

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления направляющей втулки наладочного
приспособления

Обучающийся

В.В. Любченко

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Рассматривается технологический процесс изготовления направляющей втулки, которая является элементом наладочного приспособления. В первом разделе было сформулировано служебное назначение и условия работы детали, выполнен анализ детали на технологичность и соответствие технических требований условиям работы каждого конструктивного элемента. Учтены не технологичные элементы в виде не симметричной конфигурации, наличие плоскостей ориентированных определенным образом.

Для объема выпуска направляющей втулки в количестве 1500 деталей в год и массе детали 1,1 кг выбран среднесерийный тип производства и переменного-поточный тип производства. С учетом среднесерийного типа производства был выбран метод получения исходной заготовки - прокат. Технологический процесс соответствует типовому и состоит из нескольких этапов. После заготовительной стадии предусматривается комплексная обработка на станке с ЧПУ, включая черновую и чистовую обработку точением и обработку осевым инструментом, включая фрезерование плоскостей а также обработку всех гладких и резьбовых радиальных отверстий. После термообработки предусматриваются внутришлифовальные операции для окончательной обработки направляющего отверстия втулки. Для закрепления заготовки используется приспособление, которое позволяет обрабатывать наружную и внутреннюю поверхности на одном установе в виде самоцентрирующего патрона. Для обработки отверстия разработан режущий инструмент. Все технологические операции проанализированы на вредные и опасные производственные факторы, для которых предусматриваются меры по снижению влияния их вредного воздействия. В экономическом разделе просчитана эффективность от замены многопереходной обработки отверстия на высокопроизводительную обработку новым инструментом.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ назначения детали	6
1.2 Классификация поверхностей	6
1.3 Анализ технологичности.....	8
1.4 Задачи работы	9
2 Разработка технологии изготовления	10
2.1 Тип производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки	10
2.3 Проектирование заготовки	12
2.4 Выбор технологических баз	14
2.5 Разработка технологического маршрута.....	16
2.5 Выбор средств оснащения	18
2.7 Расчет режимов резания.....	21
2.8 Нормирование	27
3 Разработка специальной технологической оснастки	31
3.1 Проектирование приспособления	31
3.2 Проектирование инструмента	37
4 Экологичность и безопасность проекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы	42
Заключение	47
Список используемой литературы и используемых источников.....	48
Приложение А Технологические документы.....	51
Приложение Б Спецификация приспособления	58
Приложение В Спецификация инструмента	60

Введение

В машиностроении технологическая подготовка производства сводится главным образом к разработке технологических процессов и их оснащению. В механической обработке актуален вопрос обработки деталей мелкосерийного производства. Это связано с применением дорогостоящего высокопроизводительного оборудования, что при малых объемах выпуска неэффективно. Обработка на универсальном оборудовании малопроизводительна [1].

Современное производство является высокотехнологическим комплексом, где производится различное воздействие на объект производства. Эти процессы охватывают все процессы, начиная от получения исходного материала до контроля и испытаний продукции. Все технологические переделы, которые проходят заготовки в ходе своей обработки, должны отвечать высоким требованиям к технологическому циклу изготовления машиностроительной продукции.

Современные высокотехнологичные изделия имеют сложное конструктивное исполнение, требуют использования современных, труднообрабатываемых материалов. Из этого следует необходимость использования более эффективных технологических методов обработки, включая комбинированные и высокоэнергетические методы воздействия на заготовку.

Для того чтобы подготовить такие сложные технологические процессы необходимо использовать возможности современного сквозного проектирования, начиная от подготовки эскизного проекта, где разрабатываются основные концепции работы проектируемой машины. В ходе конструкторской подготовки производства изделие должно быть отработано на технологичность, без чего невозможно создание конкурентоспособной продукции. Само проектирование технологического процесса на этапе технологической подготовки производства должно

задействовать возможности по подготовке документации, так и проведению сложных технологических расчетов. Они необходимы для определения деформаций, температур, вибраций, возникающих в ходе обработки. Поэтому необходимо при проектировании технологии на основе моделей разрабатывать управляющие программы для высокоскоростных и точных станков с ЧПУ. Операции на них выполняются с использованием точного и надежного инструмента [6].

Многоцелевые станки являются высокопроизводительными технологическими системами. Основным элементом таких станков являются отдельные инструментальные блоки. Они специализируются по методам обработки, таким как фрезерование, растачивание, сверление. Основным элементом таких систем является зажимное приспособление.

Эта базовый элемент во многом определяет эффективность работы всей системы. Они имеют очень высокие технические требования по точности, надежности работы, быстродействию, эргономичности. Поэтому технология изготовления деталей этих приспособлений, включая различные направляющие элементы, является сложным процессом, в котором необходимо предусмотреть использование высокоточного оборудования и методов обработки.

В работе необходимо разработать технологию изготовления ответственной детали, которая входит в конструкции приспособления на основе использования современных достижений в области проектирования и использования деталей и технологий.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ назначения детали

Направляющая втулка входит в конструкцию наладочного приспособления и служит для направления штока для закрепления заготовки.

