

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
(наименование института полностью)  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование кафедры)  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки)  
Технология машиностроения  
(профиль)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: Разработка технологического процесса изготовления шкива привода насоса

Студент(ка)	<u>Глазев Д.А.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Яценко Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ Н.Ю. Логинов  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Тольятти 2017

## АННОТАЦИЯ

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления шкива привода насоса. Выполнено обоснование выбора метода получения и спроектирована заготовка. На одну из операций процесса выполнен расчет припусков. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами, такими как оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, контрольные приспособления. На каждую операцию техпроцесса определены режимы обработки.

На Токарную чистовую операцию 015 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом. Операция ведется на токарном станке с числовым программным управлением горизонтальной компоновки с направляющими качения модели SAMAT-400XC. Приспособлением является токарный патрон, который устанавливается на станок. Рабочей средой, движущей механизм, является сжатый воздух. Каждое промышленное производство снабжено системой для подачи сжатого воздуха. Автоматизированный привод, подключаясь в эту систему, приводит в действие станочное приспособление. Функциональным предназначением данной станочной оснастки является закрепление и базирование обрабатываемой заготовки.

На 030 Протяжную операцию разработан многолезвийный режущий инструмент. Обработка ведется на вертикальном протяжном полуавтомате модели 7733, предназначенном для обработки протягиванием сквозных отверстий различных размеров и форм. Перед обработкой на операцию доставляется заготовка с центральным отверстием, имеющим размер  $\varnothing 48,3H10$ . После обработки на этой операции размер заготовки изменяется на  $\varnothing 48,9H8$ . Шероховатость полученного отверстия Ra 2,5.

В работе проведено обоснование экологичности и безопасности технического объекта.

Экономическая эффективность работы составила 6773,6 рублей. Срок окупаемости работы - 4 года.

Приложения к расчетно-пояснительной записке содержат технологические карты.

Работа содержит 63 страницы расчетно-пояснительной записки, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

## ABSTRACT

The graduation work deal with the manufacturing process of the pump actuator pulley. The calculation of allowances for one of the operations is presented. The developed technology involves using modern technological means such as hardware, machine accessories, cutting tools, inspection fixtures. For each operation of the process processing modes are defined.

The lathe chuck with automatic drive to be installed on the machine was designed for turning finishing operation № 015. The operation is carried out on SAMAT-400XC lathe with numerical control horizontal layout with slip rolling model. The mechanism is driven by compressed air which acts as a working fluid. Industrial production is always equipped with a system for supplying compressed air. The automatic drive, connected to this system, drives the machine-tool. The functional purpose of the machine bases is consolidation and basing of the workpiece.

A multiplied cutting tool was designed for lingering operation № 030. The processing is performed on the vertical twang semiautomation (model 7733) designed to handle pulling through holes of different sizes and shapes. Before processing the blank with a central hole of  $\text{Ø}48,3\text{H}10$  diameter is delivered. After the operation, the diameter is changed to  $\text{Ø}48,9\text{H}8$ . The roughness of the hole is Ra 2.5.

In the work the substantiation of ecological safety of technical object is presented.

Economic efficiency made up RUB 6,773.60. The payback period is 4 years.

Application to the explanatory note contain the routing.

The work contains 63 pages of explanatory note, the graphical part on 7 A1 sheets.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	2
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	10
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	30
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	35
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	39
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	52
ПРИЛОЖЕНИЯ	56

## ВВЕДЕНИЕ

Современные рыночные условия можно характеризовать как «борьбу за каждого потребителя», так как высока конкуренция в отраслях промышленности, таких как машиностроение и автомобилестроение, заставляет постоянно бороться за предпочтение потребителей машиностроительной продукции и повышать её конкурентоспособность. Современные направления развития предполагают повышение гибкости производства, выражаемое в выполнении индивидуальных требований заказчиков, увеличение эффективности производства продукции, а также производительности производственных процессов для возможности расширения доли рынка. Это особенно актуально для предприятий, изготавливающих сложную машиностроительную продукцию, такую как агрегаты и узлы авиационной и машиностроительной техники, станочную и штамповую оснастку, высокоточный режущий инструмент, металлоконструкции и так далее.

Для выполнения требований потребителей и обеспечения конкурентоспособности предприятия производственная система машиностроительного предприятия должна обеспечить максимальную эффективность функционирования, выраженную показателями: производительностью, временем производственного цикла заказов, трудоемкостью изготовления заказов, включающую в себя дополнительную трудоемкость на устранение и доработку несоответствий по качеству.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления шкива привода насоса, заданного качества, с минимальной себестоимостью, используя современные научные и технические достижения.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Служебное назначение детали.

Шкив является ведущим звеном ремённой передачи и служит для передачи крутящего момента от вала электродвигателя на ведомый вал. Шкив с валом электродвигателя связан шпонкой. На деталь действуют радиальные нагрузки, связанные с вращением твёрдого тела и натяжением ремня.

## 1.2 Классификация поверхностей и материала изделия.

Пронумеруем все поверхности детали и проведём их классификацию по назначению (рис. 1.1).

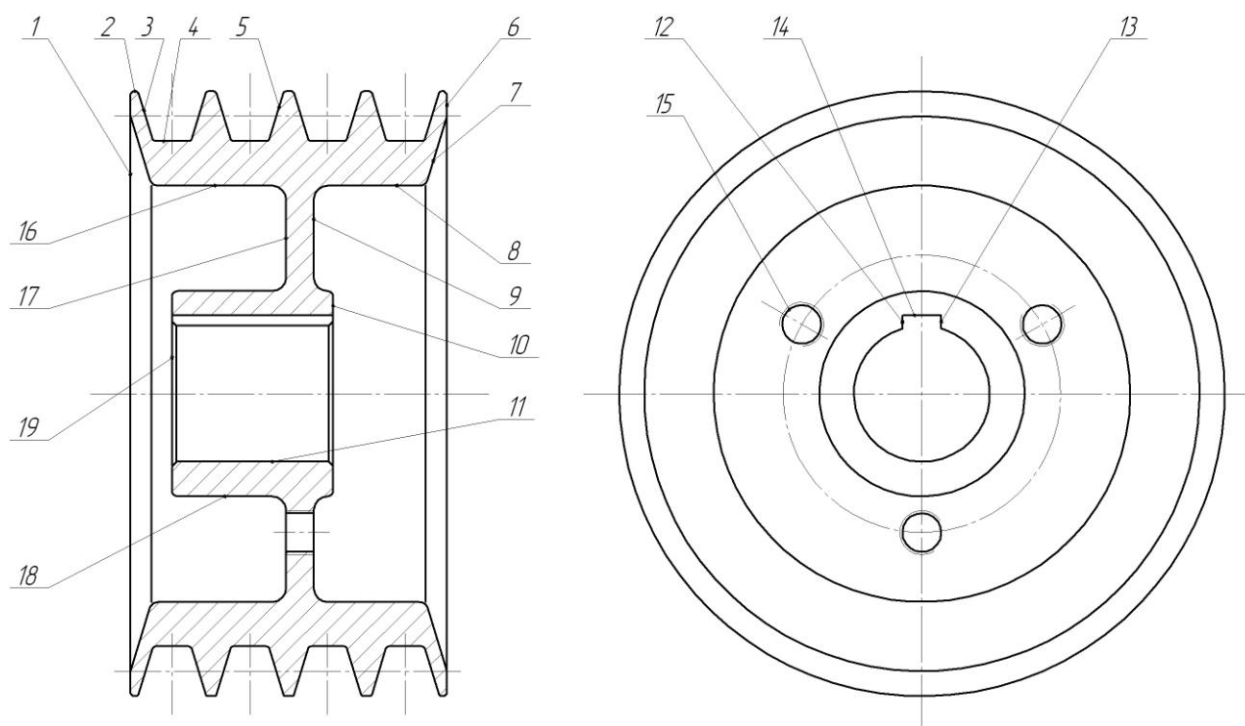


Рисунок 1.1 - Классификация поверхностей

Исполнительными поверхностями шкива являются вертикальные поверхности шпоночного паза (12 и 13), с помощью которых деталь воспринимает крутящий момент от ведущего вала, а также боковые

поверхности канавок под ремни (3 и 5). Они передают вращение от шкива посредством ремней.

