

Аннотация

В работе выполнено проектирование технологического процесса изготовления зажимного винта для условия серийного производства. Для этого был проведён анализ конструкции зажимного винта на технологичность. Выявлены основные особенности, которые приводят к снижению технологичности на этапах получения заготовки и обработки. Проведён технический анализ требований чертежа.

Спроектирована технология для выбранного по массе и годовому объёму выпуска серийному типу производства. В качестве заготовки используются штамповка. Это более выгодно по сравнению с прокатом.

С учетом исходной заготовки и требований чертежа спроектирована маршрутная технология обработки основных поверхностей – шеек под подшипники и резьбовых поверхностей, а также глубокого и радиальных отверстий, а также мелких конструктивных элементов в виде канавок, расточек и фасок.

Технология отличается последовательностью переходов, выполняемых на высокопроизводительном автоматизированном оборудовании, таком как токарно-фрезерный станок, позволяющий реализовать принципы проектирования операций по концентрации переходов. Это обеспечивает максимальную точность расположения обработанных поверхностей.

Для реализации предложенной технологии спроектировано зажимное приспособление. Для обработки выбраны технологические базы, а также режущий инструмент, обеспечивающий высокопроизводительную обработку.

Также для разработанной технологии предложены меры по снижению влияния вредных условий труда на здоровье операторов. Предложенные усовершенствования режущего инструмента обоснованы в экономическом разделе.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	5
1.2 Анализ технологичности.....	6
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор метода получения и проектирование заготовки.....	9
2.3 Разработка технологических переходов.....	13
2.4 Расчет припуска аналитически.....	14
2.5 Разработка маршрута.....	17
2.6 Разработка схем базирования.....	19
2.7 Разработка технологической операции.....	20
2.8 Расчет норм времени на токарную операцию 010.....	25
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	29
3.1 Проектирование приспособления.....	29
3.2 Проектирование инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	39
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	39
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта.....	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	42
5 Экономическая эффективность работы.....	44
Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50
Приложение А. Технологические карты ..	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение Б. Спецификация на приспособление	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

Машиностроение, и в частности, станкостроение, является одной из ключевых отраслей любой экономики мира. Это высокотехнологичная отрасль является показателем научно-технологического развития страны.

Одним из ключевых элементов конструкций технологического оснащения являются приводы зажима. Качество работы этих систем определяет в первую очередь безопасность обработки заготовок, точность и качество и поэтому является одной из ключевых эксплуатационных и качественных характеристик. Уровень проектирования конструкции элементов приводов определяет надежность срабатывания, быстродействие технологической оснастки.

Одна из ключевых деталей в приводе зажима - это приводной винт. Соответственно, технология изготовления этой детали является одной из главных в общем списке технологий изготовления приспособления. Без разницы, для какого типа производства проектируется технология, в конце должны получить результат – деталь, соответствующую всем техническим требованиям чертежа. Это зависит от правильности выбора методов обработки и соответствующего оборудования с оснащением для реализации выбранных переходов. Поэтому уровень проектирования технологического процесса изготовления зажимного винта является показателем работы инженера – технолога.

Особенно важными данные задачи являются для приспособлений, на которых проводят черновую обработку с большими силами и высокоточная обработка, где необходимо создавать точные зажимные усилия.

Целью работы является повышение надежности и эффективности изготовления зажимного винта привода зажима станочного приспособления на основе проектирования современной технологии с использованием

современных подходов к обеспечению точности обработки и снижению трудоемкости.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

Вал винт зажимного приспособления (рисунок 1) предназначен для передачи крутящего момента и создания осевого перемещения зажимных элементов. Вал устанавливается в подшипниковых опорах, расположенных симметрично относительно центрального фланца. Для подачи смазочного материала на поверхности вращения в подшипниках скольжения применяется центральное сквозное отверстие. От него к поверхностям трения - шейкам под подшипники, а также на трапецеидальную резьбовую поверхность выходят радиальные отверстия. Для герметизации полости центрального отверстия используется с двух сторон резьба для резьбовых элементов. С одной стороны шлицевая поверхность имеет канавку под подпружиненное стопорное кольцо [2].

Муфта 3, зафиксированная кольцом 2 передает исходный момент. Резьбовая втулка 6, вкрученная в шток и зафиксированная винтами, передает осевое перемещение по трапецеидальной резьбе.

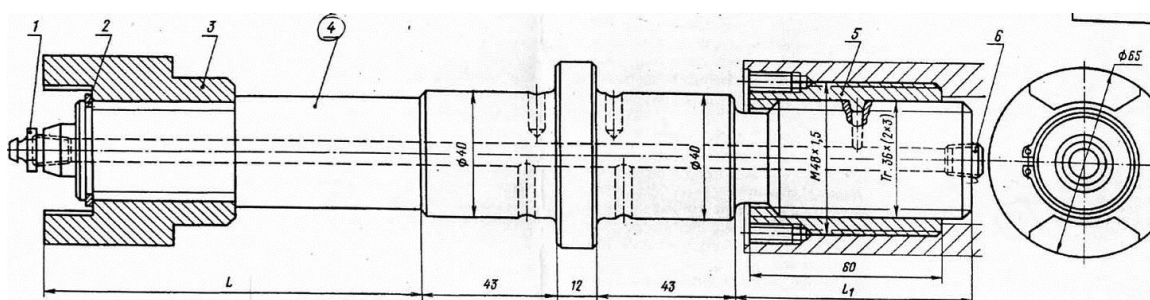


Рисунок 1 - Эскиз узла

Вал винт (рисунок 2) работает в условиях значительных циклических нагрузок и сил трения.

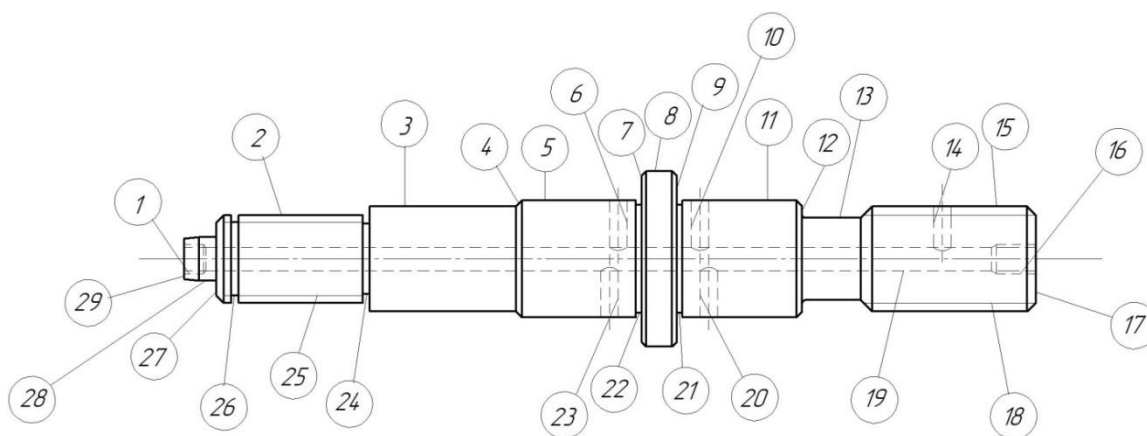


Рисунок 2 - Эскиз детали

Схема с нумерацией используется для обозначения поверхностей в плане изготовления.

1.2 Анализ технологичности

Данная деталь отличается несколькими конструктивными элементами, которые создают не технологичность. Это, во-первых, глубокое отверстие для подвода смазочного материала вдоль оси детали. Из-за особенностей соотношение диаметра и длины данное отверстие относится к категории глубоких. Это требует использования специализированного оборудования и инструмента, в частности одно кромочного сверла с внутренним подводом смазочно-охлаждающей жидкости и отводом данной эмульсии со стружкой по внешнему каналу инструмента. Для приёма отработанной эмульсии необходимо задействовать стружкоприёмник, который будет обеспечивать герметичную полость в зоне обработки. Кроме этого, на детали имеется трапециевидальная резьба большого профиля. Традиционная обработка такой

поверхности включает в себя много переходное нарезание с использованием резбонарезного инструмента - резца.

Коэффициент средней точности [22]:

$$K_T = 1 - \frac{1}{\bar{A}}, \quad (1)$$

где \bar{A} – средний квалитет

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n IT \cdot n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (2)$$

где IT – квалитет;

n_i – количество поверхностей с квалитетом IT .

По расчету

$$\bar{A} = 10,318, K_T=0,903.$$

Коэффициент средней шероховатости:

$$K_{Ra} = 1 - \frac{1}{\overline{Ra}}, \quad (3)$$

где

$$\overline{Ra} = \frac{\sum_{i=1}^n Ra_i}{n}, \quad (4)$$

где Ra_i – шероховатость, мкм.

По расчету $\overline{Ra} = 6,705, K_{Ra}=0,851$.

Коэффициент использования материала:

$$K_{um} = \frac{q}{Q}, \quad (5)$$

где q -масса детали, кг;

Q -масса заготовки, кг.

Материал детали углеродистая легированная сталь 40ХН, имеющая нормальный коэффициент обрабатываемости резанием [7]. У детали средние

габариты. Выход инструмента обеспечивается. Контрольная доступность также обеспечивается. Конструктивные элементы унифицированы. Базирование и закрепление заготовки типовое для ступенчатого вала. Это или самоцентрирующий трёх кулачковый патрон с дополнительными поджимом центрами, или в поводковом патроне. Основным элементом не технологичности в данном случае является центральное отверстие, которое относится к категории глубоких. Кроме этого, не технологичным можно считать радиальные отверстия, расходящиеся от него. Для нормального входа сверла необходимо или предварительная зацентровка или использование специализированного сверлильного приспособления с кондукторными втулками.

1.3 Задачи работы

Задачей работы является на основе анализа технических требований рабочего чертежа зажимного винта, анализа общей технологичности детали с выявленными недостатками и предложенными изменениями, выбрать тип производства. С учётом типа производства определить способ получения исходной заготовки, назначить технологические переходы. С учётом типового процесса сгруппировать их в технологические операции, подобрать технологическое оборудование и оснащение. Для лимитирующей операции выполнить проектирование приспособления и инструмента. Предусмотреть меры по обеспечению охраны труда и выполнить экономическое обоснование предложенных изменений.

Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование рабочего чертежа детали с изменениями конструкции, которые основаны на анализе технологичности конструкции зажимного винта. Анализ технологичности показал

определенные трудности, которые будут возникать в ходе изготовления данной детали. Сформулированы задачи по выполнению данной работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Первым этапом проектирования технологии является выбор типа производства. Он основан на анализе трудоёмкости, которая определяется косвенно по массе самой детали и заданному годовому выпуску. Для массы 3,5 кг и 500 деталей в год тип производства – среднесерийный [12].

2.2 Выбор метода получения и проектирование заготовки

Если проектировать прокат, то выбираем только припуск на диаметр 60 мм и длину 292 мм (рисунок 3).

Для проката с учетом двух переходов для шейки (черновое и чистовое точение) припуск $Z_3=2,5$ мм. Для торцов при фрезеровании принимаем $Z_1=Z_2=2$ мм.

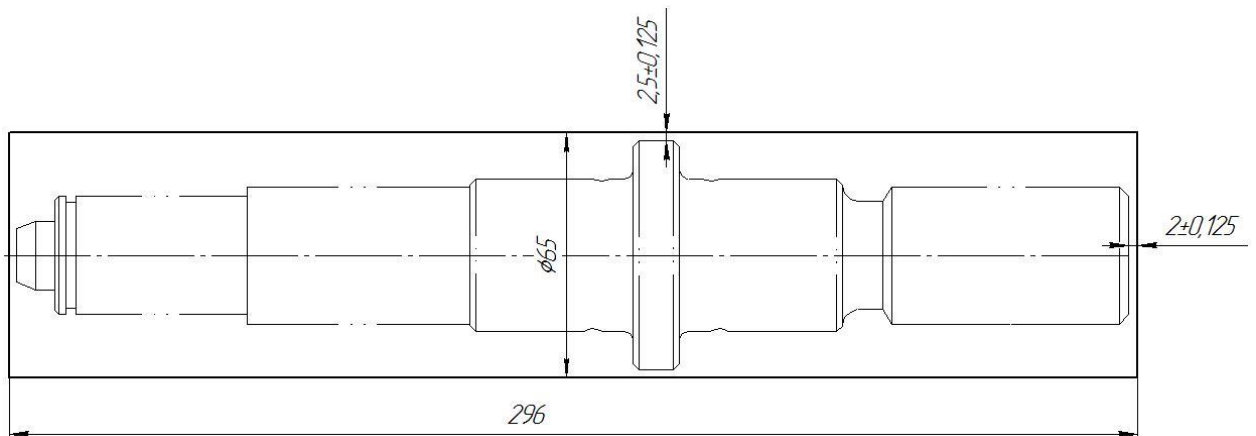


Рисунок 3- Эскиз заготовки зажимного винта из проката

Общие размеры у проката равны

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{дет}} + 2 \cdot Z_{1,2}, \quad (6)$$

где $L_{пр}$ – длина проката, мм;

$L_{дет}$ – длина детали, мм.

$$L_{пр} = 292 + 4 = 65 \text{ мм.}$$

Диаметр равен

$$d_{пр} = d_{дет} + 2 \cdot Z_3, \quad (7)$$

где $d_{пр}$ – диаметр проката, мм;

$d_{дет}$ – диаметр детали, мм.

Тогда

$$d_{пр} = 60 + 5 = 65 \text{ мм.}$$

Принимаем размер прутка 65 мм по ГОСТ 2590-88.

Масса детали: 3,5 кг. Масса заготовки из проката: 7,7 кг.

Коэффициент использования материала прокат по формуле (5):

$$K_{им} = \frac{3,5}{7,7} = 0,45.$$

Формула, для определения технологической себестоимости заготовки с учётом затрат на обработку [11]

$$C_m = \frac{q}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (8)$$

где q – масса детали, кг;

K_{M_i} – коэффициент использования материала для способа получения исходной заготовки;

$C_{заг}$ – стоимость заготовки, руб/кг;

$C_{мех}$ – стоимость обработки, руб/кг;

$C_{отх}$ – стоимость отходов, руб/кг.

Для проката

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\text{ф}}, \quad (9)$$

где $C_{\text{пр}}$ – стоимость килограмма проката, руб/кг;

$h_{\text{ф}}$ – коэффициент формы.

Килограмма проката

$$C_{\text{заг}} = 18,45 \cdot 1 = 18,45 \text{ руб./кг.}$$

Затраты на обработку

$$C_{\text{мех}} = C_{\text{с}} + E_{\text{м}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (10)$$

где $C_{\text{с}}$ – текущая стоимость обработки, руб/кг;

$C_{\text{к}}$ – капитальная стоимость обработки, руб/кг;

$E_{\text{н}}$ – стандартный параметр отдачи капитальных вложений [6].

Примем для расчета: $C_{\text{с}}=4,95$ руб/кг, $C_{\text{к}}=10,85$ руб/кг, $E_{\text{н}}= 0,15$. Для общего машиностроения. Для лома $C_{\text{отх}}$ цена 1,4 руб/кг.

$$C_{\text{мех}} = 4,95 + 10,85 \cdot 0,15 = 6,58 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{м}} = 7,7 \cdot [18,45 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,45)] = 164 \text{ руб.}$$

Для штамповки из стали 40Х ориентировочная масса штамповки через поправочный коэффициент $K_{\text{р}}=1,3 \dots 1,6$ (примем 1,3) масса равна 4,6 кг.

Группа стали – М2. Размеры штамповки для диаметра равны [10]

$$D=60 \cdot 1,05=63 \text{ мм.}$$

Для длины примем 296 мм. Тогда масса штамповки: 4,67 кг. Для коэффициента сложности ориентируемся на коэффициент использования проката 0,45, тогда – С2.

Плоскость разъема штампа простая, плоская. Для определения исходного индекса

$$\text{ИН} = \text{N1} + (\text{MS} - 1) + (\text{ST} - 1) + 2(\text{КТ} - 1), \quad (11)$$

где N1 — номер интервала массы штамповки;

MS — группа стали;

ST — степень сложности поковки;

КТ — класс точности.

Тогда для N1 равного 5, MS равного 2, ST равного 2 и КТ равного 3
 $ИН = 5 + (2 - 1) + (2 - 1) + 2(4 - 1) = 13$.

Для исходного индекса 13 припуски на размеры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Припуски

Наименование	Размер, мм	Шероховатость, мкм	Припуск, мм
Диаметр	40	1,6	1,9
Диаметр	60	12,5	1,7
Длина	292	12,5	1,8
Длина	12	2,5	1,5

Остальные технические требования: допустимое смещение штампа штамповочные уклоны, радиусы и дефектный слой на листе штамповки. На рисунке 4 показано заготовка - штамповка.

«Стоимость штамповки винта равна

$$C_{заг} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (12)$$

где $C_{шт}$ – справочная стоимость базового способа штамповки, руб/кг;

h_T – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

h_C – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

h_B – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

h_M – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

h_{II} – коэффициент, учитывающий группу серийности» [11].

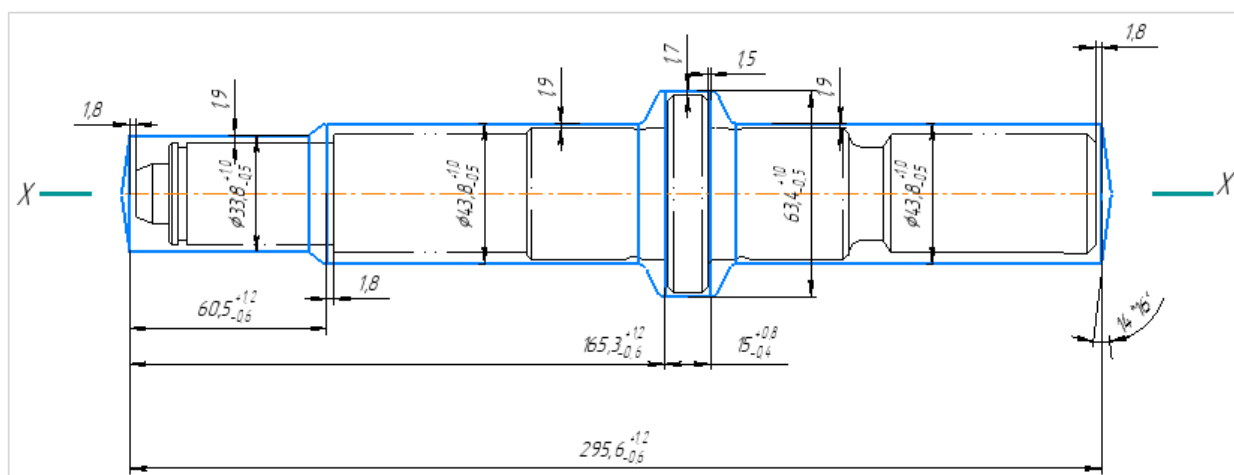


Рисунок 4 - Эскиз штамповки

Тогда штамповка

$$C_{\text{заг}} = 27,03 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 14,8 \text{ руб.}$$

Общая стоимость штамповки получается

$$C_m = 4,4 \cdot [14,8 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,80)] = 69,7 \text{ руб.}$$

В результате сравнительных расчетов получено, проката выше, поэтому применяем в способ получения заготовки штамповкой.

2.3 Разработка технологических переходов

С учётом выбранного способа получения исходной заготовки винта штамповкой, на все поверхности детали со сформулированными техническими требованиями по чертежу, выбираются переходы [5], которые показаны в таблице 2 по группам поверхностей [9].

Группы поверхностей будут крайние торцы, буртики, шейки, канавки, резьба, шлицы, отверстие, внутренняя резьба.

Переходы типовые для каждого типа поверхности.

Ориентируемся на конечный результат с рабочего чертежа зажимного винта по качеству и шероховатости.

