм, то принимаем клиновой механизм.

Рассчитываем передаточное число клинового механизма:

$$i_{C.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \quad (3.7)$$

где α – угол наклона клина;

φ и φ_1 – углы трения на поверхностях кулачка и втулки.

Получим:

$$i_{C.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20 + 6) + \operatorname{tg} 6} = 1,1$$

Усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_C} \quad (3.8)$$

Получим:

$$Q = \frac{89101}{1,1} = 81000 \text{ Н.}$$

Расчетная схема погрешностей патрона с клиновым зажимным механизмом показана на рисунке 3.3.

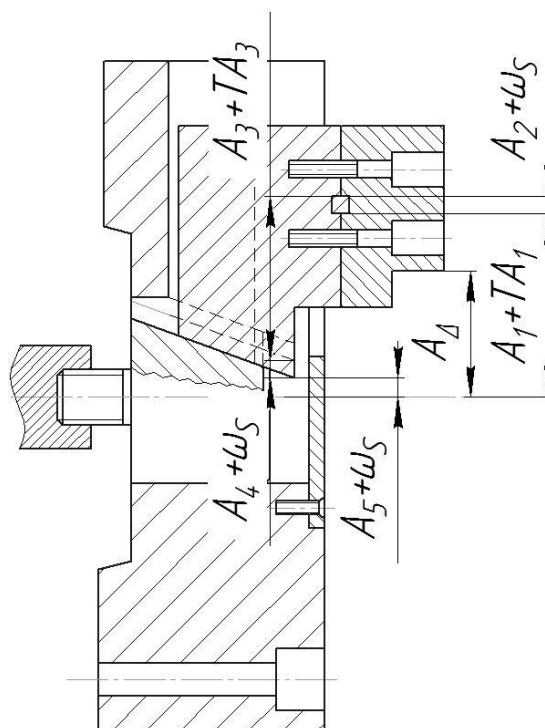


Рисунок 3.3 - Расчетная схема погрешностей патрона

Погрешность установки определяется по формуле:

$$E_y = \sqrt{E_o^2 + E_3^2 + E_{\text{ПР}}^2} \quad (3.9)$$

где, E_o - погрешность базирования;

E_3 - погрешность закрепления;

$E_{\text{ПР}}$ - погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$E_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0.5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.10)$$

где, $\omega_{A\Delta}$ - колебания замыкающего звена A_{Δ} ;

Δ_1 - погрешность, возникающая вследствие неточности изготовления размера A_1 ;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях;

Допуск на замыкающий размер не должен превышать:

$$E_y^{\partial on} = Z_{\min}^{чист} \quad (3.11)$$

где $Z_{\min}^{чист}$ - минимальный припуск на чистовую обработку.

$$Z_{\min}^{чист} = 296 \text{ мкм.}$$

$$E_y^{расч} = 0,5 \cdot \sqrt{25^2 + 30^2 + 15^2 + 10^2} = 21 \text{ мкм.}$$

Условие $E_y^{\partial on} > E_y^{расч}$ выполняется, следовательно, принимаем точность звеньев, составляющих размерную цепь, по 7 качеству.

В конструкцию патрона входят сменные кулачки 10 (три), которые жестко крепятся к постоянным кулачкам 8. Для точной установки сменных кулачков применяется призматическая шпонка 23, а для их закрепления - винты размером М10 с утопающей головкой. Для радиального перемещения кулачков применяется клиновой зажимной механизм 7, который через центральную втулку 9 и тягу связан с силовым приводом. Кулачки, зажимной механизм и другие детали патрона монтируются в корпусе 1, устанавливаемом на переднем конце шпинделя.

Силовой привод состоит из силовой части, создающей исходную силу для закрепления заготовки, и муфты для подвода рабочей жидкости (масло). Силовая часть привода вращается вместе со шпинделем и патроном, а муфта остаётся неподвижной.

Приспособление работает следующим образом: масло под давлением подаётся через отверстие в корпусе муфты в левую крышку. По каналам отверстий оно попадает в штоковую полость и перемещает поршень влево. Посредством тяги и клинового зажимного механизма происходит перемещение кулачков в радиальном направлении к оси патрона и осуществляется центрирование и закрепление заготовки. Для разжима заготовки масло подаётся в поршневую полость.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Расчет режущего инструмента будем производить на операцию 015 сверлильную для перехода 1 по методике, изложенной в [22].