Основными конструкторскими базами являются торец 10 и центральное отверстие 11.

Вспомогательными конструкторскими базами детали являются резьбовые отверстия 15 и второй её торец 19.

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали.

Шкив работает при переменной нагрузке и в условиях довольно высоких скоростей. Эти условия определяют требования к изготовлению детали: точность, прочность, шероховатость. [1]

Материалом шкива является литейная сталь 25Л ГОСТ 977-88.

В таблице 1.2 приведем химический состав стали 25Л. [2]

Таблица 1.2 - Химический состав стали 25Л ГОСТ 977-88

Массовая доля элемента	Содержание, %
С (углерод)	0,22...0,30
Mn (марганец)	0,45...0,90
Si (кремний)	0,2...0,52
P (фосфор)	не более 0,3
S (сера)	не более 0,3

В таблице 1.3 приведены физико-механические свойства стали 25Л ГОСТ 977-88. [2]

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства стали 25Л ГОСТ 977-88.

$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	НВ
441	235	19	30	134-151



Конструкция детали в целом обеспечивает доступность инструмента к обрабатываемым поверхностям при всяком виде обработки. Это позволяет нам использовать в основном стандартный, а иногда унифицированный тип инструментов.

Также форма расположения поверхностей детали обеспечивает свободную доступность к обрабатываемым поверхностям инструментов для контроля.

В результате проведения анализа можно сделать вывод о достаточной технологичности детали.

#### 1.4 Формулировка задач работы.

На базе анализа технических требований к детали можно сформулировать следующие задачи работы, которые необходимо решить для достижения цели работы, сформулированной во введении – обеспечить необходимую программу выпуска деталей «шкив привода насоса» заданного качества с минимальными затратами путем разработки техпроцесса его механической обработки: определим тип машиностроительного производства; выработаем стратегию проектирования технологического процесса; выполним технико-экономический расчет метода получения заготовки; разработаем технологический план обработки детали, разработав схемы базирования; выберем средства технологического оснащения на каждую операцию техпроцесса; рассчитаем на одну поверхность припуски по операциям техпроцесса, а на остальные – назначим табличным способом; рассчитаем режимы резания и определим содержание операций, спроектируем наладки; на одну из операций техпроцесса спроектируем режущий инструмент; для одной из операций спроектируем станочное приспособление.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Разработка технологического процесса изготовления деталей зависит от типа производства. Определим тип производства изготовления шкива для детальной проработки условий производства.

### 2.1 Определение типа производства.

Стратегия разработки технологического процесса зависит от типа производства, который при прочих неизвестных условиях зависит от массы детали и объема выпуска деталей в год. В нашем случае при  $m=12,1$  кг и  $N_r = 5000$  деталей в год выберем тип производства по таблице. [3]

Исходя из того, что годовой объем выпуска равен  $N_r = 5000$  деталей в год, а масса детали  $m=12,1$  кг, то тип производства определяется как среднесерийное.

Исходя из типа производства, выберем стратегию разработки техпроцесса.

### 2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.

Руководствуясь [3], определим стратегию разработки техпроцесса для среднесерийного типа производства, чтобы обеспечить заданный выпуск деталей с заданным качеством и наименьшими затратами: форму организации техпроцесса принимаем переменнo-поточную; заготовку можно выполнить штамповкой или из проката; оборудование принимаем универсальное или с числовым программным управлением; оснастку принимаем универсальную или специальную. Остальные пункты выбираем по [4].

### 2.3 Выбор метода получения заготовки.

Деталь делается из литейной стали. По чертежу видно, что часть поверхностей не нуждается в обработке механическим способом. Поэтому наиболее рациональным методом получения заготовки является отливка.

По [5] принимаем метод получения заготовки – литьё под давлением или литьё в металлические формы.

Принимаем группу отливки 3, т.к. наша деталь работает в условиях воздействия на нее динамических и циклических нагрузок. [5]

Принимаем степень коробления отливки [5].

Выбираем класс размерной точности – 9.

Выбираем степень коробления – 8.

Выбираем степень точности отливки – 12.

В зависимости от массы и вида литья, принимаем класс точности массы отливки 7. [5]

Массу отливки найдем методом трехмерного моделирования в редакторе КОМПАС-3D

$$m_3 = 21,6 \text{ кг.}$$

Стоимость заготовок из литья определим зависимостью

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\text{II}}, \quad (3.1)$$

где  $C_{\text{от}}$  – базовая стоимость одного килограмма литых заготовок;

$h_T, h_C, h_B, h_M, h_{\text{II}}$  – коэффициенты, зависящие от массы, класса точности, группы сложности, объёма производства и марки материала заготовок.

Для седьмого класса точности отливок принимаем  $h_T = 1,0$  [6].

Для литейных сталей  $h_M = 1...1,24$ .

Принимаем  $h_M = 1,1$ ;  $h_B = 0,91$ .

Шкив относится к группе сложности отливок 2.

Для этой группы сложности отливок  $h_C = 0,83$  [6].

Отливка с  $m = 21,6$  кг и  $N = 5000$  шт/год относится к третьей группе серийности.

Для стальной отливки третьей группы серийности  $h_{\Pi} = 1$ .

Для стали 25Л  $C_{от} = 44,00$  руб/кг.

$$C_{заг} = 44,00 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,91 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 36,56, \text{ руб/кг.}$$

Исходя из массы заготовки  $m = 21,6$  кг найдем стоимость заготовки.

$$C_{заг} = 36,56 \cdot 21,6 = 789,70 \text{ руб.}$$

Определим стоимость заготовки, выполненной ковкой

$$C_{заг} = C_K \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{\Pi} \quad (3.1)$$

$$C_K = 44,02 \text{ руб/кг.}$$

Принимаем  $h_T = 1,0$ . [3]

Для стали 25Л и группы сложности 4 принимаем  $h_C = 1,15$ .

Для детали массой  $m = 12,1$  кг и стали 25Л  $h_B = 0,89$ .

Для литейной стали 25Л  $h_M = 1,0$ .

Тогда по формуле (3.1) получим

$$C_{заг} = 44,02 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 45,05, \text{ руб/кг.}$$

Исходя из массы заготовки  $m = 20,2$  кг определим ее стоимость

$$C_{заг} = 45,05 \cdot 20,2 = 910,01 \text{ руб.}$$

Масса кованной заготовки больше, чем заготовки, полученной методом литья, поэтому в качестве заготовительной операции принимаем литьё.