Направляющая втулка имеет базовую резьбовую поверхность под установку по резьбе в базовую плиту.

Данная деталь испытывает значительные циклические и статические нагрузки. Работает в условиях смазки. Для угловой ориентации штока, проходящего внутри втулки, предусмотрено отверстие под штифт, а также резьбовые отверстия для крепления направляющей пластины.

1.2 Классификация поверхностей

В качестве материала детали примем сталь 45 ГОСТ 4543-7. Состав и свойства материала показаны в таблицах 1 и 2 [2].

Основной конструкторской базой детали является наружная резьба 10 18 для базирования втулки в базовой плите с упором в торец 5 (рисунок 1).

Центральное отверстие 11, гладкие 17 и резьбовые радиальные поверхности 16, а также резьба 7 являются вспомогательными конструкторскими базам.

Исполнительные поверхности – отверстия 12 и 17.

Таблица 1 - Химический состав, % (ГОСТ 4543—71)

C	Si	Mn	S	P	Cu	Ni	As
0,42- 0,50	0,42- 0,50	0,17- 0,37	0,25	0,04	0,035	0,25	0,08

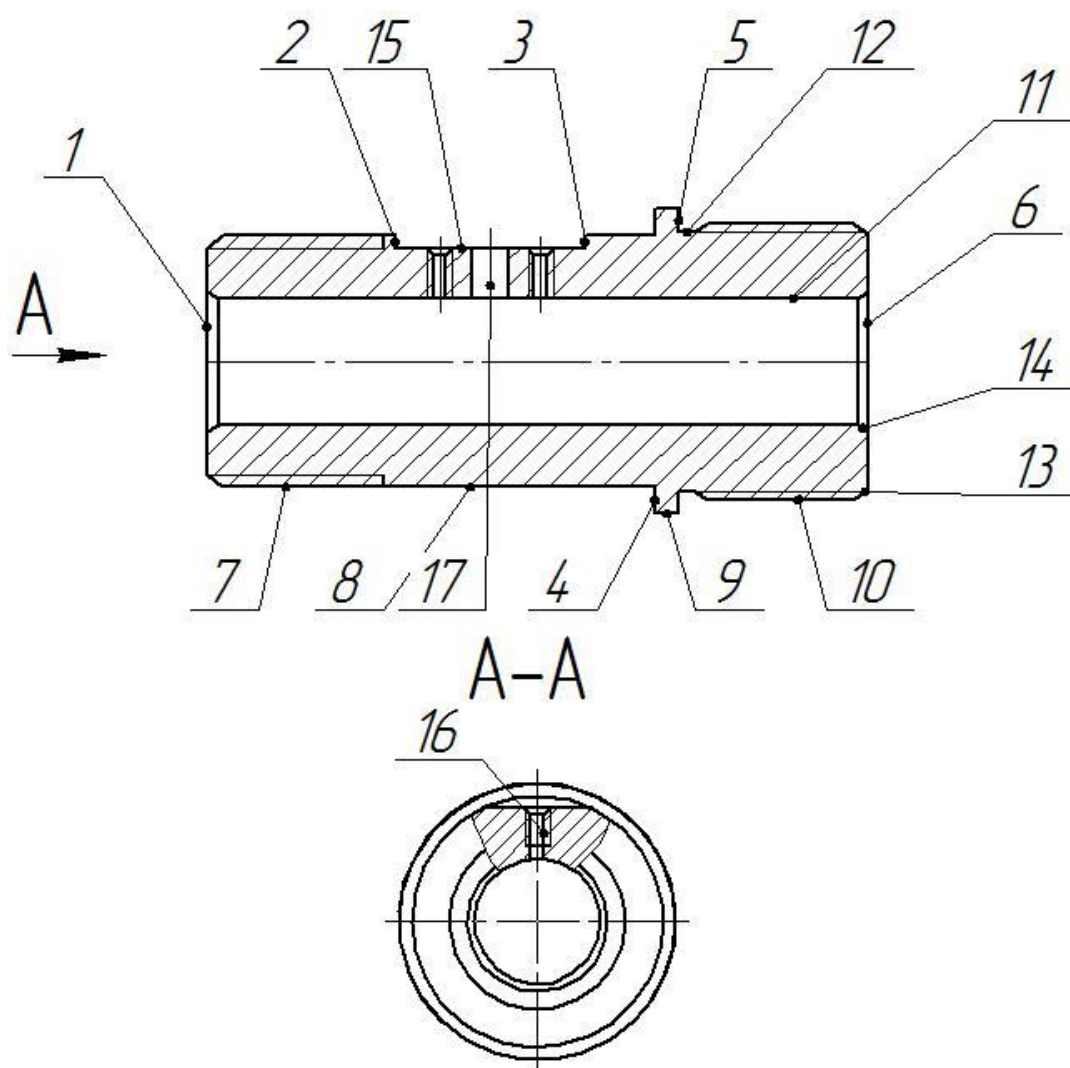


Рисунок 1 - Нумерация поверхностей направляющей втулки

Таблица 2 - Механические свойства стали 45

Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение, %	Предел текучести σ_0 , МПа
600	16	310

Поверхности 8, 4, 9, 13, 14 являются свободными.