Таблица 2 - Выбор технологических переходов

Вид	Требования		Ra	Переходы
	расположения	формы		
2	3	4	5	6
Крайние торцы	-	-	12,5	Фрезерование черновое (Ra 12,5; 11кв).
Буртики	Есть	-	1,6	Обтачивание торцов черн (Ra 12,5; 13кв); обтачивание торцов чист (Ra 3,2; 10 кв.); ТО; шлифование чистистовое (Ra 2,5;8 кв.)
Шейки	Есть	Есть	1,6	Обтачивание черн (Ra 12,5; 13кв); обтачивание чист (Ra 2,5; 10 кв.); ТО; шлифование чист(Ra 1,25;8кв.); шлифование тонкое (Ra 0,63; 6 кв)
Канавки	-	--	12,5	Точение чист (Ra 2,5; 10 кв.); ТО
Резьба	-	-	12,5	Обтачивание черн (Rz 40, 13 кв); обтачивание чист (Ra 2,5; 10 кв); нарезание резьбы(точение резцом 6h, Ra 2,5 мкм)
Шлицы	-	-	2,5	Обтачивание черн (Rz 40, 13 кв); обтачивание чист (Ra 3,2; 10 кв); Фрезерование (Ra 2,5; 10 кв); ТО; шлифование чист (Ra 1,25, 8 кв), шлифование тонкое (Ra 0,63; 6 кв)
Отверстие	-	-	12,5	Сверление (Ra 12,5; 12 кв); зенкерование (Ra 6,3, 11 кв)
Внутренняя резьба	-	-	2,5	Сверление (Ra 12,5; 11 кв); развертывание (Ra 3,2, 9 кв); нарезание резьбы (Ra 2,5)
Примечание: В таблице 2 используются сокращения для переходов: черн – черновой; чист – чистовой; ст. точн – степень точности; кв. – квалитет.				

Все переходы подобраны по параметрам детали.

2.4 Расчет припуска аналитически

Необходимо расчетным способом определить значение минимальных припусков и размеры на переходы по обработке шеек диаметром $40^{+0.018}_{+0.002}$ мм с шероховатостью Ra 1,6 мкм.

Для вычисления припуска необходимо определить его составляющие, куда входят глубина дефектного слоя и шероховатость от предыдущего перехода, возможное пространственное отклонение в виде различных

смещений и короблений, опять же от предыдущего перехода, а также погрешность установки, возникающая при выполнении перехода на данной операции [11]. Дефектный слой и шероховатость

$$a = Rz + h. \quad (13)$$

где Rz – шероховатость обрабатываемой поверхности, мкм;

h - дефектный слой, мкм.

Все выбранные показатели сведены в таблицу 3. Для определения пространственного коробления шеек на заготовительной операции учитываем табличные значения удельного коробления и размеры самого вала

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2 + \rho_{\text{см}}^2} \quad (14)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ - величина коробления, мкм;

$\rho_{\text{ц}}$ - погрешность зацентровки, мкм;

$\rho_{\text{см}}$ - смещение поверхности, мкм.

Первое слагаемое в формуле (14)

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot l, \quad (15)$$

где Δk – величина удельного коробления, мкм/мм;

l - длина нормируемой поверхности, мкм.

Для всей длины вала

$$\rho_{\text{кор}} = 1,5 \cdot 292 = 438 \text{ мкм.}$$

Зацентровка

$$\rho_{\text{ц}} = \sqrt{0,25 \cdot TD_3^2 + 1}, \quad (16)$$

где Td_3 – допуск шейки заготовки, мм.

Тогда

$$\rho_{ц} = \sqrt{0,25 \cdot 1,8^2 + 1} = 1,35 \text{ мм.}$$

Принимаем $\rho_{см} = 0,6$ мм, а $\rho_{заг} = 1,54$ мм.

С учетом повышения точности

$$\rho_{точ1} = K_i \cdot \rho_{заг}, \quad (17)$$

где K_i – коэффициент уточнения.

Тогда для четырех переходов расчеты занесем в таблицу 3

$$\rho_{точ1} = K_1 \cdot \rho_{заг} = 0,06 \cdot 1,54 = 0,092 \text{ мм.}$$

$$\rho_{точ2} = K_2 \cdot \rho_{заг} = 0,05 \cdot 1,54 = 0,077 \text{ мм.}$$

$$\rho_{шл2} = K_3 \cdot \rho_{заг} = 0,04 \cdot 1,54 = 0,062 \text{ мм.}$$

$$\rho_{шл2} = K_4 \cdot \rho_{заг} = 0,03 \cdot 1,54 = 0,046 \text{ мм.}$$

Таблица 3- Расчет припуска

Переход	Элемент припуска, мкм				Td, мм	2·Z, мм		D, мм	
	T	R _z	ρ	ε _ц		min	max	min	max
Заготовка	250	150	1540	-	1,6	-	-	45,0	46,6
Точение черновое	50	50	92	0,1	0,4	3,9	5,1	41,098	41,50
Точение чистовое	30	13	77	0,07	0,12	0,47	0,75	40,626	40,75
Шлифование Чистовое	15	10	62	0,005	0,03	0,28	0,43	40,287	40,32
Шлифование тонкое	5	6	46	0,005	0,016	0,285	0,299	40,002	40,018

Примечание: В таблице 3 приняты следующие обозначения: Td – допуск; Z – припуск на сторону; D – диаметр.

Расчет проведен корректно, а результат используется в проектировании заготовки.

Для расчет операции при назначении глубины резания выбираем среднее значение припусков.

2.5 Разработка маршрута

В таблице 4 представлена маршрутная технология [9] в виде перечня операций, куда входят выбранные и указанные в таблице 2 отдельные технологические переходы.

Таблица 4 - Выбор средств технологического оснащения

Номер и наименование операции	Наименование оборудования	Переходы	Точность	Шероховатость, мкм
1	2	3	4	5
005 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-72	Фрезерование	11	12,5
		Сверление центровочных отв.	8	6,3
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Assiway UT 300	Точение черновое	12	12,5
		Точение чистовое	9	3,2
		Точение канавки под выход круга	9	2,5
		Точение канавки под кольцо	9	2,5
		Нарезание резьбы		
		Сверление глубокое	7	2,5
		Сверление радиальное	10	6,3
		Развертывание	11	6,3
		Нарезание резьбы	9	3,2
		Нарезание шлицев	7	2,5
015 Термическая обработка	Печь	Термообработка	-	-
020 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC	Шлифование шеек с буртиками	7	2,5
025 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC	Шлифование шеек	6	1,6
030 Моечная	Моечная машина	Очистка	-	-
035 Контрольная	Контрольный стенд	Контроль	-	-

Для соответствующих операций показано выбранное технологическое оборудование [21].

В таблице 5 для каждой операции, с учётом выбранного станка, предлагаются выбранные зажимное приспособление [18] для установки заготовки, а также режущий инструмент для всех переходов [14], которые показаны в таблице 4, а также представлены средства контроля [16] для операционных измерений.

Таблица 5 – Выбор средств технологического оснащения

Номер и наименование операции	Наименование оборудования	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно-измерительные средства
1	2	3	4	5
005 Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-72	Тиски винтовые самоцентрирующиеся с призматическим и губками Тиски 7200-0252 ГОСТ 21168-85	2214-0502 Фреза диаметр 63 мм, z=6 Т15К6 ГОСТ 28719-90 2317-0033 Сверло диаметр 4 мм Р6М5 ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка ГОСТ 427-75
010 Токарная	Токарный станок с ЧПУ Accuway UT 300	Патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80 Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Центр Б-1-4-У ЧПУ ГОСТ 8742-75 Люнет 6046-0001 ГОСТ 21189-75	РТТНЛ 2525М22 Резец Т5К10 ТУ 2-035-892-82 РТТНЛ 2525М22 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82 035-2128-0558 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84 2130-0013 Резец Т15К6 ГОСТ 18884-73 2664-0008 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73 2245-0101 Фреза диаметр 60, z=8 Р18 ГОСТ 16229-81 2301-3797 Сверло Р18 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89 ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
			2301-3797 Сверло Р18 ГОСТ 10903-77 2373-0036 Развертка 9ХС ГОСТ 6226-71 2680-0009	
-	-		Метчик К 1/4 ГОСТ 6227-80	
015 Термообработка	Печь	-	-	Твердомер
020 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71	Круг 1 250x25x76 63А F60 L 7 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2003	Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89 Микрометр цифровой ГОСТ 6507-90 МКЦ 25
025 Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC	Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79 Патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71	Круг 1 250x25x76 63А F100 L 7 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-2003	Штангенциркуль ШЦ-250-0,05 ГОСТ 166-89 Микрометр цифровой ГОСТ 6507-90 МКЦ 25
30 Моечная	Моечная машина			
035 Контрольная	Контрольный стенд			

Все оснащение вносится в приложение А, в документацию.

2.6 Разработка схем базирования

Для установки винта применим типовую схему с центральными базирующими отверстиями. Так как деталь имеет сквозное центральное отверстие диаметром 8 мм, на первой стадии технологического процесса предполагается обрабатывать сплошную заготовку без этого отверстия. Для этого на первой фрезерно-центральной операции проводится обработка

центровых отверстий с двух сторон. Схема базирования: двойная направляющая по шейкам под подшипники и упор в торец [19].

На следующих токарных операциях установка идёт попеременно на двух установках с зажимом в трёх кулачковый патрон с поджимом задним центром. Схема базирования получается такая же, двойная направляющая и две опорные базы.

На операцию по нарезанию шлицев и зубофрезерованию установка также с зажимом в трёх кулачковый патрон с поджимом задним центром. Для сверления глубокого отверстия и обработки торцовых резьбовых поверхностей идет отвод центра и базирование люнетом [20].

После термообработки - нормализации, происходит обработка чистовых технологических баз для шлифования, которыми будут являться центровые фаски центрального отверстия, полученные на последней токарной операции. После этого идёт две последовательные шлифовальные операции с установкой в поводковый патрон с поджимом центром.

2.7 Разработка технологической операции

Расчет режимов резания на 010 токарную операцию [15]. Согласно технологическому маршруту будем использовать токарно-винторезный станок с ЧПУ Assiway UT 300. Данный станок позволяет обрабатывать наружные цилиндрические поверхности, торцы, обработку концевым вращающимся инструментом, фрезерные переходы и т.д. На данном станке можно выполнять как черновые, так и чистовые переходы.

Исходные данные для расчета по переходам для чернового точения поверхностей – обработка по корке штамповки.

Обрабатываемый материал – сталь 40ХН.

Для обработки канавок, нарезания резьбы, чистовой обработки – поверхность обработанная.

Используется патрон с механизированным приводом с поджимом задним центром. Смена детали – ручная.

Используемый инструмент: резец токарный контурный сборный с механическим креплением твердосплавной пластины T15K6, $\varphi=95^\circ$ PTTNL 2525M22.