Рассчитаем коэффициент использования материала

$$КИМ = \frac{m_D}{m_3},$$

где  $m_D = 12,1$  – масса детали.

$$КИМ = \frac{m_D}{m_3} = \frac{12,1}{21,6} = 0,56.$$

#### 2.4 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от необходимого качества обработки поверхностей, которое в свою очередь определяется качеством точности IT и шероховатостью Ra, определим методы обработки поверхностей и сведём их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Квалитет точности	Шероховатость Ra	Последовательность обработки
1, 4, 6, 19	14	5,0	Токарная черновая, Токарная чистовая
2	10	5,0	Токарная черновая, Токарная чистовая
3, 5	8	1,25	Токарная черновая, Токарная чистовая Круглошлифовальная
7, 8, 9, 16, 17, 18	16	40	Без механической обработки
10	14	1,25	Токарная черновая, Токарная чистовая Шлифовальная
11	7	1,25	Токарная черновая, Токарная чистовая, Протяжная, Внутришлифовальная
12, 13	9	2,5	Протяжная
14	11	5,0	Протяжная
15	10	5,0	Сверлильная

#### 2.5 Разработка технологического маршрута изготовления детали.

В зависимости от методов обработки поверхностей выполним маршрут обработки, представленный в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Маршрут обработки детали

№ оп.	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей	IT	Ra
000	Заготовительная	Все	16	40
005	Токарная черновая	6, 10	14	10
		11	12	10
010	Токарная черновая	1, 4, 19	14	10
		2, 3, 5	12	10
015	Токарная чистовая	6	14	5
		10	14	2,5
		11	9	2,5
020	Токарная чистовая	1, 4, 19	14	5
		3, 5	10	2,5
		2	11	5
025	Сверлильная	15	10	5
030	Протяжная	1	8	2,5
035	Протяжная	12, 13	9	2,5
		14	11	5
045	Внутришлифовальная	1, 10	7	1,25
050	Круглошлифовальная	3, 5	10	1,25

## 2.6 Определение припусков.

В этом разделе определяем припуск на поверхность  $\varnothing 49H7^{(+0,025)}$  расчетно-аналитическим методом. [9]

Исходные данные:

$$D = 49H7^{(+0,025)}; L = 54,8; Ra = 1,25.$$

На обработку данной поверхности назначаем технологические переходы: черновое точение; чистовое точение; закалка (ТО); протягивание; внутреннее шлифование.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_o. [6]$$

Определим суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе из зависимости  $\Delta = 0,25 \cdot TD$ :

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,44 = 0,110, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010, \text{ мм}.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006, \text{ мм}.$$

Определим установочную погрешность заготовки  $\varepsilon$  в станочном приспособлении на каждом переходе.

Определим минимальные значения припусков для всех переходов, кроме 0 и TO.

Минимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{D_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}.$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{D_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,110^2 + 0,025^2} = 0,513, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{D_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{D_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{D_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0^2} = 0,060, \text{ мм}.$$

Максимальное значение припуска рассчитаем из зависимости

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(D_{i-1} + TD_i).$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(D_0 + TD_1) = 0,513 + 0,5(0,440 + 0,250) = 0,858, \text{ мм}.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(D_1 + TD_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,062) = 0,419, \text{ мм}.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(D_{TO} + TD_3) = 0,125 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,195, \text{ мм}.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(D_3 + TD_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,092, \text{ мм}.$$

$$D_{4\min} = 49,000 \text{ мм.}$$

$$D_{4\max} = 49,025, \text{ мм.}$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 49,000 - 2 \cdot 0,060 = 48,880, \text{ мм.}$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 48,880 - 0,039 = 48,841, \text{ мм.}$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 48,841 - 2 \cdot 0,125 = 48,591, \text{ мм.}$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 48,591 - 0,100 = 48,491, \text{ мм.}$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 48,491 \cdot 0,999 = 48,443, \text{ мм.}$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 48,443 - 0,062 = 48,381, \text{ мм.}$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 48,381 - 2 \cdot 0,263 = 47,855, \text{ мм.}$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 47,855 - 0,250 = 47,605, \text{ мм.}$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2 \cdot Z_{1\min} = 47,605 - 2 \cdot 0,513 = 46,579, \text{ мм.}$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 46,579 - 0,44 = 46,139, \text{ мм.}$$

Определим средние значения диаметров на каждый переход

$$D_{cpi} = 0,5 (D_{i\max} + D_{i\min}).$$

$$D_{cp0} = 0,5 (D_{0\max} + D_{0\min}) = 0,5(46,579 + 46,139) = 46,359, \text{ мм.}$$

$$D_{cp1} = 0,5 (D_{1\max} + D_{1\min}) = 0,5(47,855 + 47,605) = 47,730, \text{ мм.}$$

$$D_{cp2} = 0,5 (D_{2\max} + D_{2\min}) = 0,5(48,443 + 48,381) = 48,412, \text{ мм.}$$

$$D_{cpTO} = 0,5 (D_{TO\max} + D_{TO\min}) = 0,5(48,591 + 48,491) = 48,541, \text{ мм.}$$

$$D_{cp3} = 0,5 (D_{3\max} + D_{3\min}) = 0,5(48,880 + 48,841) = 48,861, \text{ мм.}$$

$$D_{cp4} = 0,5 (D_{4\max} + D_{4\min}) = 0,5(49,025 + 49,000) = 49,013, \text{ мм.}$$

Определим общий припуск

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\max}.$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4.$$

$$2Z_{cp} = 0,5 (2Z_{\min} + 2Z_{\max}).$$

$$2Z_{\min} = 49,000 - 46,579 = 2,421, \text{ мм.}$$



$$2Z_{\max} = 2,421 + 0,440 + 0,025 = 2,886, \text{мм.}$$

$$2Z_{\text{cp}} = 0,5(2,421 + 2,886) = 2,654, \text{мм.}$$

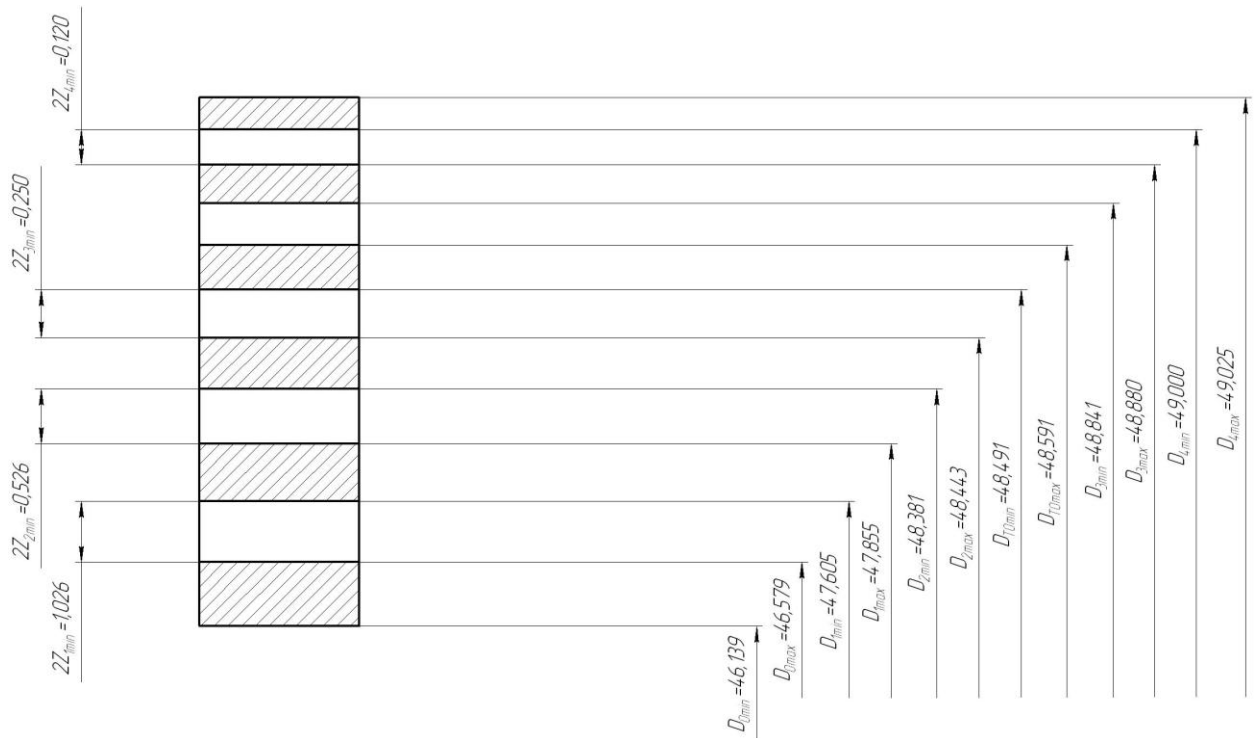


Рисунок 2.1 - Схема расположения полей допусков и припусков  
на  $\text{Ø}49\text{H}7(+0,025)$

## 2.7 Проектирование заготовки.

По [3] в зависимости от назначения и требований, предъявляемых к детали, выберем группу стальной отливки.