В соответствии со служебным назначением на все конструкторские элементы направляющей втулки назначены технические требования, которые показаны на рабочем чертеже детали.

1.3 Анализ технологичности

Сгруппируем все признаки технологичности втулки. Это конструктивные, обрабатываемость, получение заготовки и базирование. Направляющая втулка является деталью средней точности. Исполнительное отверстие необходимо изготовить по 6 качеству точности с шероховатостью Ra 0,63 мкм. Протяженность обрабатываемых поверхностей не высокая. Это связано с общей длиной детали 105 мм, а также с конструкцией базовых отверстий. К нетехнологичным элементам относят радиальные отверстия и лыска (плоскость). Для них необходимо обеспечивать позиционирование заготовки и инструмента (фрезы и сверла). Также необходимо предварительное сверление коротким жестким инструментом – сверлом для формирования направляющего отверстия.

Комплекс из двух высокоточных метрических резьб имеет небольшую длину 30 мм. Это делает обработку этих поверхностей возможным и на токарной и на резьбо-шлифовальной операциях [18].

Поверхности ступенчатые выполнены с разными углами переходов, что делает необходимым использование обработки с программным управлением. Канавка для выхода резьбового инструмента обрабатывают стандартным инструментом.

Конструктивные элементы стандартизированы и унифицированы кроме переходов фасок. Получить поверхности по требованиям чертежа на заготовительном этапе невозможно. Поэтому вся деталь будет подвергаться механической обработке со снятием припуска. Получить отверстия так же невозможно из-за их небольшого диаметра. Поэтому высоко вероятным является использование сверла диаметром менее 18 мм на длине 105 мм, что почти относит обработку этого отверстия к категории обработки глубоких отверстий. Заготовку можно устанавливать как по наружной, так и по внутренней поверхности. Но для установки по отверстию диаметр очень маленький. Деталь имеет форму, подходящую для автоматизированного

перемещения заготовки в транспортной системе. Жесткость детали относительно высокая из-за толщины стенки. Необходимо ограничивать силу закрепления или распределять усилия зажима по большой площади поверхности [7].

В целом деталь можно считать технологичной.

1.4 Задачи работы

Цель работы заключается в обеспечении выпуска направляющей втулки в количестве 1500 деталей в год с техническими требованиями, указанными на рабочем чертеже. Задачи:

1. Определить серийность и характеристики производства.
2. Выбрать исходную заготовку.
3. Спроектировать исходную заготовку. С учетом заготовки назначить переходы, которые с учетом технических требований чертежа, обеспечат наиболее экономичный вариант технологического процесса изготовления направляющей втулки.
4. Разработать технологический маршрут в полном объеме, включая подбор технологического оборудования, выбор соответствующего оснащения, проектирование технологических операций с назначением режимов резания и нормированием станочных работ.
5. В конструкторской части разработать высокоэффективное зажимное приспособление и режущий инструмент, который обеспечивает заданную точность, производительность и себестоимость.
6. Разработать мероприятия по защите и охране труда.
7. Рассчитать экономический эффект от технологических изменений в предложенном варианте технологии изготовления детали.

Выводы по разделу

На основе анализа условий работы сформированы технические требования к конструкции детали. Выполнен анализ технологичности. Сформулированы задачи для достижения указанной цели работы.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Тип производства

Для выбора параметров технологического процесса, необходимо определиться с типом производства. Из-за отсутствия информации по коэффициенту использования материала для проектируемой технологии определение типа производства будет выполняться косвенно по трудоемкости изготовления детали. В качестве меры этой трудоемкости выступает масса детали, которая задана на чертеже.

С учетом заданной годового объема выпуска деталей 1500 деталей и определенной по чертежу массы втулки 1,1 кг получается среднесерийный тип производства [14].

2.2 Выбор метода получения заготовки

Штамповать такую заготовку не целесообразно, как и использовать литье. Из-за перепадов диаметров значительного выигрыша по припуску не получим.

При соотношении длины отверстия к диаметру более 5 получить его методами давления не возможно.

Для того, чтобы выбрать альтернативные способы получения заготовки необходимо учесть конфигурацию детали. Если она представляет собой втулку с гладкой цилиндрической поверхностью, наиболее подходящим способом получения заготовки является прокат [20]. Поэтому для годового объема выпуска детали - 1500 штук в год можно выбрать только два варианта. Это сортовой прокат из прутка и сортовой прокат из трубы. Причем размеры трубы должны быть по наружному диаметру больше 46 мм, а по отверстию менее 18 мм. Существует прокат с толщиной стенки 24 мм по

ГОСТ 32528-2013. При таких размерах диаметр отверстия получается 47 мм, что больше чем требуется. Поэтому единственный вариант остается – пруток.