Глубину резания из таблицы 2 - $t= 2$ мм при снятии напуска. Для точения по контуру принимаем 0,87 мм.

Подача с учетом прочности инструмента принимается $S=0,3$ мм/об [13].

Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v \cdot K, \quad (18)$$

где C_v - основной коэффициент;

T –экономическая стойкость для серийного производства, мин;

t – расчетный припуск, мм;

m, x, y - уточняющие показатели степени;

K_v - поправочный коэффициент для точения.

Принимаем основной коэффициент равным 350, экономическая стойкость резца 40 мин, расчетный припуск 2 мм, $m=0,20$, $x=0,15$ и $y=0,35$.

Поправочный коэффициент [8]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (19)$$

где K_{mv} - коэффициент для материала заготовки 40ХН;

K_{pv} - коэффициент обработанной поверхности заготовки;

K_{iv} – коэффициент материала инструмента (твердый сплав).

Коэффициент по поверхности K_{pv} примем 0,8 -, для твердого сплава K_{iv} равен 1.

Для материала с пределом прочности σ_B равным 980 МПа

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (20)$$

где n_v - показатель степени при обработке материала резцом из твердого сплава ($n_v = 1$).

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{980} \right)^1 \approx 0,77.$$

$$K_v = 0,77 \cdot 0,8 \cdot 1 \approx 0,61.$$

$$V = \frac{320}{40^{0,20} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,3^{0,35}} \cdot 0,61 \approx 128 \text{ м/мин.}$$

Определяем обороты шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (21)$$

где V – расчетная скорость, м/мин;

D - диаметр отверстия, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 128}{3,14 \cdot 60} \approx 679 \text{ мин}^{-1}.$$

Частоту не корректируем, так как станок с бесступенчатым регулированием.

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (22)$$

$$S_m = S \cdot n = 0,3 \cdot 679 = 204 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная сила резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (23)$$

где C_p - базовый коэффициент;

x, y, n – показатели степени;

K_p - поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (24)$$

где K_{mp} - поправочный коэффициент на качество материала;

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

Поправочный коэффициент C_p примем 300, показатели степени $x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$, а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент $K_{\varphi p} = 0,89$, на передний угол $K_{\gamma p} = 1,0$ и наклона кромки $K_{\lambda p} = 1,0$.

Поправочный коэффициент на сталь

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n. \quad (25)$$

где n – показатель степени примем равным 0,75.

Тогда

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} \approx 1,22.$$

$$K_p = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \approx 1,09.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot (2)^{1,0} \cdot (0,3)^{0,75} \cdot (128)^0 \cdot 1,09 \approx 2651 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (26)$$

$$N = \frac{2651 \cdot 128}{1020 \cdot 60} \approx 5,54 \text{ кВт.}$$

Проверка мощности станка по условию нагрузки:

$$N_e \leq N_{\text{Э.ДВ}} \cdot \eta, \quad (27)$$

где $N_{\text{Э.ДВ}}$ - мощность станка, кВт ;

η – коэффициент полезного действия привода, который равен 0,9.

$$5,54 \leq 15 \cdot 0,9 = 13,5.$$

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

На данной операции также выполняются другие переходы, режимы обработки на которые сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Результат проектирования операции

Переход	Скорость резания, м/мин	Подача на оборот, мм/об	Число проходов	Глубина резания, мм	Частота вращения, об/мин	Максимальная мощность резания, кВт	Крутящий момент, Нм
1	2	3	4	5	6	7	8
Точение черновое: предварительная обработка	128	0,3	5(снятие е напуска)	2	679	5,4	13,2
чистовая обработка	128	0,3	1	0,875	679	5,4	12,6
Точение чистовое	177	0,288	1	0,5	939	2,15	7,38
Точение канавок	217	0,07	1	1,5	1720	0,9	1,17
Нарезание резьбы	160	6	12	0,5	1410	-	-
Сверление глубокого отверстия	120	0,2	1	4	4770	2,55	5,09 Усилие подачи, 997 Н

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8
Сверление радиальных отверстий	60 -	0,2 -	1 -	2,5 -	1835 -	2,55 -	5,09 усилие подачи, 997 Н
Развертывание коническое	30	0,2	1	1	1190	0,15	1,2
Нарезание резьбы (дюймовой)	79,2	1,27	1	0,2	1980	1,69	8,13
Нарезание шлицев	126	0,653 мм/зу б	6	2	638	-	-

Режимы сведены в операционную карту в приложении А.

2.8 Расчет норм времени на токарную операцию 010

«Штучное время [12]:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (28)$$

где T_o – основное время;

T_v – вспомогательное время;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности», [12].

Основное время:

$$T_o = \frac{(l_1 + l_p + l_2) \cdot i}{S_{мин}}, \quad (29)$$

где l_1 - длина подвода инструмента к заготовке, мм;

l_p - длина резания, мм;

l_2 - длина перебега режущего инструмента, мм;

i - число проходов (в таблице 10);

$S_{мин}$ - минутная подача.

Тогда для перехода черного с учетом точения по контуру и снятию напуска

$$T_o = \frac{(2 \cdot 5 + 552 + 1 \cdot 5)}{0,3 \cdot 679} \approx 2,78 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время складывается из времени на установку и снятие зажимного винта в приспособлении, управление станком, на операционный контроль. Все данные берутся из соответствующего стандарта для массового производства [11]. Для приведения его к серийному используется поправочный коэффициент $K_{ср}$:

$$T_B = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (30)$$

где $T_{у.с.}$ - время базирования и снятие корпуса;

$T_{з.о.}$ - время фиксации и раскрепления вала;

$T_{уп}$ - время на управление;

$T_{из}$ - время измерения, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент для серийного производства, который принимаем равным 1,85.

$$T_B = (0,141 + 0,024 + 0,09 + 0,19) \cdot 1,85 = 0,82 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_B + T_o. \quad (31)$$

$$T_{оп} = T_B + T_o = 2,78 + 0,82 = 3,6 \text{ мин.}$$

Время на обслуживания:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (32)$$

где a – параметр загрузки станка в серийном производстве.

Для токарного станка

$$T_{об} = 3,6 \cdot \frac{6}{100} \approx 0,22 \text{ мин.}$$

Время на отдых:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (33)$$

где b – процент для зажимного винта массой не более 10 кг.

$$T_{от} = 3,6 \cdot \frac{5}{100} \approx 0,18 \text{ мин.}$$

Суммарно учитываем затраты на остальные переходы, время которых в таблице 11.

С учетом всех переходов и пересчитанного дополнительного времени

$$T_{шт} = 11,41 + 1,26 = 12,7 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционного времени

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}. \quad (34)$$

где n – партия запуска (24 вала).

Тогда норма времени на 010 операцию (по элементам в таблице 11)

$$T_{шт-к} = \frac{20}{24} + 12,7 = 13,5 \text{ мин.}$$

Таблица 11 – Результат нормирования

Переход	Общее время обработки, с	Общее вспомогательное время, с	Время обработки на элемент, с
1	2	3	4
Точение черновое	2,78	1,15	3,93

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
предварительная обработка	2,78	1,15	3,93
Точение чистовое	1,18	0,222	1,4
Точение канавок	1	0,04	1,04
Нарезание резьбы	1,9	0,2	2,1
Сверление глубокого отверстия	0,3	0,362	0,66
Сверление радиальных отверстий	0,22	0,362	0,58
Развертывание коническое	0,33	0,017	0,35
Нарезание резьбы дюймовой	0,2	0,5	0,7
Нарезание шлицев	0,15	0,5	0,65

Выбранные нормы также сведены в приложение А.

Выводы по разделу

В разделе спроектирована технология для среднесерийного производства по изготовлению зажимного винта. В качестве исходной заготовки принята штамповка. С учетом исходной заготовки выбраны методы обработки, которые сконцентрированы на четырех технологических операциях. Это позволяет снизить количество перестановок заготовки, количество переходов и повысить точность обработки. Спроектирована технологическая операция по лезвийной обработке.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование приспособления

Проектирование зажимного приспособления начинается со сбора исходных данных, к которым относятся параметры материала заготовки, вид обработки, особенности режущего инструмента, а также режимы обработки. Данные параметры были приняты или рассчитаны в разделе 2

Вид и материал заготовки – штамповка из 40ХН.

Операция выполняется, включая различные технологические переходы - точение черновое и чистовое, фрезерование, нарезание резьбы и сверление. Расчёт необходимо вести для чернового точения, так как при этом снимается максимальный припуск и возникают наибольшие силы резания, которые стремятся сместить заготовку [19].

Для обработки используются контурный токарный резец сборный. Материал режущей пластины Т15К6

Режимы резания для чернового перехода по расчету припуска глубина резания t равна 2 мм. Подача с учетом жесткости S равна 0,3 мм/об, а скорость резания V составит 128 м/мин.

Для зажима применим специализированное наладочное приспособление – самоцентрирующий патрон.

Для расчёта сил закрепления необходимо знать сдвигающие усилия, которые найдём из расчета составляющих сил резания: тангенциальной, осевой и радиальной.

Операционный эскиз показан на рисунке 5.

Схема действия сил резания и закрепления приведена на рисунке 6.

Расчет радиальной и осевой составляющих сил резания аналогичен формуле (23):

$$P_{y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (35)$$

где C_p - поправочный базовый коэффициент;

x, y, n – показатели степени для конкретных условий обработки;

K_p - поправочный коэффициент.