Так как наша деталь работает в условиях действия на нее циклических и динамических нагрузок, то выбираем группу отливки 3 [5].

Отливки должны подвергаться термической обработке. Режимы термообработки стали 20Л приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Режимы термической обработки стали 20Л

Нормализация	Нормализация и отпуск
880...900 °С	Нормализация 880...900 °С Отпуск 630...650 °С

Допуск массы и размеров отливок, а также припуски для механической обработки должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 53464-2009, уклоны формовочные должны соответствовать ГОСТ 3212-92.

## 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Для технологического обеспечения техпроцесса оборудованием преимущественно необходимо применять станки, оснащенные системой числового программного управления.

Для токарных операций 005, 010, 015 и 020 принимаем токарный станок с числовым программным управлением горизонтальной компоновки с направляющими качения модели SAMAT-400XC.

Для сверлильной операции 025 выберем вертикально-сверлильный станок с револьверной головкой и крестовым столом модели 2P135Ф2-1, оснащенный системой числового программного управления.

Для протяжных операций 030 и 035 выберем вертикальный протяжной полуавтомат модели 7733, предназначенный для обработки протягиванием сквозных отверстий различных размеров и форм.

Для внутришлифовальной операции 045 выберем полуавтомат внутришлифовальный универсальный высокой точности модели 3M227ВФ2, оснащенный системой числового программного управления.

Для 050 круглошлифовальной операции выбираем круглошлифовальный прецизионный станок с устройством числового программного управления модели 3M151Ф2, предназначенный для наружного шлифования прерывистых и гладких цилиндрических и пологих конических поверхностей методами врезного и продольного шлифования.

Выбранное технологическое оборудование, режущий инструмент, средства контроля и технологическая оснастка представлены в сопроводительной документации к технологическому процессу, находящейся в приложениях.

## 2.9 Определение режимов резания.

2.9.1 Определим режимы обработки для операции 005 - Токарная черновая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,5\text{мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,3\text{мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180\text{м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 222} = 258,2 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 250 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 222 \cdot 250}{1000} = 174,3 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{12}{75} = 0,16 \text{ мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,5\text{мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,3\text{мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 75} = 764,3 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 630}{1000} = 148,4 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 189 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{75}{189} = 0,40 \text{ мин}.$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,16 + 0,40 = 0,56, \text{ мин}.$$

2.9.2 Определим режимы обработки для операции 010 - Токарная черновая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,5 \text{ мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,3 \text{ мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 218,3} = 262,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218,3 \cdot 250}{1000} = 171,4 \text{ м/мин}.$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/мин}.$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{125}{75} = 1,67 \text{ мин}.$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,5\text{мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,3\text{мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 . [11]$

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180\text{м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 75} = 764,3\text{мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 630\text{мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75 \cdot 630}{1000} = 148,4\text{м/мин} .$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 189\text{мм/мин} .$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{13}{189} = 0,07\text{мин} .$$

Переход 3.

Глубина резания  $t = 18\text{мм}$ .

По [11] определим: подача  $S_0 = 0,1\text{мм/об}; t = 18\text{мм}$ .

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 ,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 0,5; K_4 = 1,0 . [11]$

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 = 90\text{м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 218,3} = 131,3\text{мин}^{-1} .$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 125\text{мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218,3 \cdot 125}{1000} = 85,7\text{м/мин} .$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,1 \cdot 125 = 12,5\text{мм/мин} .$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{18 \cdot 4}{12,5} = 5,76\text{мин} .$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,67 + 0,07 + 5,76 = 7,50, \text{ мин.}$$

2.9.3 Определим режимы обработки для операции 015 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 218,3} = 262,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218,3 \cdot 250}{1000} = 171,4 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{12}{50} = 0,24 \text{ мин.}$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об}$ . [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180$ ;  $K_1 = 1,0$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 1,0$ ;  $K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 71} = 807,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 800}{1000} = 178,4 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{71}{160} = 0,44 \text{ мин.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,24 + 0,44 = 0,68, \text{ мин.}$$

2.9.4 Определим режимы обработки для операции 020 - Токарная чистовая.

Переход 1.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$  [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0.$  [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин.}$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 218} = 263,0 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_{\phi} = 250 \text{ мин}^{-1}.$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218 \cdot 250}{1000} = 171,1 \text{ м/мин.}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{125}{50} = 2,50 \text{ мин.}$$

Переход 2.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу  $S_0 = 0,2 \text{ мм/об.}$  [11]

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 71} = 807,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 800 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 800}{1000} = 178,4 \text{ м/мин}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{14}{160} = 0,09 \text{ мин}$$

Переход 3.

В зависимости от глубины резания  $t = 0,3 \text{ мм}$  принимаем подачу

$$S_0 = 0,2 \text{ мм/об} . [11]$$

Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4,$$

где  $V_0 = 180; K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0$ . [11]

Отсюда  $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/мин}$ .

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 218} = 131,5 \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n_\phi = 125 \text{ мин}^{-1}$ .

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218 \cdot 125}{1000} = 85,6 \text{ м/мин}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 125 = 25 \text{ мм/мин}$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1 \cdot 4}{25} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 2,50 + 0,09 + 0,16 = 2,75, \text{ мин}$$

2.9.5 Определим режимы обработки для операции 025 - Сверлильная.

Переход 1.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_D, [11]$$



$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{д} = 4,5 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 1 + 4,5 = 15,5, \text{ мм.}$$

Найдем величину стойкости

$$T_p = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p.X}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин. [11]}$$

Подача  $S_0 = 0,2$  мм/об.

Скорость резания

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{TAB} = 15$  м/мин;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 0,95$ . [11]

Отсюда  $v = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7$ , м/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 14} = 227,2, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n = 200$  мин<sup>-1</sup>.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 200}{1000} = 9,4, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 200 = 40, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p.X}}{S_M} = \frac{15,5 \cdot 3}{40} = 1,16, \text{ мин.}$$

Переход 2.

$$L = L_p + L_{II} + L_{д}, [11]$$

$$L_{II} = 1 \text{ мм.}$$

$$L_{д} = 4,5 \text{ мм.}$$

$$L = 10 + 1 + 4,5 = 15,5, \text{ мм.}$$

Найдем величину стойкости

$$T_p = T_M \cdot \lambda.$$

$$\text{При } \lambda = \frac{L_p}{L_{p,x}} \approx 1 \quad T_M = 60 \text{ мин. [11]}$$

Подача  $S_0 = 2,0$  мм/об.

Скорость резания

$$v = v_{TAB} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где  $v_{TAB} = 5$  м/мин;  $K_1 = 0,75$ ;  $K_2 = 1,0$ ;  $K_3 = 0,95$ . [11]

Отсюда  $v = 5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 3,6$ , м/мин.

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 16} = 71,7, \text{ мин}^{-1}.$$

Из паспорта станка  $n = 63$  мин<sup>-1</sup>.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 63}{1000} = 3,2, \text{ м/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 2,0 \cdot 63 = 126, \text{ мм/мин.}$$

$$T_0 = \frac{L_{p,x}}{S_M} = \frac{15,5 \cdot 3}{126} = 0,37, \text{ мин.}$$

$$T_0 = T_{0i} = 1,16 + 0,37 = 1,53, \text{ мин.}$$

2.9.6 Определим режимы обработки для операции 030 - Протяжная.