Для выбора способа получения необходимо ориентировочно определить массу заготовки. Делается на основе объема размеров прутка.

$$M = \frac{\pi d^2}{4} l \rho, \quad (1)$$

где d – диаметр прутка, м;

l – длина прутка, мм;

ρ – плотность, кг/мм³.

Диаметр принимаем увеличенным на 5 мм для припуска на обработку.

Для длины добавляем 2,5 мм на сторону. Тогда масса прутка

$$M = \frac{\pi 0,052^2}{4} 0,11 \cdot 7830 = 1,8 \text{ кг.}$$

Себестоимость изготовления C_T направляющей втулки с учетом затрат на заготовительный этап и механическую обработку равна

$$C_T = C_{\text{заг.}} \cdot M + C_{\text{мех.}} \cdot (M - m) - C_{\text{отх.}} \cdot (M - m), \quad (2)$$

где $C_{\text{заг.}}$ – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

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

m – масса направляющей втулки, кг;

$C_{\text{отх.}}$ – цена лома, руб/кг.

«Затраты на обработку

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad C_{\text{мех}}, \quad (3)$$

где C_c – текущие затраты, руб/кг;

E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений;

C_k – капитальные затраты, руб/кг» [13].

Для области машиностроения – станкостроения

$$C_{\text{мех}} = 4,7 + 0,15 \cdot 10,39 = 5,11 \text{ руб/кг.}$$

Для отходов принимаем $C_{\text{отх}} = 1,4 \text{ руб/кг.}$

Стоимость проката

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{пр}} \cdot h_{\phi}, \quad (4)$$

где $C_{\text{пр}}$ – цена материала, руб/кг;

h_{ϕ} – коэффициент кратности ($h_{\phi} = 1$).

Итого

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

Суммируем по заготовке из проката

$$C_{\text{т.пр.}} = 1,8 \cdot 18,45 + 5,11 \cdot (1,8 - 1,1) - 1,4 \cdot (0,7) = 39 \text{ руб.}$$

2.3 Проектирование заготовки

Для проектирования выбранной заготовки необходимо к размерам детали прибавить припуски.

Расчетные припуски включает в себя четыре элемента. Эти составляющие припуска определяются параметрами операционной или исходной заготовки, полученными на предыдущих операциях, и одним параметром, относящимся к операции, для которой рассчитывается припуск. Дополнительно к дефектному слою и шероховатости должна прибавляться погрешность расположения обрабатываемой поверхности. Она является расчетной величиной и зависит от вида погрешности и этапа технологического процесса, на котором она формируется [11].

Для расчета аналитическим способом выбирается одна из точных и ответственных поверхностей. В данном случае это диаметр 40 мм.

Пространственные отклонения могут определяться по различным расчетным формулам. Для осесимметричных деталей к этим параметрам

относится величина коробления $\rho_{\text{кор}}$, которая возникает на заготовительном этапе. Параметры рассчитываются через характерный размер заготовки, к которому относится его длина (110 мм при отрезке).

Коробление с учетом размера l

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot l, \quad (5)$$

где Δ_k – удельное коробление, мкм/мм;

l - характерный размер, мкм.

Δ_k примем для проката обычной точности [13]

$$\rho_{\text{кор}} = 2,5 \cdot 110 = 275 \text{ мкм.}$$

Для направляющей втулки по переходам это отклонение будет уменьшаться

$$\rho_i = k_i \cdot \rho_{\text{заг}}, \quad (6)$$

где k_i – коэффициент уточнения.

Элементарные составляющие занесем в таблицу 3.

Таблица 3 - Элементы припуска, мкм

Переход	Шероховатость	Глубина дефектного слоя	Отклонения	Погрешность установки
Заготовка	250	150	275	-
Точение черновое	50	50	20	100
Точение чистовое	30	30	10	20

Для обработки выбираем два перехода: точение черновое и чистовое.

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 0,275 = 0,02 \text{ мм.}$$

$$\rho_2 = 0,05 \cdot 0,275 = 0,01 \text{ мм.}$$

Припуск с размерами показан в таблице 4.

Таблица 4 - Расчет размеров

Переход	Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мкм	
		d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	1,8	-	-	44	45,8
Точение черновое	0,39	4	6,6	39,988	40,378
чистовое	0,12	0,168	0,197	39,82	40

Учитываем, что диаметр этой шейки увеличивается напуском до 52 мм.

Черновые припуски пересчитываются. Минимальный размер проката 50,8 мм. Тогда припуск соответствующий равен 10,812 мм. Это для одного прохода будет много. Поэтому первый проход под размер буртика (48 мм). Тогда припуск будет равен 1,4 мм на сторону на первом проходе, а на втором 4,006 мм, что практически совпадает с расчетным. Тогда максимальный припуск оставляем без изменений.

Полученные для поверхности результаты расчета используются для проектирования заготовки и на этапе проектирования технологических операций при расчете режимов резания.