Конструируем сверло для сверления отверстия $\varnothing 10$ мм.

Материал сверла быстрорежущая сталь P6M5K5.

Обработка производится на сверлильном станке с ЧПУ модели 2С125Ф2.

Режимы резания: $S=0,3$ мм/об, $V=28$ м/мин, $n=680$ об/мин.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Для получения годного отверстия $\varnothing 5,9^{+0,12}$ мм необходимо использовать инструмент с размером, равным:

$$D_{инстр} = D_{\min} + \frac{TD}{2} \quad (3.12)$$

где TD – допуск на обрабатываемый размер.

$$D_{инстр} = 10 + \frac{0,15}{2} = 10,075 \text{ мм.}$$

Исходя из того, что отверстие обрабатывается по 12 качеству, то допуск на исполнительный размер инструмента целесообразно принять по 10 качеству. Таким образом, принимаем размер инструмента: $\varnothing 10,075_{-0,07}$.

Определяем длину сверла. Общая длина сверла $L=140$ мм, длина рабочей части хвостовика $l_0=80$ мм.

Определяем геометрические конструктивные параметры рабочей части сверла. Угол наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ$. Угол между режущими кромками $2\varphi = 130^\circ$. Задний угол $\alpha = 12^\circ$.

Определим шаг винтовой канавки:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\operatorname{tg} \omega} \quad (3.13)$$

Получим:

$$H = \frac{3,14 \cdot 6,5}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 35,3 \text{ мм.}$$

Определим толщину сердцевины сверла в зависимости от его

диаметра:

$$d_c = 0,3 \cdot D \quad (3.14)$$

Получим:

$$d_c = 0,3 \cdot 10,075 = 3,022 \text{ мм.}$$

Утолщение сердцевины по направлению к хвостовику 0,8 мм на 100 мм длины рабочей части сверла.

Обратная конусность сверла, т.е. уменьшение диаметра по направлению к хвостовику, на 100 мм длины рабочей части 0,08 мм.

В соответствии с диаметром сверла ширина ленточки $f_0=0,7$ мм.

Ширина пера $B=0,58 D=0,58 \cdot 10=5,8$ мм.

Устанавливаем основные технические требования и допуски на размеры сверла:

– допуск на общую длину и длину рабочей части сверла равен удвоенному допуску по 14-му качеству с симметричным расположением предельных отклонений $\left(\pm \frac{IT_{14}}{2} \right)$ по ГОСТ 25347 – 82;

– радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,03 мм;

– углы $2\varphi = 130 \pm 2^\circ$;

– угол наклона винтовой канавки $\omega = 30_{-2}^\circ$;

– твердость рабочей части сверла 66...70 HRC₃.

Сверло состоит из режущей части и хвостовика. При этом режущая часть выполнена 3-х перьевой, что по данным [23] обеспечивает более равномерное распределение усилий при обработке и повышенную производительность.

Чертеж сверла представлен на листе графической части работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Сталь 40Х, СОЖ
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с ЧПУ	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2	Сталь 40Х, СОЖ
3	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Горизонтально-протяжной 7Б56	Сталь 40Х, СОЖ
4	Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Плоскошлифовальный 3Е711В1 Внутришлифовальный 3К227В	Сталь 40Х, СОЖ

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
				Круглошлифовальный 3М174Е	Сталь 40Х, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	
2	Сверлильная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	
3	Протяжная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов;	Горизонтально-протяжной 7Б56

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	
4	Шлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей	Плоскошлифовальный 3Е711В1 Внутришлифовальный 3К227В Круглошлифовальный 3М174Е

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда	

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

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

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ; применение ограничительных устройств; применение знаков безопасности	Каска защитная
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия,	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	заготовки	безопасности выполнения работ; применение ограничительных устройств; применение предохранительных устройств, аварийной сигнализации и автоматического отключения; применение дистанционного управления; применение знаков безопасности	
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ; применение оградительных устройств; применение знаков	Спецодежда, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		безопасности	
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ; контроль уровня шума; применение звукоизоляции, звукопоглощения, глушителей	Наушники, беруши
5	Повышенный уровень вибрации	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ; применение массивных фундаментов оборудования; установка на виброопоры	Спецобувь, виброгасящий коврик