Обработать внутреннее отверстие в размер  $\varnothing 48,9H8^{(+0,039)}$  насквозь на длину  $L = 55$  мм.

$$P = q_0 \cdot \sum l_p \cdot k_p,$$

где  $q_0 = 7,2$ ;  $k_{PM} = 1$ ;  $k_{PO} = 1$ ;  $k_{PK} = 1$ . [11]

$$\sum l_p = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_p}{Z_c},$$

$$Z_p = \frac{l}{t+1},$$

$$Z_p = \frac{55}{10} \approx 6.$$

$$Z_c = 2.$$

$$\Sigma l_p = \frac{3,14 \cdot 48,9 \cdot 6}{2} = 460,6, \text{ мм.}$$

$$P = 7,2 \cdot 460,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3316,6, \text{ кГс.}$$

$$P = 9,81 \cdot 3316,6 = 32535,8, \text{ Н.}$$

Скорость резания  $V = 8 \text{ м/мин.}$  [11]

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_{\text{д}} \cdot \eta}{P},$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{32535,8} = 1,8, \text{ м/мин.}$$

$$T_0 = \frac{55}{1800} = 0,04, \text{ мин.}$$

2.9.7 Определим режимы обработки для операции 035 - Протяжная.

Обработать шпоночный паз в размеры  $14P9\left(\begin{smallmatrix} -0,018 \\ -0,061 \end{smallmatrix}\right)$ ,  $52,8^{+0,2}$  насквозь длина

-  $L = 58 \text{ мм.}$

$$P = q_0 \cdot \Sigma l_p \cdot k_p ;$$

где  $q_0 = 7,2; k_{PM} = 1; k_{PO} = 1; k_{PK} = 1.$  [11]

$$\Sigma l_p = \frac{b_{\text{ш}}}{\cos \omega} \cdot z_{\text{max}}.$$

$$z_{\text{max}} = \frac{L_p}{t_s} + 1 = \frac{58}{15} + 1 = 3,8. \quad \text{Принимаем } z_{\text{max}} = 4 \text{ зубьям}$$

$$\Sigma l_p = \frac{14}{\cos 0^\circ} \cdot 4 = 56 \text{ мм,}$$

$$P = 47,5 \cdot 56 \cdot 1 = 26600 \text{ кгс}$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_{\text{д}} \cdot \eta}{P}.$$

$$V_{\text{дон}} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{26600} = 2,15, \text{ м/мин.}$$

$$T_0 = \frac{55}{2,15 \cdot 1000} = 0,03, \text{ мин.}$$

### 2.9.8 Определим режимы обработки для операции 045 -

Внутришлифовальная.

Диаметр круга – 40 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 49} = 227,5, \text{ мин}^{-1}.$$

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{ВЫХ}},$$

$$T_{\text{ВЫХ}} = 0,05. [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{55}{100} + 0,05 = 0,62, \text{ мин.}$$

### 2.9.9 Определим режимы обработки для операции 050 -

Круглошлифовальная.

Диаметр круга – 40 мм.

Материал абразивного зерна – 24А;

Твердость – К;

Зернистость – F40;

Связка – V (керамическая);

Структура – б.

Скорость резания  $V = 35 \text{ м/с}$ . [11]

Подача  $S_p = 0,4 \text{ мм/мин}$ . [11].

$$n_3 = \frac{1000V_3}{\pi D_3} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 218} = 51,1, \text{ мин}^{-1}.$$

Основное время определим по формуле

$$T_0 = \frac{L_{\text{УСК}}}{S_{\text{УСК}}} + \sum \frac{L_{Pi}}{S_{Pi}} + T_{\text{БЛХ}},$$

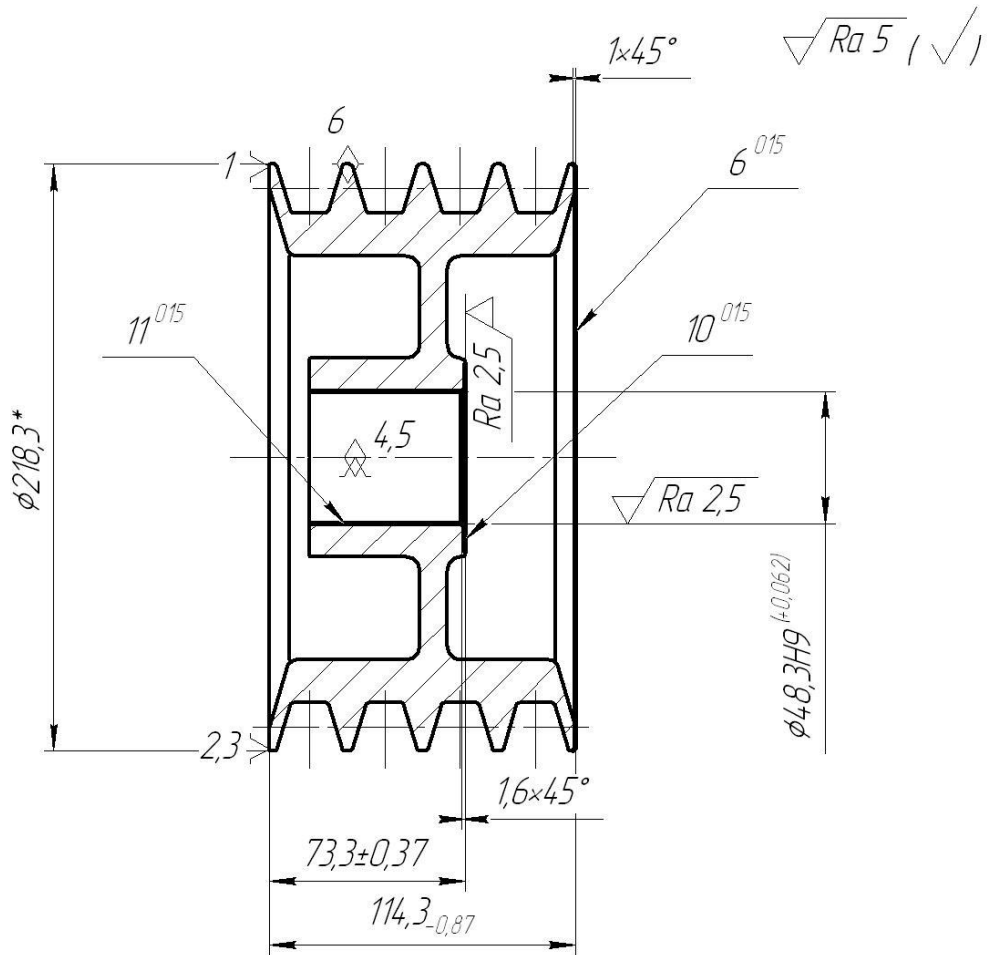
$$T_{\text{БЛХ}} = 0,05 \cdot [11].$$

$$T_0 = \frac{10}{500} + \frac{20 \cdot 4}{100} + 0,05 = 0,87, \text{ МИН.}$$

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

#### 3.1 Сбор исходных данных.

Эскиз операции приведен на рис. 3.1.



*\*Размер для справки.*

Рис. 3.1 Эскиз операции 015

Материал заготовки - сталь 25Л.

Вид заготовки – отливка.

Режущий инструмент – резец токарный Т15К6.

Режимы обработки представлены в разделе 2.9.

Расчет будем вести, согласно методике [12].

### 3.2 Расчет сил резания.

Для последующих расчетов нужно определить составляющие силы резания  $P_Z$  и  $P_Y$ , которые рассчитываются по формуле [12]:

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.1)$$

где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – постоянные коэффициенты для конкретных условий обработки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 171,4^{-0,3} \cdot 0,9 = 60,2, H$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 171,4^{-0,15} \cdot 0,9 = 112,0, H$$

### 3.3 Расчет усилия зажима.

Определим крутящий момент от касательной составляющей силы резания, стремящийся повернуть заготовку, зажатую в кулачках:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2}. \quad (3.2)$$

Провороту заготовки препятствует момент силы зажима, рассчитываемый следующим образом:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

где  $W$  - суммарное зажимное усилие, приходящееся на три кулачка, Н.

$f$  - коэффициент трения, зависящий от состояния рабочей поверхности сменного кулачка.