При выборе проката необходимо назначить технические требования на ее изготовление. Точность резки 1,2 мм. Отклонение от прямолинейности оси 0,275 мм.

2.4 Выбор технологических баз

Выбор технологических баз подчиняется двум принципам. На всех операциях необходимо соблюдать принцип постоянства баз, то есть одни и те же поверхности должны использоваться для установки заготовки на операциях обработки. Второй принцип заключается в совмещении нескольких по назначению баз. Главное - обеспечить единство

технологической и измерительной баз. Это исключает из структуры технологического допуска погрешность базирования. За счет этого повышается точность на операциях механической обработки и снижается количество необходимых переходов [9].

Ситуация облегчается тем, что заготовка имеет простую форму.

Деталь типа направляющая втулка имеет простую цилиндрическую наружную форму – ступенчатый цилиндр с небольшим фланцем. Заготовку лучше закреплять по наружной цилиндрической поверхности. Тогда вся обработка будет при установке по одной и той же поверхности.

Особенностью установки заготовки является то, что схема установки будет одноопорная - в патроне.

На рисунке 2 показана схема базирования.

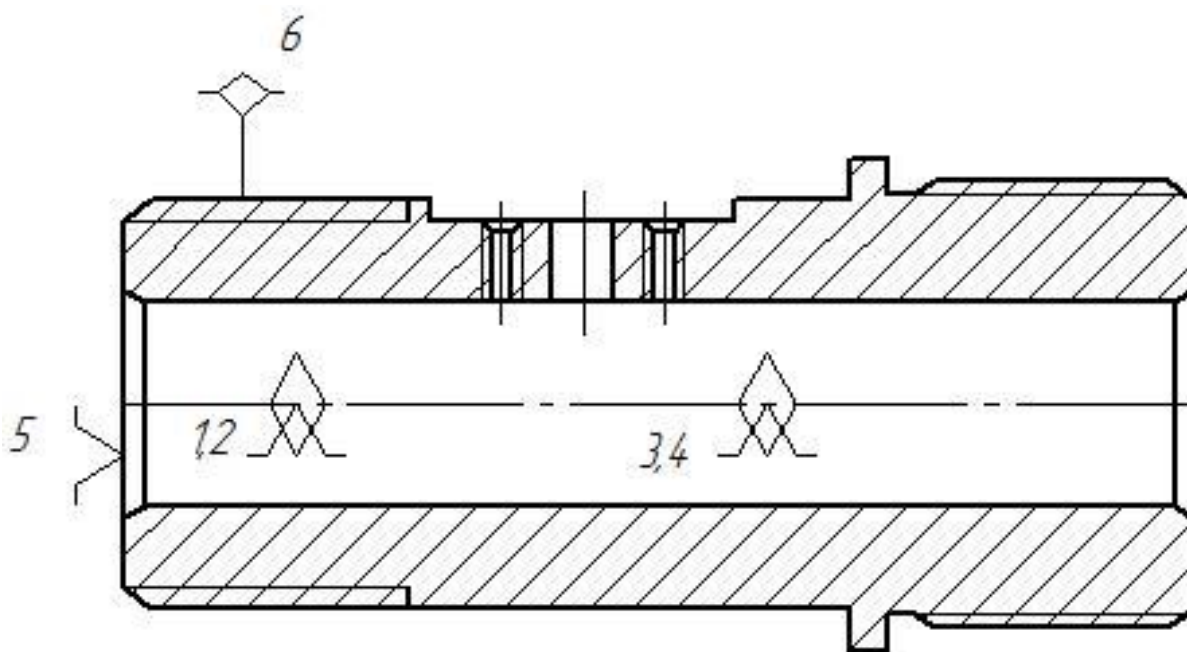


Рисунок 2 - Схема базирования

Выбор схемы базирования реализуется за счет самоцентрирующегося патрона.

2.5 Разработка технологического маршрута

Разработка технологического маршрута обработки направляющей втулки ведем на базе типового технологического процесса изготовления втулки.

С учетом конфигурации детали и материала заготовки стали 45 для среднесерийного типа производства выбираются методы обработки, наиболее подходящие для данных условий (таблица 7).

Таблица 7 - Выбор маршрутов обработки поверхностей

Вид поверхности	IT	Ra	Маршрут (шероховатость Ra, мкм)
Плоские торцы	14	3,2	T(12,5)- Tч(3,2)- ТО
Цилиндрические шейки, основная база	12	3,2	T(12,5) - Tч(3,2)-ТО
Лыска - плоскость, вспомогательная база	9	2,5	Фк(1,6)- ТО
Резьбовая, вспомогательная база	4	1,25	T(12,5)- Tч(3,2)- НР(3,2) – ТО
Фасонная (канавка наружная)	14	3,2	T(12,5)- Tч(3,2)- Тк(3,2) – ТО
Отверстие, вспомогательная база	7	2,5	С(6,3) - З(2,5) – Р(1,25) - ТО
Отверстие, вспомогательная база	6	0,63	С(6,3) - З(2,5) – Р(1,25) - ТО – ВШ (0,63)
Резьбовая, вспомогательная база	8	2,5	С(12,5)- НР(2,5) – ТО
Примечание: Фк – фрезерование концевое; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; ВШ – шлифование внутреннее; С – сверление; З – зенкерование; Тк – точение канавки; НР – нарезание резьбы; ТО- термообработка; Р - развертывание			

Выбранные технологические переходы для отдельных поверхностей нужно распределить между этапами технологического процесса.