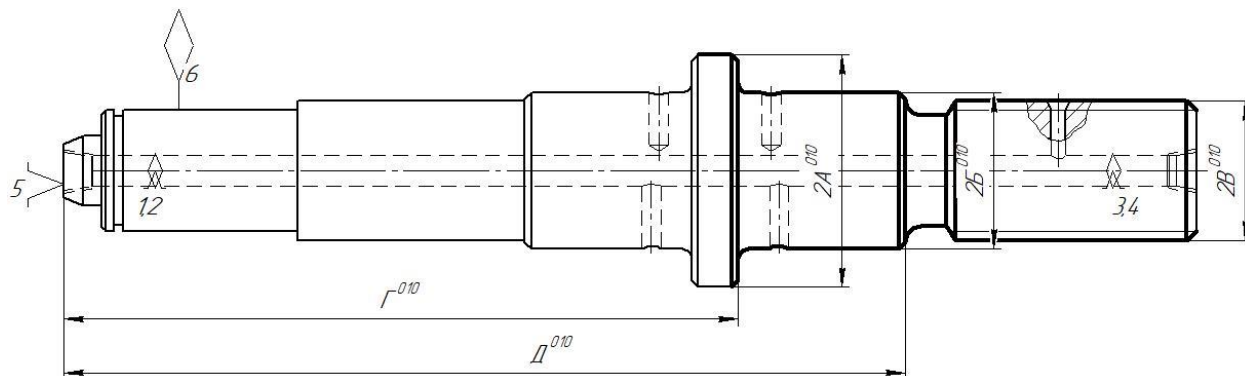


Рисунок 5 -Схема базирования

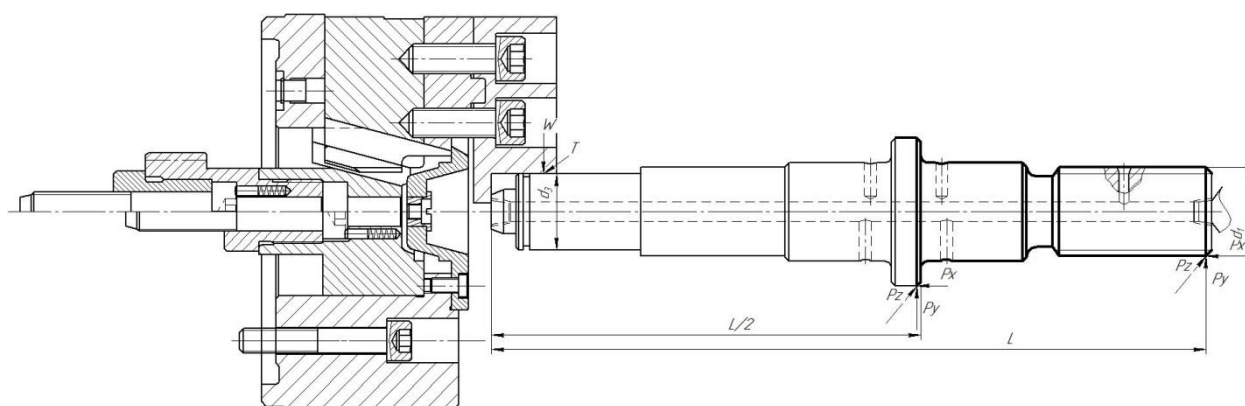


Рисунок 6 -Схема сил резания и зажима

Все коэффициенты находим по формулам (24), (25). Только коэффициенты и показатели изменяем соответственно для осевой и радиальной составляющих сил.

Для осевой силы поправочный коэффициент C_p примем 339, показатели степени $x=1,0$; $y=0,5$; $n=-0,4$, а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент $K_{\varphi p} = 1,17$, на передний угол $K_{\gamma p} = 1,0$ и наклона кромки $K_{\lambda p} = 0,85$, радиуса 1.

Для радиальной составляющей поправочный коэффициент C_p примем 243, показатели степени $x=0,9$; $y=0,6$; $n=-0,3$, а для геометрии инструмента на главный угол в плане коэффициент $K_{\varphi p} = 0,5$, на передний угол $K_{\gamma p} = 1,0$ и наклона кромки $K_{\lambda p} = 1,25$, радиуса 0,82.

Поправочный коэффициент на сталь 40ХН

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,75} \approx 1,22.$$

$$K_p = 1,22 \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,82 \approx 0,63.$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot (2)^{0,9} \cdot (0,3)^{0,6} \cdot (128)^{-0,3} \cdot 0,63 \approx 321 \text{ Н.}$$

Для осевой силы

$$K_p = 1,22 \cdot 1,17 \cdot 1,0 \cdot 0,85 \approx 1,21.$$

$$P_y = 10 \cdot 339 \cdot (2)^1 \cdot (0,3)^{0,5} \cdot (128)^{-0,4} \cdot 1,21 \approx 646 \text{ Н.}$$

Для тангенциальной силы

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot (2)^{1,0} \cdot (0,3)^{0,75} \cdot (128)^0 \cdot 1,09 \approx 2651 \text{ Н.}$$

Три составляющих вырывают заготовку винта. При обработке заготовка удерживается при помощи кулачков, действующих симметрично с трех сторон. Они фиксируют винт. Возникающие силы трения между кулачками и базовой поверхностью, а также между центровым отверстием и центром, препятствует её смещению от суммарного действия силы резания [1].

Данная сдвигающая нагрузка складывается из осевой, радиальной и тангенциальной. Осевую составляющую в данном случае можно исключить из расчёта, поскольку она прижимает заготовку к опорной поверхности кулачков.

Радиальный и тангенциальный векторы силы резания создают момент резания, который имеет максимальную величину при обработке шейки на максимальной длине от кулачков, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 290 мм.

Опрокидыванию заготовки будет препятствовать сила закрепления. Соответственно, для нахождения зажимной силы необходимо составить уравнения статического равновесия.

Из данного уравнения выведем силу зажима, необходимую для предотвращения опрокидывания заготовки с учётом коэффициента безопасности [4]

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot \left(P_Z \cdot \frac{d_1}{2} + P_Y \cdot L \right)}{f \cdot \frac{d_3}{2}}, \quad (36)$$

- где P_Z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;
 P_Y – радиальная составляющая силы резания, Н;
 d_1 – плечо действия сил тангенциальной, м;
 L – плечо действия радиальной силы, м;
 f – коэффициент трения на рабочей поверхности прихвата;
 k – коэффициент запаса;
 d_3 – плечо действия сил тангенциальной и радиальной, м.

Для середины заготовки

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot \left(P_Z \cdot \frac{d_2}{2} + P_Y \cdot \frac{L}{2} \right)}{f \cdot \frac{d_3}{2}}, \quad (37)$$

где d_2 – плечо действия тангенциальной силы, м.

Коэффициент запаса k :

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (38)$$

где k_0 – минимальный коэффициент безопасности, $k_0 = 1,5$;

k_1 – параметр, учитывающий случайности сил резания для черновой обработки. Он возникает из-за неровностей обрабатываемой поверхности, $k_1 = 1,2$;

k_2 – параметр учитывает износ инструмента, $k_{2Pz}=k_{2Py}=1,1$;

k_3 – параметр, учитывающий прерывистое резание. В данном случае у нас непрерывное резание и $k_3 = 1$;

k_4 – параметр учитывающий механизацию зажима и в данном случае $k_4=1$;

k_5 – параметр, учитывающий эргономику ручного привода зажима. В данном случае он отсутствует $k_5 = 1$;

k_6 – коэффициент, который не учитываем, так как заготовка не опирается на плоские штыри [20].

$$k=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 = 1,9.$$

Округляем до минимально стандартного – 2,5.

Принимая с учетом того, что установочная поверхность механически не обработана и имеет грубую структуру, коэффициент трения f примем равным 0,3.

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot (2651 \cdot 20 + 321 \cdot 290)}{0,3 \cdot 20} = 60879 \text{ Н.}$$

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot (2651 \cdot 30 + 321 \cdot 145)}{0,3 \cdot 20} = 52531 \text{ Н.}$$

Для дальнейших расчетов принимаем $W=60879 \text{ Н.}$

Так как кулачки перемещаются в направляющих пазах корпуса, в которых они скользят по Т-образным пазам, возникают изгибающие моменты, приводящие к затиранию этих направляющих. Необходимо учесть потери части нагрузки, которая возникает при действии давления рабочей среды.

Увеличенная сила зажима W_1 :

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (39)$$

где l_l – вылет кулачка от оси направляющей до места приложения силы закрепления, м;

H_k – длина трения, м;

f_l - коэффициент трения в направляющей, принимаем $f_l=0,1$.

Параметры примем конструктивно.

$$W_1 = \frac{67879}{1 - \left(\frac{80}{60} \cdot 0,1 \right)} = 78021 \text{ Н.}$$

В данном случае усилие на штоке Q не равняется усилию на кулачке, так как используется передаточный клиновой зажимной механизм, приводящий к его усилению.

С учетом угла клина в 15 градусов получаем по [17] силовое передаточное отношение равное 2,1. Тогда сила на штоке будет в 2,1 раз меньше, то есть 37153 Н.

Для расчёта силового привода необходимо найти диаметр поршня, который будет создавать усилие зажима. Этот диаметр зависит от давления рабочей среды, а также потерь в системе

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta P}}, \quad (40)$$

где P – избыточное давление рабочей среды.

Примем первоначально $P = 5$ МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{37153}{5}} = 97,4 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 100$ мм.

Погрешность закрепления и установки в данном приспособлении определяется неточностью изготовления клиновой пары и зазорами в сопряжениях направляющих элементов.

В данном случае общая погрешность складывается из следующих составляющих. Погрешность размера клина, сменного кулачка. Также зазор в сопряжении клина и постоянного кулачка.

Погрешность установки детали в приспособлении равна:

$$\varepsilon_v = \sqrt{S_{MIN}^2 + L_{\Pi}^2 + I_{\Pi}^2}, \quad (41)$$

где S_{MAX} , S_{MIN} – зазор максимальный и минимальный, мм;

L_{Π} – допуск на паз, мм;

I_{Π} – допуск на размер направляющей клина, мм.

$$\varepsilon_v = \sqrt{0,01^2 + 0,016^2 + 0,016^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Приспособление специализированное, наладочное предназначено для установки винта зажимного на операциях механической обработки, в частности, на токарной.

Трёх кулачковый самоцентрирующийся патрон предназначен для закрепления заготовки зажимного винта на токарных операциях. Патрон состоит из корпуса 1, который имеет центральное отверстие и три радиальных Т-образных паза. В центральном отверстии расположен центровик 2, в резьбовое отверстие которого вкручивается втулка 5. Внутри втулки 5 по резьбе закрепляется хвостовик 6, который соединяется с тягой идущий от привода зажимов (на чертеже не показан). Для быстрого извлечения втулки 5 из хвостовика 6 головка последнего поджимается штифтом 11 поджатого пружиной 12. В пазах корпуса 1 располагаются постоянные кулачки 3, которые по Т-образным пазам, расположенным под углом в центровике 2 могут перемещаться радиально. К постоянным кулачкам 3 присоединяются сменные кулачки, которые зажимаются винтами

15 и центрируются по шпоночному выступу. Для обеспечения смазки сменных кулачков 3 в торце патрона напротив каждого паза в отверстие вставлена заглушка-штифт 7. Для предохранения отверстия в корпусе от попадания грязи и стружки в центре корпуса патрона закрепляется крышка 4, которая фиксируется винтами 9. В центре крышки во втулку 8 вкручивается винт 13. Для крепления патрона к шпинделю станка используется в крепёжные винты 14.