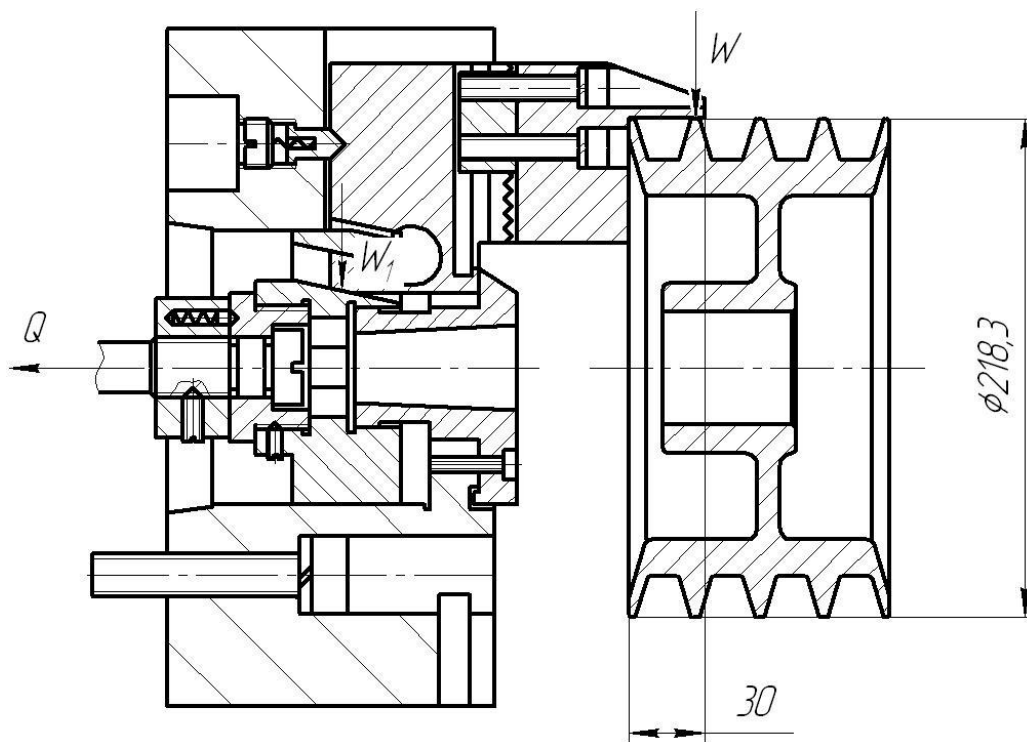


Рис. 3.2 Схема закрепления заготовки

Из равенства  $M_p$  и  $M_3$  рассчитаем необходимое усилие зажима, которое бы препятствовало провороту изделия

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}. \quad (3.4)$$

Величина коэффициента запаса  $K$ , в зависимости от индивидуальных условий выполнения операции, рассчитывается по формуле.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

В нашем случае  $K$  будет равен:

$$K_{pz} = 1,80.$$

$$K_{py} = 2,52.$$

Коэффициент трения  $f$  между сменным кулачком и заготовкой зависит от характера его рабочей поверхности. При форме кулачковой рабочей поверхности с кольцевыми канавками  $f = 0,3$ . Тогда

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 112 \cdot 218,3}{0,3 \cdot 218,3} = 1344, \text{ Н.}$$



Сила  $P_y$  стремится вывернуть заготовку из кулачков относительно оси, создавая момент

$$M_p = P_y \cdot l. \quad (3.6)$$

Этому моменту противостоит крутящий момент от зажимной силы

$$M_3 = T \cdot \frac{2}{3} \cdot d_2, \quad (3.7)$$

Величина зажима  $W_1$  несколько увеличивается по сравнению  $W$ :

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l_k \cdot f}{H_k}}, \quad (3.8)$$

Получим:

$$W = \frac{1344}{1 - \frac{62}{80} \cdot 0,1} = 1751,1, \text{ Н.}$$

#### 3.4 Расчёт зажимного механизма.

Определим усилие  $Q$ , создаваемое проектируемым силовым приводом, которое зажимным механизмом усиливается и передается кулачкам.

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.9)$$

Данное отношение для клинового механизма равно:

$$i = \frac{1}{\overbrace{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1}} \quad [13] \quad (3.10)$$

Получим:

$$i = \frac{1}{\overbrace{\operatorname{tg}(5 + 5^{\circ}50') + \operatorname{tg} 5^{\circ}50'}} = 2,1.$$

Тогда

$$Q = \frac{1751,1}{2,1} = 833,9, \text{ Н.}$$

#### 3.5 Расчёт силового привода.

Диаметр поршня пневматического цилиндра найдем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2}, \quad (3.11)$$

где  $P$ — рабочее давление среды, которое примем  $P=0,4$  МПа.

Для пневмоцилиндра получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 833,9}{0,4} + 60^2} = 79, \text{ мм.}$$

Конструкция станка позволяет встроить силовой привод с диаметром поршня не более 120 мм. Поэтому, рассчитанные параметры пневматического привода приемлемы.

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Круглая протяжка является многолезвийным режущим инструментом, который применяется в серийном и массовом типах производств. Главным движением при таком виде обработки является поступательное перемещение инструмента. Движение подачи заложено в конструкции протяжки.

На 035 Протяжной операции обрабатывается внутреннее посадочное отверстие детали протяжкой круглой. Задача этого раздела спроектировать инструмент для этой операции. Диаметр отверстия перед обработкой  $D_0 = 48,3$  мм. Диаметр отверстия после обработки  $D = 48,9H8^{+0,039}$ .

Расчёт режущей части протяжки.

Расчёт будем вести по методике [14]

Исходные данные представлены в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 - Исходные данные о заготовке

Исходные данные:

Исходный диаметр отверстия заготовки до протягивания  $D_0 = 48,3$  мм.

Диаметр отверстия заготовки после обработки  $D = 48,9$  мм.

Верхнее предельное отклонение получаемого отверстия  $+0,039$  мм.

Нижнее предельное отклонение получаемого отверстия  $0$ .

Длина обрабатываемого отверстия  $L_0 = 55$  мм.

Материал заготовки – сталь 25Л.

Предел прочности обрабатываемого материала  $\sigma_B = 441$  МПа.

Определение геометрических параметров режущей части протяжки.

Задний угол режущих зубьев принимаем  $\alpha_{r0} = 3^\circ$ . [14]

Передний угол для обработки стали с  $\sigma_B = 441$  МПа принимаем  $\gamma_{r0} = 12^\circ$ .

[14]

Рассчитаем припуск для обработки.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2}IT = 48,9 + \frac{1}{2}0,039 = 48,920, \text{ мм.}$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{48,920 - 48,3}{2} = 0,310, \text{ мм.}$$

Определим шаг режущих зубьев

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0},$$

$$t = 1,3 \sqrt{55} = 9,641, \text{ мм.}$$

Принимаем  $t = 10$  мм.