Технологические операции должны соответствовать принципам концентрации переходов. Это обеспечит минимальное время обработки и наибольшую точность за счет минимального количества переустановок заготовки.

Оборудование для этого должно быть современного типа. К ним относятся высокоскоростные станки с широкими функциональными возможностями. Это обеспечивается за счет современных подходов в проектировании оборудования. Модульная компоновка станков позволяет формировать необходимый набор возможностей для обработки детали конкретного типа.

Исходя из этого, в таблице 8 представлен технологический маршрут изготовления детали. В соответствующих колонках приведено содержание технологических операций, которое соответствует предыдущей таблице [13].

Таблица 8 -Технологический маршрут

Операция, наименование	Станок	Этап	Содержание	Параметры
1	2	3	4	5
000 Заготовительная	Отрезной станок 8Г642	Тиски	Отрезка в размер 110 мм	Точность 13 квалитет, шероховатость Ra 20 мкм
005 Токарная	Токарный центр SP 430 CNC	Установ А	Точение черновое	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
			Сверление диаметр 18мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
			Зенкерование 19 мм на длину 110 мм	8 квалитет, Ra 2,5 мкм
			Растачивание фаски в отверстиях	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
			Нарезание резьбы М40 на длину 28 мм	8 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Фрезерование лыски 3 мм на длину 28 мм	10 квалитет, Ra 2,5 мкм
			Сверление диаметр 3,6 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
			Зенкование 4 мм на длину 2 мм	8 квалитет, Ra 2,5 мкм
			Нарезание резьбы М4 на длину 10 мм	8 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Сверление диаметр 5,2 мм	11 квалитет, Ra 6,3 мкм
005 Токарная	Токарный центр SP 430 CNC	Установ А	Зенкерование 5,6 мм на длину 2 мм	8 квалитет, Ra 2,5 мкм

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
005 Токарная	Токарный центр SP 430 CNC	Установ А	Зенкерование 5,6 мм на длину 2 мм	8 квалитет, Ra 2,5 мкм
			Развертывание 6 на длину 10 мм	6 квалитет, Ra 1,25 мкм
005 Токарная	Токарный центр SP 430 CNC	Установ Б	Точение черновое	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
			Развертывание 19,5 на длину 110 мм	7 квалитет, Ra 2,5 мкм
			Растачивание фаски в отверстиях	13 квалитет, Ra 12,5 мкм
			Точение канавки	10 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Нарезание резьбы М44 на длину 30 мм	8 квалитет, Ra 3,2 мкм
			Точение чистовое	9 квалитет, Ra 3,2 мкм
010 Термообработка	Печь	-	Закалка	HRC 28-32
015 Внутри-шлифовальная	Внутри-шлифовальный станок 3К229В	-	Шлифование отверстия 20 на длину 110 мм	6 квалитет, Ra 0,63 мкм
020 Моечная	Камера	-	Мойка	-
025 Контрольная	Стол	-	Контроль	-

При проектировании технологического процесса для выбранных технологических операций необходимо обеспечить рациональное оборудования и соответствующее оснащение.

2.5 Выбор средств оснащения

Для закрепления заготовки необходимо подобрать станочные приспособления. При этом данные приспособления должны реализовать схемы базирования, выбранные в предыдущем разделе [17].

Для обеспечения выбранных технологических переходов необходим режущий инструмент. Для контроля выполненных операционных размеров и обеспечения общего комплексного контроля в конце технологического

процесса необходимо подобрать соответствующие контрольно-измерительные средства. Все эти составляющие технологического процесса представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Средства оснащения

Операция	Станок	Приспособлени е	Инструмент	Измерительное средство
1	2	3	4	5
000 отрезная	Отрезной станок 8Г642	Тиски	2257-0154 Пила ГОСТ 4047-82	ШЦ-1 ГОСТ 166-80
010 токарная	Токарный центр SP 430 CNC	Патрон 7102- 0082 ГОСТ 24351-80	PDINR3232P15 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82; 2301-0906 Сверло диаметр 18 Р6М5 ГОСТ 19546-74; 2320-0507 Зенкер диаметр 19 ВК8 ГОСТ 21583-76; 035-2128-0544 Резец Т14К8 ОСТ 2И10-8-84; 2223-1131 Фреза диаметр 10, z=3 Р8М3К6С ГОСТ 23247-78; 2300-0837 Сверло диаметр 3.6 Р6М5 ГОСТ 19543-74; 2353-0143 Зенковка Р6М5 ГОСТ 14953-80; 2300-0837 Сверло диаметр 3.6 Р6М5 ГОСТ 19543-74; 2629-0013 Метчик ГОСТ 17927-72; 2300-0855 Сверло диаметр 5.7 Р6М5 ГОСТ 19543-74;	ШЦ-1 ГОСТ 166-80 Калибры межосевых размеров отверстий ПР, НЕ Электронный штангенциркуль ГОСТ 166-80 Микрометр ГОСТ 6507-60 Шагомер 21501 Кольцо резьбовое ПР, НЕ для контроля резьб М40х2, М44х2