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
6	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ; применение систем защитного заземления, защитного отключения; применение знаков безопасности	Резиновый диэлектрический коврик, спецодежда, спецобувь
7	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Своевременное проведение инструктажей; обучение персонала безопасным приемам работы; соблюдение безопасности выполнения работ;	Спецодежда, спецобувь, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием
8	Монотонность труда	Соблюдение режима работы и отдыха	

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделе ние	Оборудован ие	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующи е проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механичес- кой обработки	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC Вертикально сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2 Горизонталь нопротяж- ной 7Б56 Плоскошли- фовальный 3Е711В1 Внутришли- фовальный 3К227В Круглошли- фовальный 3М174Е	Пожары, связанные с воспламенени ем и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентра- ция токсичных продуктов горения и термическо- го разложения; пониженная концентра- ция кислорода;	Образующие ся в процессе пожара осколки, части разрушив- шихся технологи- ческих установок, пр оизводст- венного и инженерно- техничес- кого оборудова- ния; вынос высокого электричес- кого

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
				снижение видимости в дыму (задымлен- ных пространст- венных зонах).	напряжения на токопроводя- щие части технологи- ческих установок, оборудова- ния.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Перви- чные средст- ва пожа- роту- шения	Мо- биль- ные сред- ства пожар отуше- ния	Стаци- онар- ные устано- вки сис- темы пожар отуше- ния	Средст- ва пожар ной автома- тики	Пожар- ное оборуд- ование	Средства индиви- дуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизир- ованный и немеханизир- ованный)	Пожар- ные сигнали- зация, связь и оповеще- ние
1	2	3	4	5	6	7	8
Пожар- ные щиты,	Пожар- ные автомо-	Систе- мы автома-	Автом- атичес- кие	Пожар- ные гидран-	Респира- торы, противога-	Механизир- ованный инструмент	Автомат- ическая пожар-

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
огнет ушите ли, пожар ные кра- ны	били, пожар ные авто- лестни цы	тическ ого тушен ия, оборуд ование для туше- ния пожа- ра пеной	пожар ные извеща тели, техни- ческие средст ва опове щения и управ- ления эвакуа цией пожар ные	ты, пожар ные краны; пожар ные рукава пожар ные стволы	зы, самоспаса тели, огнестой- кие накидки	для резки и перекусыва ния, пожарные ломы, пожарные пожарные багры, пожарные топоры, пожарные лопаты	ная сигнали зация, извещат ели, системы передач и извещен ий о пожаре

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – 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
Токарная, Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC; Сверлильная, Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2С125Ф2; Протяжная Горизонтально-протяжной 7Б56; Шлифовальная Плоскошлифовальный 3Е711В1, Внутришлифовальный 3К227В, Круглошлифовальный 3М174Е	Проведение инструктажей по пожарной безопасности и обучение персонала действиям в случае пожара, контроль за правильной эксплуатацией и содержанием оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение правил противопожарной безопасности, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом -

необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – 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 и т.д.)
1	2	3	4	5
Токарная операция	Токарный с ЧПУ SAMAT 135 NC	Пары СОЖ	Механические примеси нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Сверлиль- ная операция	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2C125Ф2	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук-	Стружка, металлический лом, ветошь

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
			ты, СОЖ	
Протяж- ная	Горизонтально- протяжной 7Б56	Пары СОЖ	Механические примеси,	Стружка, металлический лом, ветошь
Шлифо- вальная операция	Плоскошлифов альный 3Е711В1, Внутришли- фовальный 3К227В, Круглошлифов альный 3М174Е	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Токарная операция, Сверлильная операция, Протяжная операция, Шлифовальная операция
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного	Применение центробежных фильтров

Продолжение таблицы 4.8

1	2
воздействия на атмосферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение отстойников, песколовок, механических фильтров, нефтеловушек, флотаторов, фильтров сорбционных, контроль химического состава сточных вод, применение замкнутое водоснабжение предприятия
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка стружки и лома, соблюдение правил хранения, периодичности вывоза отходов на утилизацию и захоронение

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления двухступенчатого шкива, перечислены технологические операции, должности работников, оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы.