Назначим размеры стружечных канавок:

$$h = 4; c = 4; r = 2; R = 7; F_K = 12,57. [14]$$

Определим толщину среза, приходящегося на зуб

$$a_z = \frac{F_K}{K \cdot L_0} = \frac{12,57}{4 \cdot 55} = 0,057,$$

где  $K = 4$ . [14]

Определим число одновременно работающих зубьев

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{55}{10} + 1 = 6,5. \text{ Принимаем } q = 7.$$

Определим силу, приходящуюся на миллиметр обрабатываемого контура

$$P_z = C_p \cdot \sigma_s \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma,$$

где  $C_p = 3,3$ . [14]

$$K_\gamma = \frac{90 - \gamma}{75} = \frac{90 - 18}{75} = 0,96.$$

$$P_z = 3,3 \cdot 441 \cdot 0,057^{0,85} \cdot 0,96 = 122,38, \text{ Н.}$$

Определим усилие протягивания

$$P_T = \pi \cdot P_z \cdot D \cdot q = 3,14 \cdot 122,38 \cdot 48,9 \cdot 7 = 131537, \text{ Н.}$$

Определим напряжения в канавке

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi (D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 131537}{3,14 (48,3 - 2 \cdot 4)^2} = 103,2, \text{ МПа.}$$

По [14] принимаем наибольший диаметр хвостовика

$$d_1 = 40 \text{ мм.}$$

Определим напряжение в опасном сечении хвостовика,

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{131537}{804,2} = 163,56,$$

где  $F_x = 804,2$ . [14]

Определим количество черновых зубьев

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1.$$

Принимаем  $a'_z = 0,0125$ ;  $z' = 2$ .

$$z = \frac{0,310 - 2 \cdot 0,0125}{0,057} + 1 = 6.$$

Определяем диаметры черновых зубьев:

$$D_i = D_0 + 2a_z(i - 1).$$

$$D_1 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(1 - 1) = 48,300, \text{ мм.}$$

$$D_2 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(2 - 1) = 48,414, \text{ мм.}$$

$$D_3 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(3 - 1) = 48,528, \text{ мм.}$$

$$D_4 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(4 - 1) = 48,642, \text{ мм.}$$

$$D_5 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(5 - 1) = 48,756, \text{ мм.}$$

$$D_6 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(6 - 1) = 48,850, \text{ мм.}$$

Определяем диаметры чистовых зубьев:

$$D_{ч1} = D_z + 2a'_z j.$$

$$D_{ч1} = 48,850 + 2 \cdot 0,0125 \cdot 1 = 48,875, \text{ мм.}$$

$$D_{ч2} = 48,850 + 2 \cdot 0,0125 \cdot 2 = 48,900, \text{ мм.}$$

Определим длину режущей части

$$l_p = t(z + z') = 10(6 + 2) = 80, \text{ мм.}$$

Определим параметры калибрующей части.

Задний угол принимаем  $\alpha_r = 1^\circ$ .

Принимаем передний угол  $\gamma_r = 1^\circ$ .

Выберем число калибрующих зубьев по [14]:

$$z_K = 6.$$

Определим шаг калибрующих зубьев

$$t_k \approx (2/3)t = 8, \text{ мм.}$$

Номинальный диаметр всех калибрующих зубьев протяжки

$$D_k = D_{\max} = 48,900, \text{ мм.}$$

Ленточку на зубьях протяжки принимаем  $f = 0,3 \text{ мм.}$

Определим длину калибрующей части

$$l = k_k \cdot z_k = 8 \cdot 6 = 48, \text{ мм.}$$

Размеры хвостовика назначаем по [15].

Длина передней направляющей

$$l_{\text{ПН}} = (0,8 \dots 1,0)L_0 = 0,9 \cdot 55 = 50, \text{ мм.}$$

Длина задней направляющей

$$l_{\text{ЗН}} = (0,6 \dots 0,8)L_0 = 0,7 \cdot 55 = 40, \text{ мм.}$$

Расстояние до первого зуба

$$L_1 = 180 + l_{\text{ПН}} = 180 + 50 = 230, \text{ мм.}$$

Общая длина протяжки

$$L = L_1 + l_p + l_k + l_{\text{ЗН}} = 230 + 80 + 48 + 40 = 398, \text{ мм.}$$

Условие  $392 < 1956$  выполняется.

Принимаем форму стружкоразделительных канавок [14]

$$\varepsilon = 60^\circ; m = 0,7; R_c = 0,4 \text{ мм.}$$

Определяем количество канавок

$$n_c = 1,85\sqrt{D} = 1,85\sqrt{48,9} = 12.$$

$$\frac{180}{n_c} = \frac{180}{12} = 15^\circ.$$

Твердость после термической обработки режущей части HRC 62...66.

Твердость после термической обработки хвостовой части HRC 44...50.

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления шкива привода насоса».

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Точение чистовое	Операция 015 Токарная чистовая	Оператор станка с ЧПУ	Станок SAMAT-400XC; токарный поводковый патрон	Сталь 40X; т/с Т15К6; б/р; СОЖ-Волгол

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Токарная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок SAMAT-400XC оснащенный системой программного управления



### 5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного	Регламентированная процедура по	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	оборудования	обучению по охране труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

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

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный станок SAMAT-400XC оснащенный системой	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения

1	2	3	4	5	6
		программног о управления	плавящихся твердых веществ и материалов (В)	промасленно й ветоши	на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средств ва первич ного пожаро тушени я	Средств а мобиль ного пожаро тушени я	Установ ки стацион арного пожаро тушени я и/или пожаро тушащи е систем ы	Средств а автомат ики для пожаро тушени я	Оборуд ование для пожаро тушени я	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротуше ния (механизиров анный и немеханизир ованный)	Сигнализ ация, связь и оповещен ие при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнет ушите ли,	Пожар ные автомо	Систе мы пенног	Техни ческие средств	Напор ные пожар	Веревки пожарные карабины	Лопаты, багры, ломы,	Автомат ические извещат

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
ящики с песко м, пожар ные краны	били и пожар ные лестни цы	о пожар отуше ния	ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные	Ные рукава и рукавн ые развет вления	пожарные противога зы, респирато ры	топоры	ели

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные

1	2	3
	автоматов в электроустановках станков	инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

1	2	3	4	5
Название технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования).	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
Точение	Токарный станок SAMAT-400XC, оснащенный системой ЧПУ	Пыль металлическая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

### 5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления шкива привода насоса. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 015 – Токарная	
<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC. <u>Оснастка</u> – станочное приспособление с механическим зажимом. <u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,68$ мин	<u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель SAMAT-400XC. <u>Оснастка</u> – станочное приспособление с автоматическим зажимом. <u>Инструмент</u> – резец токарный $T_o = 0,68$ мин

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Анализируя использованные данные таблицы 6.1 видно, что основное время на операции не изменилось, но за счет применения станочного приспособления с автоматизированным зажимом изменится вспомогательное время на операции, что повлияет на штучное время выполнения операции. Однако, представленной информации для

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

- программа выпуска изделия, равная 5000 шт.;
- материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;
- нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 6.1.



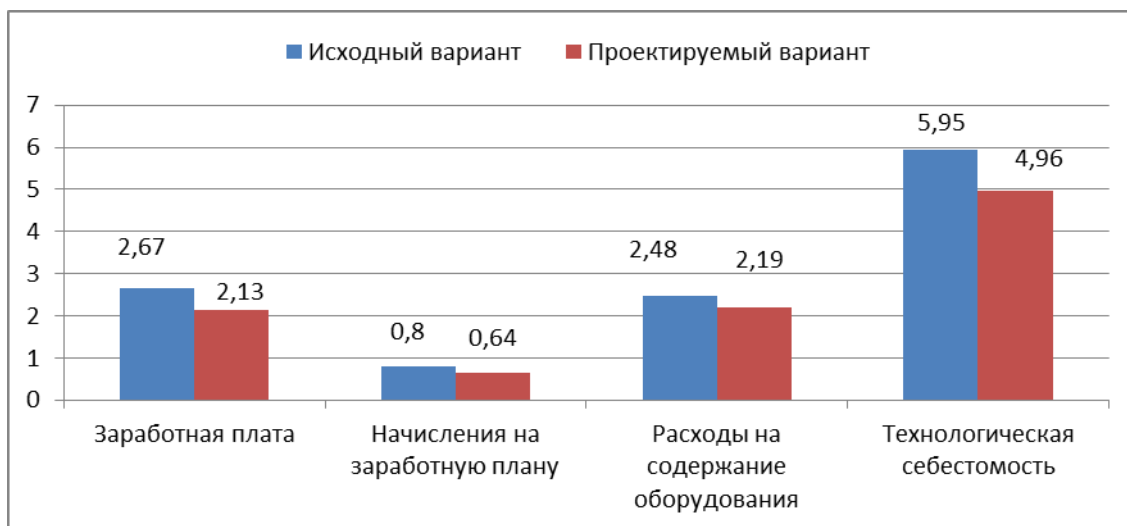


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию по всем расходам, связанным с производством детали. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 35211 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и приспособление.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	$S_{\text{полн}}$ , руб.	15,72	12,76
2	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$ , руб.	11840	
3	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	4	
4	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$ , руб.	41984,6	
5	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$ , руб.	6773,6	
6	Индекс доходности	$ИД$ , руб.	1,19	

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 6773,6 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 4 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,19 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

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

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе выполнен технологический процесс изготовления шкива привода насоса, сделан технико-экономический анализ и спроектирована заготовка, рассчитаны припуски на одну из поверхностей детали, техпроцесс оснащен современными технологическими средствами.