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
-	-	-	2320-2539 Зенкер диаметр 9.8 BK8 ГОСТ 21543-76; 2363-0189 Развертка диаметр 10 BK6 ГОСТ 1672-80; 2664-0511 Резец P6M5 ГОСТ 18876-73; 035-2128-0561 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84;	-
015 Внутри- шлифоваль- ная	Универсальны й внутришлифов альный станок SIU 5 R CNC фирмы BWF	Специальное приспособлени е	Шлифовальная головка AW40x60 24A25- HCT1K	Электронная система слежения обрабатываемых параметров

При выборе станков, зажимных приспособлений и инструмента для заданных условий обработки необходимо обязательно учитывать некоторые факторы. Тип материала, который будет обрабатываться, требует определенных характеристик оборудования и инструмента.

Необходимо выбирать оборудование и инструмент, которые обеспечивают требуемый уровень точности и качества обработки (таблица 8). Необходимо выбрать оборудование и инструмент, которые обеспечивают необходимую производительность и скорость обработки, позволяют обрабатывать требуемые размеры и формы заготовок (чертеж детали).

Оборудование и инструмент должны иметь стоимость, которые соответствуют бюджету проекта (рассчитывается в разделе 5). При этом они должны обеспечить высокий уровень надежности и безопасности в работе.

Выбор оборудования необходимо выполнять у производителей, которые гарантируют качественную техническую поддержку и сервисное обслуживание.

Современные станки имеют ряд особенностей, которые обеспечивают высокую точность и производительность при обработке материалов. Числовое программное управление (операция 005) - это система, которая позволяет программировать станок для выполнения определенных переходов по заданным траекториям с заданными режимами. Станок использует компьютерное управление и электромеханические приводы, что позволяет достичь высокой точности (до 0,001 мм) и повторяемости размеров.

Автоматическая смена инструментов позволяет быстро переключаться между различными переходами, выполняемыми различными инструментами без необходимости остановки станка.

Высокоскоростные шпиндели на современных станках позволяют обрабатывать материалы с высокой скоростью и точностью (до 5000 оборотов). Это повышает точность и снижает стоимость обработки.

2.7 Расчет режимов резания

Полученные данные в разделе могут быть пересмотрены из-за изменений конструкций инструмента [16].

Для обеспечения необходимой точности и шероховатости, указанных для технологических переходов, необходимо рассчитать режимы резания [15].

Первым параметром при расчете режимов резания является глубина резания t . Для высокоточной поверхности глубина резания t определяется на основе аналитического способа расчета припусков и операционных размеров, выполненных в предыдущем подразделе. Для точного отверстия припуски распределяются в соответствии с размерами инструмента (сверло и зенкер).

Для обеспечения точности на остальные поверхности припуски принимаются в соответствии с рекомендациями [10].

Базовым параметром расчета является основной припуск, выбранный для заготовки.

После выбора глубины резания необходимо выбрать подачи S мм/об [19]. В зависимости от обработки, параметрами, влияющими на выбор подачи, будут размер инструмента для черновых переходов. Для чистовых переходов этим параметром будет состояние обрабатываемой поверхности, и геометрия режущей части. Для подачи на фрезерных переходах предварительно выбирается подача на зуб в зависимости от типа режущего инструмента (концевая фреза) и инструментального материала (P8M3K6C), а также материала заготовки (сталь 45). Далее, с учетом количества зубьев фрезы, определенного в таблице для средств технологического оснащения, определяется подача на оборот инструмента [3].

Далее выбирается скорость резания с учетом выбранных технологических режимов, а также условий обработки. Скорость резания при фрезеровании

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (7)$$

где C_v, m, x, y, q, u, p - параметры для условий обработки, отличающихся от базовых;

T – принятый период стойкости, мин;

t, S_z – выбранные глубина резания и подача, мм;

B – ширина обрабатываемой заготовки, мм;

z – число зубьев;

K_v - коэффициент.

Последний параметр находится как

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив}, \quad (8)$$

где K_{mv} - учитывает прочностные свойства материала;

$K_{пв}$ – коэффициент обрабатываемой поверхности;

$K_{ив}$ – учитывает материала режущей части.

Для материала стали 45

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (9)$$

где n_v - показатель для метода обработки.