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

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

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. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для экономического обоснования работы необходимо рассмотреть предлагаемые изменения технологического процесса изготовления детали «Двухступенчатый шкив». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между сравниваемыми вариантами, которые касаются операций 005 и 015.

Базовый вариант.

Операция 005– Токарная. Выполняется токарная обработка поверхностей на токарно-винторезном станке с ЧПУ, модель 16K20Ф3. Закрепление детали обеспечивает 3-хкулачковый патрон с ручным зажимом. Получение заданных поверхностей обеспечивает резец контурный из твердого сплава T5K10 со стойкостью 20 мин.

Операция 015 – Сверлильная. Производится сверление двух отверстий Ø10 мм и Ø20 мм на сверлильном станке с ЧПУ, модель GMS-1400. Зажим обеспечивается оправкой цанговой. Поверхности заданного размера получаем необходимыми инструментами, а именно: сверло спиральное Ø10 мм из быстрорежущей стали P6M5; сверло спиральное Ø20 мм из быстрорежущей стали P6M5, стойкость инструмента 10 мин.

Проектный вариант.

Операция 005– Токарная. Точение поверхностей выполняется на токарном станке с ЧПУ, модель SAMAT 135NC. В качестве оснастки используется патрон 3-хкулачковый с механизированным зажимом. За получение необходимых размеров отвечает применяемый инструмент, которым

является контурный TNMG220408-PF на платине GC4215 фирмы «Sandvik», со стойкостью 40 мин.

Операция 015 – Сверлильная. Отличительной особенностью выполнения данной операции является применяемый инструмент, а именно материал из которого он выполнен. Для получения заданных размеров отверстий необходимы: сверло спиральное Ø10 мм из быстрорежущей стали P6M5K5; сверло спиральное Ø20 мм из быстрорежущей стали P6M5K5, со стойкостью инструмента 20 мин.

Перечисленные изменения позволяют существенно сократить трудоемкость (штучное и основное время) выполнения токарной и сверлильной операции, значения которых представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Трудоемкость выполнения токарных операций по сравниваемым вариантам

Номер операции	Наименование времени	Значение параметров	
		Базовый вариант	Проектный вариант
Операция 005 - Токарная	Штучное время, мин	4,14	3,19
	Основное время, мин	3,18	2,45
Операция 015 - Сверлильная	Штучное время, мин	2,18	1,58
	Основное время, мин	1,56	1,21

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенных изменений. Подробное описание методики проведения данного обоснования представлена в методических рекомендациях [25], согласно которым последовательно определяются: капитальные вложения, технологическая и полная себестоимость, а также экономическая эффективность предложенных совершенствований.

Расчеты по данной методике позволили определить необходимый объем капитальных вложений, учитывающий приобретение нового оборудования на

005 операции, замену приспособления на той же операции, замену инструмента на двух рассматриваемых операциях, а также выручку от реализации высвобождаемого оборудования по токарной операции, размер которых составил $K_{ВВ.ПР} = 298170,1$ руб.

Для определения технологической себестоимости необходимо определение следующих величин: материал за вычетом отходов, основная заработная плата, состоящая из заработной платы оператора и наладчика, начисления на заработную плату и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. Но принимая во внимание тот факт, что метод получения заготовки и ее материал не изменились по вариантам ТП, целесообразнее расчеты по определению технологической себестоимости выполнять без определения величины «Материалы за вычетом отходов», т.к. они влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Двухступенчатый шкив» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