На Токарную чистовую операцию 015 спроектировано станочное приспособление с автоматическим приводом.

На 030 Протяжную операцию разработана конструкция круглой протяжки.

Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

В работе выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Экономический расчет показал эффективность работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов М. Н. Детали машин : учеб. для втузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. - Изд. 12-е, испр. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 407 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. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.
4. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
5. ГОСТ 26645 – 85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – 53 с.
6. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.
7. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
8. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
9. 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.
10. 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.
11. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.

12. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
14. Резников Л.А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента: электронное учеб. пособие / Л.А.Резников. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2014. – 208 с.
15. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
16. 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.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
19. 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.
20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 960 с.

22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

23. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2012.

24. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

26. BURR FORMATION IN MICRO-MILLING. Kiha Lee , Ingo Essel , David A. Dornfeld 2013.

[http://www.aspe.net/publications/Annual\\_2001/PDF/POSTERS/PROCESS/MACHINE/1254.PDF](http://www.aspe.net/publications/Annual_2001/PDF/POSTERS/PROCESS/MACHINE/1254.PDF)

27. A NEW DESIGN OF ROUGHING MILLING CUTTER AND ITS MACHINING PERFORMANCE. MIROSLAV PISKA, ALES JAROS. 2016.

[http://www.mmscience.eu/content/file/archives/MM\\_Science\\_201619.pdf](http://www.mmscience.eu/content/file/archives/MM_Science_201619.pdf)

28. Real-Time Deflection Monitoring for Milling of a Thin-Walled Workpiece by Using PVDF Thin-Film Sensors with a Cantilevered Beam as a Case Study. Ming Luo \*, Dongsheng Liu and Huan Luo. 2016.

<http://www.mdpi.com/1424-8220/16/9/1470>

29. DESIGN, MESHING CHARACTERISTICS AND STRESS ANALYSIS OF CYLINDRICAL GEARS WITH CURVILINEAR TOOTH PROFILE. Xuegang Zhang Yongchun Xie Xingqiang Tan. 2016.

[https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwibu7eo\\_nTAhVjCpoKHRYKDKYQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F229036&usg=AFQjCNEhXSkBuIy-1x1MdxMOOhFNB70pIA&cad=rjt](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwibu7eo_nTAhVjCpoKHRYKDKYQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F229036&usg=AFQjCNEhXSkBuIy-1x1MdxMOOhFNB70pIA&cad=rjt)

30. Research on Cutting Force of Turn-Milling Based on Thin-Walled Blade. Lida Zhu, Baoguang Liu, Xiaobang Wang, and Zhiwei Xu. 2016.

<https://www.hindawi.com/journals/amse/2016/2638261/>

## ПРИЛОЖЕНИЯ



		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.						<u>Документация</u>			
		A1			17.07.ТМ.016.06.000СБ	Сборочный чертеж			
Справ. №						<u>Детали</u>			
		Б/4	1		17.07.ТМ.016.06.001	Корпус	1		
		Б/4	2		17.07.ТМ.016.06.002	Стопор	1		
		Б/4	3		17.07.ТМ.016.06.003	Клин	1		
		Б/4	4		17.07.ТМ.016.06.004	Постоянный кулачек	3		
		Б/4	5		17.07.ТМ.016.06.005	Сухарь	3		
		Б/4	6		17.07.ТМ.016.06.006	Сменный кулачек	3		
		Б/4	7		17.07.ТМ.016.06.007	Втулка	1		
		Б/4	8		17.07.ТМ.016.06.008	Заглушка	1		
		Б/4	9		17.07.ТМ.016.06.009	Тяга	1		
		Б/4	10		17.07.ТМ.016.06.010	Гайка	1		
		Б/4	11		17.07.ТМ.016.06.011	Плунжер	1		
		Б/4	12		17.07.ТМ.016.06.012	Втулка	3		
		Б/4	13		17.07.ТМ.016.06.013	Шток	3		
		Б/4	14		17.07.ТМ.016.06.014	Корпус неподвижный	1		
		Б/4	15		17.07.ТМ.016.06.015	Муфта	1		
		Б/4	16		17.07.ТМ.016.06.016	Крышка	1		
		Б/4	17		17.07.ТМ.016.06.017	Корпус гидроцилиндра	1		
		Б/4	18		17.07.ТМ.016.06.018	Поршень	1		
		Б/4	19		17.07.ТМ.016.06.019	Шток	1		
Б/4	20		17.07.ТМ.016.06.020	Переходная втулка	1				
Подп. и дата		17.07.ТМ.016.06.000СП							
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Глазев				Патрон трехкулачковый с пневмоприводом	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Логинов					1	1	2
	Нконтр.	Виткалов					ТГУ, ТМБ-1301		
	Утв.	Козлов							
Подп. и дата							Копировал		
							Формат А4		





											5	2				
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпа.	Тшт.
Т01	ГОСТ 18872-73; 392190 Резец сборный расточный Т15К6 ГОСТ 18872-73; 392190 Резец фасонный Р6М5.															
Т02	393311 Штангенциркуль ШЦЦ – Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393120 Калибр – скоба ГОСТ 18361 – 93.															
А03	ХХ. ХХ. ХХ 015 4230 Токарная чистовая программная ИОТ № 63															
Б04	38 1021 5 Токарно-револьверный ЧПУ SAMAT-400ХС 1 16045 322 1 1 1 1 142 1															
О05	Точить поверхность б, выдерживая размер 114.3 <sub>-0.087</sub> ; точить фаску 1х45°; точить поверхность 10, выдерживая размер 73.3±0.37;															
О06	точить фаску 1.бх45°; точить поверхность 11, выдерживая размер Ø48.3 <sup>+0.062</sup> .															
Т07	396110 Патрон самоцентрирующий трёхлапчатый ГОСТ 2675-80; 392190 Резец сборный проходной отогнутый правый Т15К6															
Т08	ГОСТ 18878-73; 392190 Резец сборный расточный Т15К6 ГОСТ 18872-73; 393120 Калибр-пробка ГОСТ 3882-77;															
Т09	393311 Штангенциркуль ШЦЦ – Ш-250-0.05 ГОСТ 166 – 89; 393410 Микрометр ГОСТ 6507-90.															
А10	ХХ. ХХ. ХХ 020 4230 Токарная чистовая программная ИОТ № 63															
Б11	38 1021 5 Токарно-револьверный ЧПУ SAMAT-400ХС 1 16045 322 1 1 1 1 142 1															
О12	Точить поверхность 1, выдерживая размер 114 <sub>-0.087</sub> ; точить фаску 1.бх45°; точить поверхность 19, выдерживая размер 99±0.435;															
О13	точить поверхность 2, выдерживая размер Ø218 <sub>-0.25</sub> ; точить фаску 1 х45°; точить поверхности 3, 5, выдерживая размеры:															
О14	34 <sup>±30</sup> , 15±0.215, 43±0.05, 71 ±0.06, 99±0.07, Ø200±0.25, R1; точить поверхности 4, выдерживая размер Ø182±0.575.															
Т15	396110 Токарный трёхлапчатый патрон ГОСТ 2675 – 80;															
Т16	392190 Резец токарный проходной отогнутый, сборный правый Т15К6 ГОСТ 18878-73;															
МК																