Приспособление работает следующим образом. В левую полость привода зажима (не показан) подаются давление рабочей среды. Тяга перемещает хвостовик 6, втулку 5 и закреплённый с ней центровик 2. Скользя по пазам центровика 2, постоянные кулачки 3 перемещаются радиально к осевой линии, производя базирование и закрепление заготовки. При подаче давления в левую полость центровик 2 перемещается вправо. При этом кулачки 3 радиально перемещаются от центра. Происходит раскрепление заготовки. Спецификация для приспособления приведена в приложении Б.

3.2 Проектирование инструмента

На операции 010 многооперационной токарной обрабатываются цилиндрические поверхности, торцы, отверстия радиальные и осевое глубокое, трапецеидальная резьба и шлицы в заготовке из стали 40ХН на многооперационном станке [14].

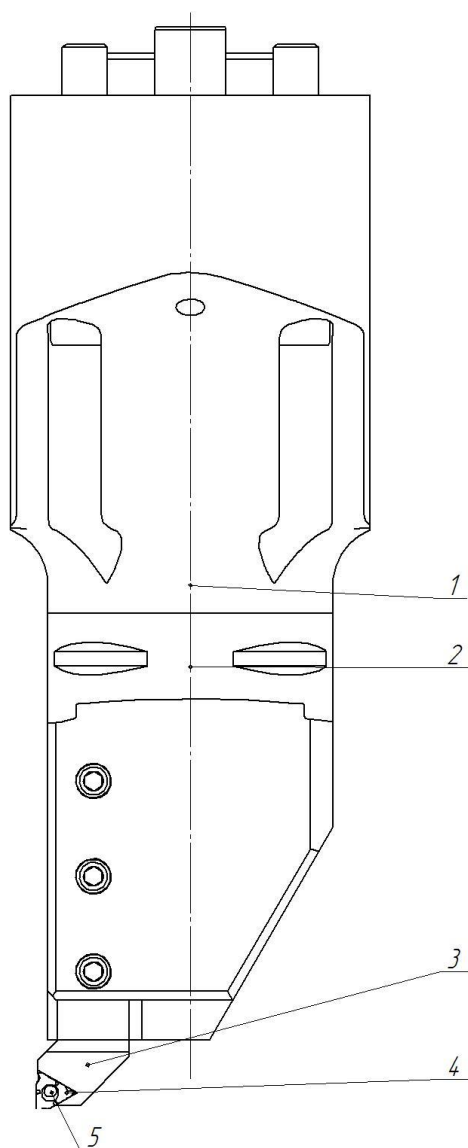
Спроектируем токарный резец для нарезания обработки точением, за счёт выбора пластины и нарезания трапецеидальной резьбы.

Хвостовик обеспечивает максимальный вылет 382 мм. Материал корпуса сталь 40Х.

Данный тип инструмента обеспечивает высокую стабильность процесса точения и нарезания резьбы из-за высокоточного подвода СОЖ в зону обработки. За счёт использования специальной формы стружечных

канавок обеспечивается надежное стружкодробление, что исключает навивку ее на заготовку и инструмент.

Резцовый блок (рисунок 7) состоит из резца с хвостовиком – призматической державкой 3, в пазу которой закрепляется режущая пластина 4 при помощи винта 5. Сам резец призматической державкой вставляется в паз инструментального блока 2, который при помощи хвостовика Carro трёхгранного профиля центрируется в хвостовике державки 1, которая закрепляется на инструментальном суппорте.



1 – державка; 2 – инструментальный блок; 3 резец; 4- пластина; 5 - винт

Рисунок 7 – Эскиз резцового блока

Использование данного резца позволило увеличить стойкость инструмента до 480 мин и увеличить минутную подачу до 700 мм/мин, а время снизить с 13,5 до 11,7 мин. Спецификация для разработанного инструментального блока приведена в приложении В.

Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование технологического оснащения для проведения обработки на токарной операции по обработке зажимного винта, включая нарезание резьбы. Применяемый режущий инструмент обеспечивает высокую точность, снижает расходы на инструмент. Приспособление обеспечивает фиксацию заготовки на операции при установке в регулируемые сменные кулачки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задача – разработка мер по безопасности труда для спроектированной технологии изготовления вала винта зажимного приспособления [3].

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Разработанная технология изготовления вала винта зажимного приспособления из стали 40ХН состоит из операций [5].

На фрезерно-центровальной операции на фрезерно-центровальном полуавтомате МР-72 фрезеруются торцы и сверлятся центровочные отверстия.

На токарной операции на токарном станке Accuway UT 300 точение черновое и чистовое, а также точение канавок под выход шлифовального круга, канавки под кольцо, нарезание резьбы, сверление глубокое, сверление радиальное, развертывание, нарезание шлицев.

После термообработки на торце-круглошлифовальной операции на станке АСО 1500 CNC шлифование шеек.

Лимитирующей операцией является токарная с обработкой всех конструктивных элементов, включая глубокое отверстие и трапецеидальную резьбу.

Обработка ведется с использованием полусинтетической смазочно-охлаждающей жидкости на основе минерального масла TU20.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

К опасным и вредным производственным факторам в технологии изготовления зажимного винта в зависимости от выполняемой операции относятся следующие производственные риски. На технологических операциях в механическом цехе это будут факторы, связанные с высоким

уровнем температуры заготовки и инструмента. На заготовительном этапе и термообработке – нагревательные устройства и заготовка. На черновой обработке по фрезерованию, точению, будет загрязнение воздушной среды в зоне дыхания вследствие запылённости из-за мелких частиц поверхностного слоя, удаляемых при обработке, и мелкой стружки на чистовых шлифовальных переходах, а также связаны с испарением СОЖ.

Обработка проводится на разнообразном станочном оборудовании, а также технологических установках для его обслуживания (компрессоры, масляные станции). Поэтому будут факторы, связанные с воздействием электрического тока и электромагнитных полей.

Перемещение рабочих органов станка, зажимных элементов приспособлений может привести к травмам.

Процесс обработки происходит при высоких оборотах заготовки и инструмента, что будет вызывать повышенный шум и вибрации.

Режущий инструмент лезвийный и абразивный, стружка, а также острые кромки заготовки могут привести к травмированию станочников.

Операционный контроль связан с перенапряжением анализаторов.

Выполнение вспомогательных технологических переходов для повторяющихся заготовок сопровождается психофизиологическим воздействием. Источниками данных факторов являются как сам станок, так и процесс резания и оснащение.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

Для снижения указанных рисков при работе на технологических станках применяются средства индивидуальной защиты в виде специальной защитной одежды, обуви, прорезиненных перчаток, а также защитных очков.

На самом оборудовании применяется защитная экранировка с местной системой вентиляции для удаления испаряемых газов и образующейся пыли и мелкой стружки. Подвижные механизмы также экранируют, а также

ограничивают доступ в опасные зоны визуальными предупреждающими знаками, а также сеточным ограждением.

Для очистки воздуха в производственном цеху используется общая вентиляция вытяжного типа с системой фильтрации выходящего воздуха.

Исполнители станочники обязательно проходят инструктаж по охране труда.

Для защиты от поражения электрическим током используется заземление и изоляция токоведущих элементов оборудования, а также предохранители.

В целях снижения психофизиологического воздействия используются перерывы в работе, а также правильная организация рабочего места с достаточным уровнем освещения и вентиляции.

4.4 Обеспечение пожарной безопасности объекта

Технология осуществляется в различных производственных подразделениях.

Обработка по формообразованию проводится в механическом цехе, получение заготовки в прессовом цехе, термообработка в термическом цеху.

Для данных подразделений класс пожарной опасности будет относиться к категориям В и Е, где опасными факторами при пожаре являются пламя, искры, а также неисправности электропроводки. Это может привести при пожаре к разрушению оборудования с выносом высокого напряжения на металлические части. В случае тушения пожара может оказывать вредное воздействие огнетушащее средства.

Для тушения пожара рабочее подразделение оборудуется набором огнетушителей порошкового типа, пожарными гидрантами с напорными пожарными рукавами, средствами по пожарному оповещению с управление эвакуацией. Также используются автоматические извещатели, а для тушения

пожара непосредственно исполнителями могут использоваться ручной инструмент – лопаты и топоры, ящики с песком.

Для защиты органов дыхания используют средства индивидуальной защиты в виде противогазов и респираторов.

Все исполнители обязательно проходят пожарный инструктаж на регулярной основе.

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Разработанная технология с точки зрения воздействия на окружающую среду содержит следующие опасные факторы.

Воздействие на воздушную среду заключается в возможных запыленности и токсических испарениях при высокотемпературной обработке (штамповка, черновая обдирка по заготовительной корке, чистовая шлифовальная обработка и термообработка). С точки зрения вредного воздействия на сточные воды опасными факторами в данной технологии являются взвешенные вещества и нефтепродукты, а также используемые технологические среды, включая смазочно-охлаждающую полусинтетическую с добавлением минерального масла жидкость. С точки зрения загрязнения литосферы образуются отходы в виде стружки и ветоши. Для снижения влияния вредных факторов при воздействии на воздушную среду можно использовать фильтрационные системы. Для снижения воздействия на сточные воды - локальную многоступенчатую очистку сточных вод. Для снижения влияния вредных факторов на литосферу - утилизация полученных отходов на полигоне.

Выводы по разделу

В ходе выполнения раздела по безопасности и экологичности технологического процесса изготовления зажимного винта, включающей в

себя штамповку, токарные и шлифовальные операции с выполнением фрезерных, токарных, сверлильных, резбонарезных, шлифовальных переходов, были получены следующие результаты.

Для предложенного технологического процесса проанализированы основные операции и оборудование, а также материалы и оснащение. С учётом проведённого конструкторско-технологического описания выявлены опасные и вредные производственные факторы, характерные для соответствующих этапов технологии изготовления винта, к которым отнесены высокотемпературные воздействия, возможные повреждения острыми кромками, поражение электрическим током, загрязнение воздушной среды, шум, вибрации и психофизиологические воздействия. С учётом указанных факторов разработаны мероприятия по защите работников, участвующих в данной технологии в виде средств индивидуальной защиты, а также защитных мер по организации работы в виде соответствующих систем вентиляции, освещения, режима работы, а также мер по подготовке работника в виде различных инструктажей.