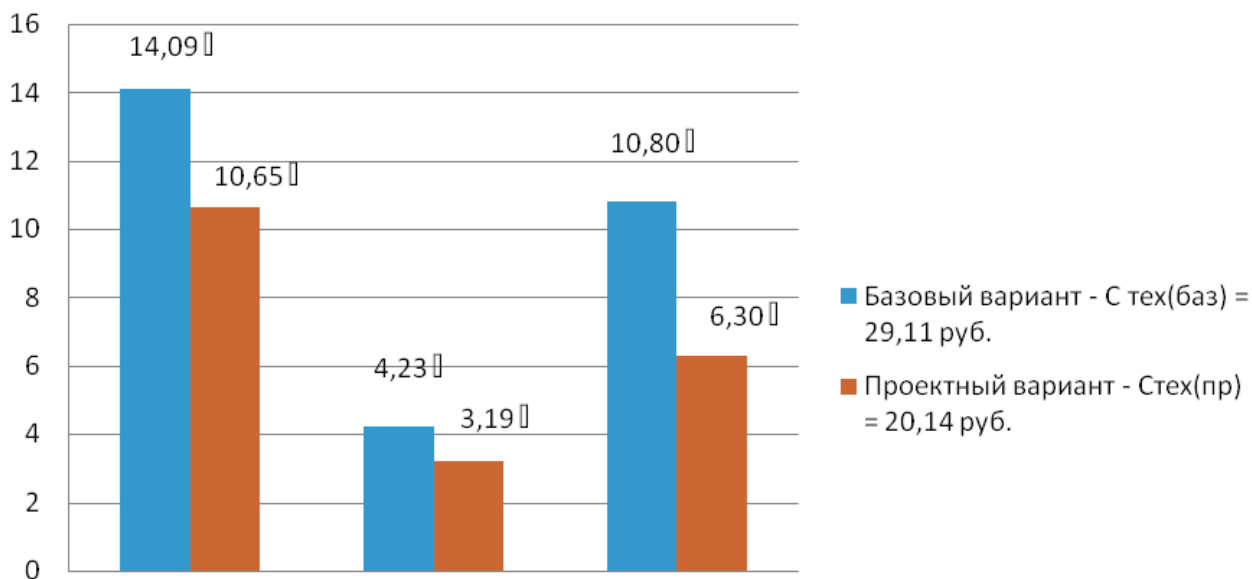


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарной операции 005 и сверлильной – 015 по сравниваемым вариантам

На базе представленных, на рисунке 5.1, данных, с применением методики расчета полной себестоимости [25] определим ее по сравниваемым вариантам,

относительно выполнения операций 005 и 015. Согласно расчетам для базового варианта полная себестоимость составила 80,64 руб.; а для проектного варианта – 59,08 руб.

Все вышеперечисленные и найденные параметры необходимы для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности сравниваемых вариантов инженерного решения. Согласно указанных выше методических рекомендаций [25] сделаем вывод относительно эффективности по следующему алгоритму:

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.БАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (80,64 - 59,08) \cdot 7000 = 150920 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 150920 \cdot 0,2 = 30184 \text{ руб.}$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = П_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$П_{Р.ЧИСТ} = 150920 - 30184 = 120736 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{Р.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{298170,1}{120736} + 1 = 3,47 = 4 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 120736 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 344822,1 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \mathcal{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \mathcal{ЧДД} = 344822,1 - 298170,1 = 46652 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (5.7)$$

$$ИД = \frac{344822,1}{298170,1} = 1,1 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

В результате проведенных расчетов, достигнут экономический эффект в размере 46652 руб., что подтверждает целесообразность совершенствований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы был произведен ряд технических мероприятий таких как: выбор и проектирование заготовки, расчет припусков на обработку, проектирование технологического маршрута и плана изготовления, проектирование технологических операций, спроектированы приспособление и режущий инструмент.

Поэтапное выполнение всех поставленных задач позволило добиться цели работы – разработки технологического процесса изготовления двухступенчатого шкива, который позволяет получить детали заданного качества в установленном количестве с минимальными экономическими затратами, что подтверждено соответствующими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
- 2 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
- 3 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
- 4 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 5 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
- 6 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
- 7 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
- 8 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

9 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

10 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

11 www.sandvik-coromant.ru

12 www.svsz.ru

13 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

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

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

20 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

21 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

22 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

23 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

24 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

25 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Лист		Формат	Зона	Паз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Лист № 1		A1			16.07.ТМ.618.008.000.СБ	Сборочный чертеж			
Лист № 2					16.07.ТМ.618.008.001	Корпус	1		
Лист № 3					16.07.ТМ.618.008.002	Муфта	1		
Лист № 4					16.07.ТМ.618.008.003	Крышка гидроцилиндра	1		
Лист № 5					16.07.ТМ.618.008.004	Корпус гидроцилиндра	1		
Лист № 6					16.07.ТМ.618.008.005	Шток	1		
Лист № 7					16.07.ТМ.618.008.006	Поршень	1		
Лист № 8					16.07.ТМ.618.008.007	Клин	3		
Лист № 9					16.07.ТМ.618.008.008	Постоянный кулачек	3		
Лист № 10					16.07.ТМ.618.008.009	Тяга	1		
Лист № 11					16.07.ТМ.618.008.010	Сменный кулачек	3		
Лист № 12									
Лист № 13									
Лист № 14									
Лист № 15									
Лист № 16									
Лист № 17									
Лист № 18									
Лист № 19									
Лист № 20									
Лист № 21									
Лист № 22									
Лист № 23									
Лист № 24									
Лист № 25									
Лист № 26									
Лист № 27									
Лист № 28									
Лист № 29									
Лист № 30									
Лист № 31									
Лист № 32									
Лист № 33									
Лист № 34									
Лист № 35									
Лист № 36									
Лист № 37									
Лист № 38									
Лист № 39									
Лист № 40									
Лист № 41									
Лист № 42									
Лист № 43									
Лист № 44									
Лист № 45									
Лист № 46									
Лист № 47									
Лист № 48									
Лист № 49									
Лист № 50									
Лист № 51									
Лист № 52									
Лист № 53									
Лист № 54									
Лист № 55									
Лист № 56									
Лист № 57									
Лист № 58									
Лист № 59									
Лист № 60									
Лист № 61									
Лист № 62									
Лист № 63									
Лист № 64									
Лист № 65									
Лист № 66									
Лист № 67									
Лист № 68									
Лист № 69									
Лист № 70									

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

[illegible]

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа									
						СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОМП	ЕН	ОП	Конт	Троз
Б	Код наименования обработки														
0 19	φ48,475 _{0,25} φ68 _{0,25} 38,95 _{0,25} 34,675 _{0,25} 32,675 _{0,25} 24,675 _{0,25} 17,675 _{0,18} 12,675 _{0,18}														
Т 20	396190 Патрон цанговый ГОСТ2876-80; 392190 Резец токарный контурный INMG 22 04 08-PF														
Т 21	GC4225 "Sandvic"; 392190 Резец токарный расточной INMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvic"; 392190														
Т 22	Резец канавочный N123G2-0300-0001-CF GC1125 "Sandvic"; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.														
23															
А 24	XX XX XX 015 4120 Сверлильная														
Б 25	381210 Сверлильный с ЧПУ 2C125Ф2 3 17335 312 1P 1 1 1 1200 1 158														
0 26	Сверлить поверхности 8, 12 в размер φ20 _{0,25} φ10 _{0,15}														
Т 27	396190 Патрон цанговый IOL 12876-80; 391213 Сверло спиральное специальное φ10 P6M5K5; 391213														
Т 28	Сверло спиральное φ20 P6M5K5 ГОСТ 2092-77; 393450 Нутромер НМ-50 ГОСТ10-88.														
29															
А 30	XX XX XX 020 4181 Протяжная														
Б 31	381751 Горизонтальнопротяжной7556 3 18632 312 1P 1 1 1 1200 1 0,62														
0 32	Протянуть поверхности 8, 38, 39 в размер φ11,538 _{0,067} 4 _{0,03} 15,8 _{0,07}														
Т 33	396171 Приспособление специальное; 392301 Протяжка шлицевая ГОСТ6033-81 ВК6М; 393610 Калибр.														
34															
А 35	XX XX XX 025 4110 Токарная														
Б 36	381101 Токарный SAMAT135NC 3 18217 312 1P 1 1 1 1200 1 3,8														
0 37	Точить поверхности 1, 2, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17 в размер φ26,352 _{0,064} φ138 _{0,16} 37,775 _{0,1} 33,275 _{0,1}														
Т 38	23,275 _{0,1} 1 _{0,1} x45°; 38±15'														
Т 39	396190 Оправка цанговая; 392190 Резец токарный контурный INMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvic";														
Т 40	Резец токарный расточной INMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvic"; Резец канавочный														
Т 41	N123G2-0300-0001-CF GC1125 "Sandvic"; 393413 Микрометр МК-150ГОСТ6507-80; 393450 Нутромер														
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Гроз	Тшт
Б	Код, наименование обрабатывающей															
Т 42	HM-50 ГОСТ 10-88; 393110 Калибр.															
Л3																
А 44	XX XX XX 030 4110 Токарная															
Б 45	381101 Токарный SAMAT135NC 3 18217 312 1P 1 1 1 1200 1 194															
О 46	Точить поверхности 18, 20, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 35 в размер $\phi 48_{0+0,1}$ $36,9_{0+0,1}$ $23,5_{0+0,1}$ $16,5_{0+0,1}$															
О 47	$1_{0,1} \times 45^\circ 34^\circ \pm 15'$															
Т 48	396190 Патрон цанговый ГОСТ2876-80; 392190 Резец токарный контурный ТМХ 160404-WF GC4215															
Т 49	"Sandvic"; Резец токарный расточной ТМХ 16 04 04-WF GC4215 "Sandvic"; Резец канавочный															
Т 50	N123G2-0300-0001-CF GC1125 "Sandvic"; 393413 Микрометр МК-80 ГОСТ6507-80; 393110 Калибр.															
51																
А 52	XX XX XX 035 5130 Термическая															
53																
А 54	XX XX XX 040 4133 Плоскошлифовальная															
Б 55	381313 Плоскошлифовальный ЗЕ711В1 3 18873 312 1P 1 1 1 1200 1 4,6															
О 56	Шлифовать поверхности 1, 2, 7 в размер $36_{0+0,1}$															
Т 57	396161 Плита магнитная; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.															
58																
А 59	XX XX XX 045 4132 Внутршлифовальная															
Б 60	381312 Внутршлифовальный ЗК227В 3 18873 422 1P 1 1 1 1200 1 15															
О 61	Шлифовать поверхность 10 в размер $\phi 26_{0+0,03}$															
Т 62	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393413 Микрометр МК-80 ГОСТ6507-80.															
63																
А 64	XX XX XX 050 4132 Внутршлифовальная															
МК																