Проанализирована пожарная безопасность подразделений, участвующих в технологии изготовления корпуса и предложены меры по ее обеспечению с определением класса пожарной опасности, опасных факторов, которые возникают в случае возникновения пожара.

Разработанные организационно-технические меры по обеспечению пожарной безопасности включают в себя подбор соответствующего инструмента, мероприятий по организации работы, а также меры, необходимые в случае возникновения пожара.

Проанализированы вредные экологические факторы. Предложены меры по снижению данных вредных воздействий путём организации общей вентиляции, системы очистки сточных вод, а также утилизации отходов.

5 Экономическая эффективность работы

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

Данный раздел, является итоговым в написании бакалаврской работы, в ходе которой предлагается внести изменения в технологический процесс изготовления зажимного винта, а именно изменить схему установки инструмента на токарной операции.

Подробное описание предложенных совершенствований описано в предыдущих разделах бакалаврской работы, а краткое их описание представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления зажимного винта

Элементы технологического процесса	Базовый вариант	Проектный вариант
Оборудование	Токарный станок, модель УТ-300SM	Токарный станок, модель УТ-300SM
Оснастка	Патрон 3-хкулачковый	Патрон 3-хкулачковый
Инструмент	Резец Т5К10 (черновое точение) Резец Т15К6 (чистовой точение) Резец Т15К6 (резьбонарезание)	Резец Т5К10 (черновое точение) Резец Т15К6 (чистовой точение) Резец Т15К6 (резьбонарезание)
Трудоемкость	$T_{O(ЧЕРН)} = 2,8$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 1,2$ мин $T_{O(РЕЗ)} = 1,9$ мин $T_{ШТ-К} = 13,5$ мин	$T_{O(ЧЕРН)} = 2,2$ мин $T_{O(ЧИСТ)} = 1$ мин $T_{O(РЕЗ)} = 1,5$ мин $T_{ШТ-К} = 11,7$ мин
Схема установки инструмента	Обычная установка в резцедержателе	Установка в резцовом блоке с повышенным гашением вибраций

Для экономического обоснования предложенных совершенствований необходимо произвести расчеты ряда параметров согласно этапам алгоритму определения экономической эффективности технологических решений. Данный алгоритм состоит из 5 этапов, которые включают обязательное

выполнение соответствующих расчетов. Этапы выполнения алгоритма и сопровождающие их экономические расчеты представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы алгоритма определения экономической эффективности технологических решений

Номер и название этапа	Параметры, которые, собираются или определяются входе этапа	Формула расчета параметра
Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных	<ul style="list-style-type: none"> - «трудоемкость выполнения операций; - оборудование, оснастка и инструмент, применяемые в ТП; - технические характеристики оборудования (габариты и мощность); - количество необходимого оборудования (H_{OB}); - коэффициент загрузки оборудования (K_3)» [7] 	
Этап 2. Определение технологической себестоимости	<ul style="list-style-type: none"> - «основной материал (M); - основная заработная плата рабочих ($З_{ПЛ.ОСН}$); - социальные отчисления ($НЗП$); - расходы на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{Э.ОБ}$); - технологическая себестоимость ($C_{ТЕХ}$)» [7] 	$M = M_3 \cdot Ц_M \cdot K_{ТЗ} - M_0 \cdot Ц_0$ $З_{ПЛ.ОСН} = З_{ПЛ.ОП} + З_{ПЛ.Н}$ $НЗП = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_C$ $P_{Э.ОБ} = P_{ОБ} + P_{ПР} + \dots + P_i$ $C_{ТЕХ} = M + З_{ПЛ.ОСН} + НЗП + P_{Э.ОБ}$
Этап 3. Определение полной себестоимости	<ul style="list-style-type: none"> - «цеховая себестоимость ($C_{ЦЕХ}$); - производственная (заводская) себестоимость ($C_{ЗАВ}$); - полная себестоимость ($C_{ПОЛН}$)» [7] 	$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ $C_{ПОЛН} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$
Этап 4. Определение инвестиций	<ul style="list-style-type: none"> - «капитальные вложения в основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$); - сопутствующие капитальные вложения ($K_{СОП}$); - общий объем инвестиций ($K_{ИНВ}$)» [7] 	$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot K_3$ $K_{СОП} = K_{ПР} + K_i$ $K_{ИНВ} = K_{ОБ} + K_{СОП}$
Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса	<ul style="list-style-type: none"> - «чистая прибыль ($П_{ЧИСТ}$); - срок окупаемости (T); - чистый дисконтированный доход ($ЧДД$); - индекс доходности ($ИД$); - доход на капитал ($Д_{КАП}$)» [7] 	$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - НП$ $T = \frac{K_{ИНВ}}{П_{ЧИСТ}}$ $ИД = \frac{Д_{ОБЩДИСК}}{K_{ИНВ}}$

Этап 1. Сбор и расчет необходимых данных. Данный этап предполагает, на основе технологического процесса и его изменений, сбор таких данных, как стоимость оборудования, оснастки и инструмента, а так же площадь и мощность данного оборудования. Кроме этого необходимо произвести расчеты по определению количества оборудования и его загрузки.

Этап 2. Определение технологической себестоимости. Данный этап позволяет произвести расчеты слагаемых технологической себестоимости: расходов на материал, заработную плату рабочих и операторов, социальных отчислений и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.

Этап 3. Определение полной себестоимости. В рамках данного этапа последовательно определяются такие виды себестоимости как: цеховая, производственная и полная.

Этап 4. Определение инвестиций. Этот этап позволяет определить необходимый объем инвестиций, который потребуется для осуществления предложенных совершенствований технологического процесса.

Этап 5. Экономическое обоснование изменений технологического процесса. На данном этапе выполняются все необходимые расчеты, связанные с определением срока окупаемости инвестиций и прибыльности предлагаемых мероприятий по совершенствованию технологического процесса.

Применение данного алгоритма, в совокупности с программным обеспечением Microsoft Excel позволяет получить числовые параметры всех необходимых значений для написания соответствующих выводов по этапам 2-5.

Так как этап 1 является предварительным, т.е. служит только для получения исходных данных, поэтому выводы по нему писать не будем.

Результаты выполнения этапа 2 представлены на рисунке 8.

Анализируя рисунок 8 можно сделать вывод о том, что расходы по представленным параметрам снижаются, и позволяют в итоге достичь уменьшения технологической себестоимости на 10,5%.

Результаты выполнения этапа 3 представлены на рисунке 9. Так как основой для определения полной себестоимости является технологическая себестоимость, то целесообразно данную величину включить в это графическое изображение.

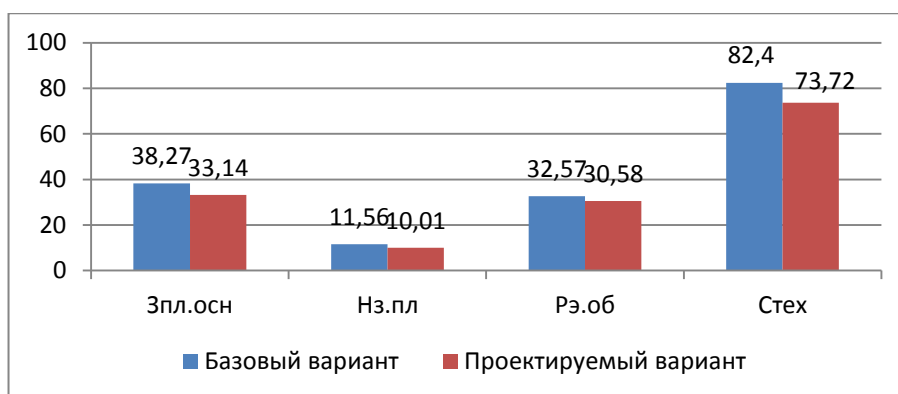


Рисунок 8 – Определение технологической себестоимости детали «Зажимной винт», на токарной операции по вариантам, руб.

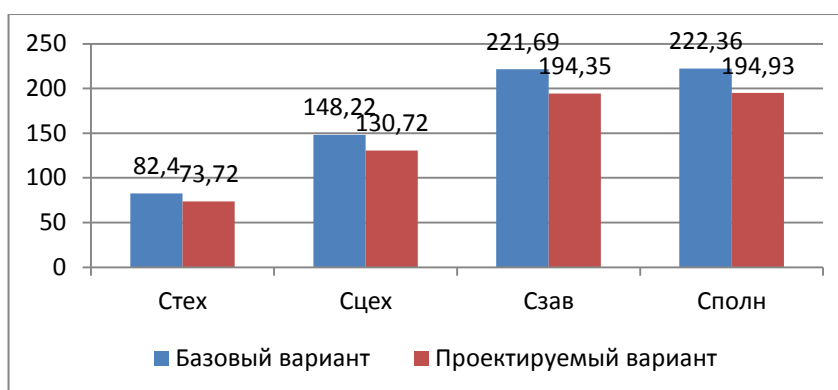


Рисунок 9 – Определение полной себестоимости, детали «Зажимной винт», на токарной операции по вариантам, руб.

Значения, представленные на рисунке 9, также имеют тенденцию к снижению в проектируемом варианте. Разница величины полной себестоимости между вариантами составляет уже 12,4%, т.е. в проектируемом варианте полная себестоимость меньше на 27,43 рубля.

Результаты выполнения этапа 4 представлены на рисунке 10.

Как видно из рисунка 10, инвестиций потребуют: затраты на проектирование ($Z_{ПР}$), затраты на приспособление ($K_{ПР}$), затраты на корректировку управляющей программы (K_A) и незавершенное производство ($НЗП$). Учитывая полученную величину перечисленных параметров, общий

объем инвестиций ($K_{ИНВ}$) составит 39941,27 руб. Результаты выполнения этапа 5 представлены в таблице 14.