[illegible]

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа							Тшт		
					Код, наименование оборудования	СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП		Кшт	Тпоз
Б																
А 88	XX XX XX 075 4131 Круглошлифовальная															
Б 89	381311 Круглошлифовальный 3М174Е 3 18873 422 1Р 1 1 1200 1 17															
О 90	Шлифовать поверхности 33, 35 в размер 34 ±15, 33 ₀₁ , 23 ₀₁															
Т 91	396190 Оправка цанговая; 39810 Круг шлифовальный; 393121 Скода рычажная СР ГОСТ11098-75.															
92																
А 93	XX XX XX 080 Маячная															
94																
А 95	XX XX XX 085 Контрольная															
96																
97																
98																
99																
100																
101																
102																
103																
104																
105																
106																
107																
108																
109																
110																
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

ГСТ 3.118-82										Форм 1									
Дил.																			
Взм.																			
Подп.																			

Разроб.	Тулел	ТГЧ																		
Проверил	Щиланоб	Кафедра ОТМТ																		
Начальн.																				
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД	Щех	Уч	РМ	Опер.									
Токарная	40Х ГОСТ 4543-71	HB 200	166	154	φ160х419	194	1													
Оборудование, устройства ЧПУ	Обозначение программы	То	Тб	Тпа	Тшт	СОЖ														
SAMAT 435 NC		245			319	Blasocut														
	ПМ	Д или В	L	t	i	s	n	v												
1. Установить заготовку																				
396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец токарный контурный TNMG 220408-PF																				
GC4225 "Sandvic"; 392190 Резец токарный расточной TNMX 16 04 04-WF GC4215 "Sandvic"; 392190																				
Резец канавочный M123G2-0300-0001-CF GC4125 "Sandvic".																				
2. Сверлить поверхности 2. 20 27 28 30 31 выдерживая размеры согласно эскиза																				
P ₂₅	1	2,5	0,2	1000	500															
P ₀₇	2	2,5	0,2	930	400															
P ₂₅	3	3,0	0,07	450	220															
3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.																				