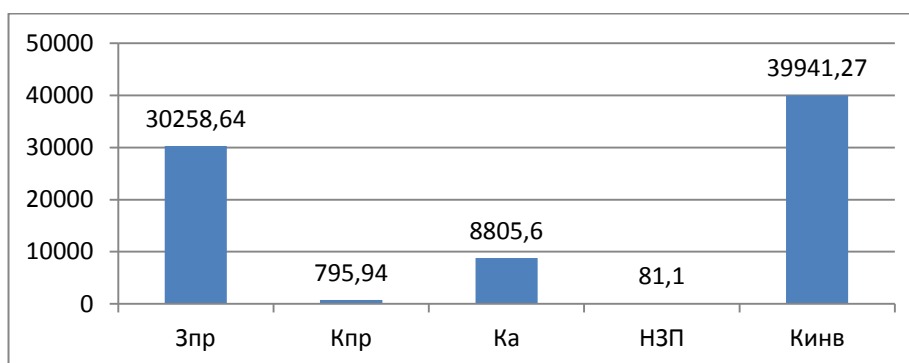


Рисунок 10 – Определение инвестиций на выполнение токарной операции детали «Зажимной винт», руб.

Таблица 14 – Экономическое обоснование изменений технологического процесса

Экономический показатель, единица измерения	Условное обозначение	Значение
Общий объем инвестиций, руб.	$K_{ИНВ}$	39941,27
Чистая прибыль, руб.	$П_{ЧИСТ}$	10972
Срок окупаемости, год	T	4
Чистый дисконтированный доход (интегральный экономический эффект), руб.	$ЧДД$	7561,74
Индекс доходности, руб. / руб.	$ИД$	1,19

Наиболее значимой величиной, из всех представленных в таблице 14, является числовое значение чистого дисконтируемого дохода, а именно то, что оно положительное. Это значит, что инвестиции вкладывать в предлагаемые изменения технологического процесса экономически целесообразно.

Вывод по разделу

Данные действия позволят получить дополнительную прибыль на каждый вложенный рубль в размере 1,19 рублей, что подтверждает значение индекса доходности.

Заключение

В работе выполнено проектирование технологии изготовления зажимного винта для условий серийного производства.

В первом разделе анализ назначения детали. Данная деталь входит в конструкцию зажимного привода и выполняется из материала стали 40ХН, которая имеет среднюю обрабатываемость.

Во втором разделе с учетом среднесерийного типа производства в работе выбран метод получения заготовки из штамповки на прессе. Для формирования конфигурации детали используется последовательная обработка на токарном станке. Технические требования на зажимной винт очень высокие. Поэтому цикл обработки в себя включает как черновую, получистовую лезвийную обработку, так и отделочное шлифование. Спроектирована технология для среднесерийного производства по изготовлению зажимного винта. С учетом исходной заготовки выбраны методы обработки, которые сконцентрированы на четырех технологических операциях. Это позволяет снизить количество перестановок заготовки, количество переходов и повысить точность обработки. Спроектирована технологическая операция по лезвийной обработке.

В третьем разделе спроектировано технологического оснащения для проведения обработки на токарной операции по обработке зажимного винта, включая нарезание резьбы. Применяемый режущий инструмент обеспечивает высокую точность, снижает расходы на инструмент. Приспособление обеспечивает фиксацию заготовки на операции при установке в регулируемые сменные кулачки.

На основе анализа операций, оборудования, инструмента и методов обработки для изготовления зажимного вала для всех операций определяются вредные и опасные факторы. С учетом этого предусмотрены меры снижения или устранения их влияния. Экономический раздел подтверждает принятые изменения базовой технологии.

Список использованных источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. 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.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. 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. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. 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.

16. Строителев В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителев ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / А. И. Астахов [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 591 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

20. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

21. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

22. Nee A. Y. Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / A. Y. C. Nee – London : Springer Reference, 2015.

Приложение А

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 2																
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										3	1					
Разраб.	Коростелев С.И.															
Проверил	Расторгуев Д.А.															
Утвердил	Логинов Н.Ю.															
Н. контр.	Расторгуев Д.А.			Зажимной винт												
А	Цех	Уч.	РМ	Юпер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код							ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
A01					000 Штамповка заготовительная											
B02	Пресс				K8542				1		1		1			
A03					005 4221 Фрезерно-центровальная											
B04					Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-72				1		1		23			
A05					010 4114 Токарно-винторезная											
B06					Токарный станок с ЧПУ Assiway UT 300				1		1		1		1,36	
A07					015 5000 Термическая обработка											
B08									1		1		1			
A09					020 Торцевкруглошлифовальная											
B10					Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC						1		1			
A11					025 Торцевкруглошлифовальная											
B12					Торцевкруглошлифовальный станок с ЧПУ АСО 1500 CNC											
13																
14																
T15																
A16																
МК	Маршрутная карта															

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3										
Дубл.										
Взам.										
Подп.										
								4	1	
Разраб.	Коростелев С.И.									
Проверил	Расторгуев Д.А.									
Утвердил	Логинев Н.Ю.									
Н. контр.	Расторгуев Д.А.									
Зажимной винт								07	2	010
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная		Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71		200..220	ка	3,5	60x292		4,4	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Те	Т пз.	Т шт.	СОЖ		
Токарный станок Ассиway УТ 300				1,36	0,01		1,36			
Р		ПИ	D или B	L	t	l	s	n	v	
T01	ПР. Патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80									
T02	ПР. Центр 7032-0020 ГОСТ 13214-79									
T03	ПР. Люнет 6046-0001 ГОСТ 21189-75									
O04	1. Установить и закрепить заготовку									
O05	2. Точить наружную поверхность начерно.									
M06										
T07	РИ. РТТNL 2525M22 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82									
P08		1	41,5	278	2	1	0,3	679	128	
O09	3. Раскрепить деталь, переустановить и закрепить.									
O10	4. Точить заготовку начерно.									
T11	РИ. РТТNL 2525M22 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82									
T12	РИ. 035-2126-1807 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-7-84									
P13		2	41,5	278	2	1	0,3	679	128	
OK	Операционная карта									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

													ГОСТ 3.1404-86		Форма							
Дубл.																						
Взам.																						
Подп.																						
																			2			
																			015			
Р			ПИ	D или B		L	t	i	s		n	v										
O01	5. Точить заготовку начисто.																					
T02	РИ. РТТНЛ 2525М22 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82																					
T03	РИ. 035-2126-1807 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-7-84																					
P04			2	40,75		278	0,87	1	0,288		939	177										
O05	6. Точить канавки																					
T06	РИ. 2130-0013 Резец Т15К6 ГОСТ 18384-73																					
P07			3	30,75		5	1,5	2	0,07		1720	217										
O08	7. Точить резьбу																					
T09	РИ. 2664-0008 Резец Т15К6 ГОСТ 18885-73																					
P10			4	36		51	0,5	11	6		1410	160										
O11	8. Сверлить отверстие																					
T12	2301-3797 Сверло Т15К6 ГОСТ 10903-77																					
P13			5	8		278	4	1	0,2		4770	12										
O14	9. Развернуть отверстие																					
T15	Развертка 9ХГС 2373-0036 ГОСТ 6226-71																					
P16			6	10		9	1	1	0,2		1190	30										
O17	10. Нарезать резьбу																					
T18	Метчик Т100 КМ 100АА М10 DZ10																					
OK	Операционная карта																					

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

											ГОСТ 3.1404-86 Форма		
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
											3		
											015		
Р	ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v					
01													
02	Метчик Т100 КМ 100АА М10 DZ10												
P03	7	12	8	1	1	1,27	1980	79,2					
O04	11. Раскрепить деталь, переустановить и закрепить.												
T05													
O06	12. Развернуть отверстие -												
P07	Развертка 9ХГС 2373-0036 ГОСТ 6226-71												
P08	6	10	9	1	1	0,2	1190	30					
O09	13. Нарезать резьбу 1190 30												
P10	7	12	8	1	1	1,27	1980	79,2					
O11	14. Фрезеровать шлицы												
T12	РИ. 4602-1025 Фреза диаметр 80, z=6 Т15К6												
P13	8	12	17	6	32	0,653	638	126					
O14	15. Сверлить отверстия												
T15	РИ. 460.02 -1025-0311А1-ХМ Сверло Т15К6												
T16	9	5	18	2,5	5	0,2	250	24					
P17	16. Снять заготовку -												
P18	-												
OK	Операционная карта												

Приложение Б

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			22.ВКР.ОТМП.295.65.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.001	Корпус	1	
		2	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.002	Клин	1	
		3	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.003	Подключник	3	
		4	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.004	Крышка	1	
		5	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.005	Втулка	1	
		6	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.006	Винт тяговой	1	
		7	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.007	Ограничитель	3	
		8	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.008	Пробка	1	
		9	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.009	Винт крышки	3	
		10	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.010	Кольцо упорное	3	
		11	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.011	Фиксатор	2	
		12	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.012	Пружина	2	
		13	22.ВКР.ОТМП.295.65.00.013	Пробка	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		14		Винт М10х35 ГОСТ 11738-84	6	
		15		Винт М10х60 ГОСТ 11738-84	3	
22.ВКР.ОТМП.295.65.00.000.СП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Коростелев С.И.			Лит.	Лист
Проб.		Расторговцев Д.А.			Д	1
Реценз.						
Н.контр.		Расторговцев Д.А.				
Утв.		Логинав Н.Ю.				
Патрон трехкулачковый					ТГУ гр. ТМдп-1702а	
Копировал					Формат А4	

Приложение В

Спецификация на инструмент

Таблица В.1 – Спецификация на инструмент

Формат Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
			<i>Документация</i>		
A1		22.ВКР.ОТМП.295.75.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
			<i>Сборочные единицы</i>		
	1	22.ВКР.ОТМП.295.75.01.000	Резец	1	
	2	22.ВКР.ОТМП.295.75.02.000	Резцовый блок	1	
	3	22.ВКР.ОТМП.295.75.03.000	Державка	1	
			<i>Детали</i>		
	4	22.ВКР.ОТМП.295.75.00.004	Винт блока	3	
	5	22.ВКР.ОТМП.295.75.00.005	Винт головки	4	
22.ВКР.ОТМП.295.75.00.000.СП					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разработ		Коростелев С.И.			
Пров.		Расторгуев Д.А.			
Реценз.					
Н.контр.		Расторгуев Д.А.			
Утв.		Логинев Н.Ю.			
Резцовый блок					
			ТГУ зр. ТМдп-1702а		
			Лит. Лист Листов 1 1 1		
			Копировал Формат А4		