Для материала заготовки

$$K_{mv} = 1,1 \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,84.$$

С учетом остальных коэффициентов

$$K_v = 0,84 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,76.$$

Тогда скорость

$$V = \frac{234 \cdot 10^{0,44}}{30^{0,37} \cdot 1^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 10^{0,1} \cdot 2^{0,37}} \cdot 0,76 = 212 \text{ мм/мин.}$$

По скорости резания необходимо определить вращение шпинделя. Она корректируется по паспорту станка. Для бесступенчатого регулирования в случае использования вариатора или частотного регулирования привода вращения расчетную частоту вращения шпинделя оставляем.

Обороты инструмента равны:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (10)$$

где V – скорость из формулы (7), м/мин;

D – диаметр фрезы, мм.

Результат подстановки

$$n = \frac{1000 \cdot 212}{3,14 \cdot 10} = 6778 \text{ мин}^{-1}.$$

Для минутной подачи:

$$S_m = S \cdot n. \quad (11)$$

Результат

$$S_m = 0,06 \cdot 6778 = 407 \text{ мм/мин.}$$

Глубина резания при точении для первого черного перехода – 3 мм; для второго черного – 2,7 мм. Для чистового 0,3 мм. Соответствующие подачи: 0,53 и 0,13 мм/об.

Для точения

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v. \quad (12)$$

где все коэффициенты аналогичны уравнению (11).

Поправочный коэффициент из уравнения (12).

Для материала заготовки

$$K_{mv} = 1,1 \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,84.$$

С учетом остальных коэффициентов для черновой обработки

$$K_v = 0,84 \cdot 0,87 \cdot 1 = 0,73.$$

Для чистовой обработки

$$K_v = 0,83 \cdot 1 \cdot 1 = 0,83.$$

Тогда скорость при точении черновом и чистовом

$$V = \frac{350}{40^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,57^{0,35}} \cdot 0,73 = 126,6 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{420}{35^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,13^{0,2}} \cdot 0,83 = 296 \text{ м/мин.}$$

Результат подстановки

$$n = \frac{1000 \cdot 126,6}{3,14 \cdot 46} = 876 \text{ мин}^{-1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 296}{3,14 \cdot 44} = 2144 \text{ мин}^{-1}.$$

Результат вычислений по подаче

$$S_m = 0,57 \cdot 126,6 = 72 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 0,13 \cdot 2144 = 279 \text{ мм/мин.}$$

Сила резания считается по формуле для первого прохода

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (13)$$

где все параметры аналогичные уравнению (12).

Коэффициент

$$K_p = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (14)$$

где k_1, k_2, k_3, k_4 – учитывают влияние геометрии режущей части (главного угла в плане, переднего, угла наклона, радиуса).

После подстановки показателя для точения

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,35} = 1,1.$$

$$K_p = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,91.$$

Для перехода с наибольшими значениями припуска и подачи

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^1 \cdot 0,57^{0,75} \cdot 126,6^{-0,15} \cdot 0,91 = 2600 \text{ Н.}$$

Нарезание резьбы, точение канавки и сверление находятся по тем же методикам.

Для нарезания резьбы резцом глубина резания на проход по 0,1 мм. Вся глубина по впадине резьбы выбирается с учетом диаметра резьбы за 7 проходов. Подача равна шагу резьбы 2 мм/об.

Поправочный коэффициент:

$$K_{mv} = \left(\frac{190}{230}\right)^{1,25} = 0,79.$$

С учетом остальных коэффициентов

$$K_v = 0,79 \cdot 1 \cdot 1 = 0,79.$$

Тогда скорость

$$V = \frac{244}{40^{0,2} \cdot 0,1^{0,23} \cdot 2^{0,3}} \cdot 0,79 = 127 \text{ мм/мин.}$$

Результат подстановки

$$n = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 44} = 920 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 40} = 1110 \text{ мин}^{-1}.$$

$$S_m = 2 \cdot 920 = 1840 \text{ мм/мин.}$$

$$S_m = 2 \cdot 1100 = 2200 \text{ мм/мин.}$$

Для канавок методика та же. Глубина резания по заглублению канавки с чертежа 2 мм. Подача как при чистовом точении 0,1 мм/об.

Сводные результаты расчета представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Режимы резания

Переход	Глубина, мм	Подача, мм/об	Скорость, м/мин	Обороты, об/мин
1	2	3	4	5
Точение черновое	3	0,53	126,6	876
Сверление диаметр 18мм	9	0,246	8,2	145
Зенкерование 19мм на длину 110 мм	0,5	0,781	17,2	145
Растачивание фаски в отверстиях	1,2	0,53	126,6	288
Нарезание резьбы М40 на длину 28 мм	0,1	2	127	920
Фрезерование лыски 3 мм на длину 28 мм	1	0,09	212	6778
Сверление диаметр 3,6 мм	1,8	0,237	10,6	938
Зенкование 4 мм на длину 2 мм	0,87	0,641	5	40
Нарезание резьбы М4 на длину 10 мм	0,27	0,5	6	477
Сверление диаметр 5,2 мм	2,6	0,237	10,6	307
Зенкерование 5,6 мм на	0,2	0,468	14,6	474

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
длину 2 мм	0,2	0,468	14,6	474
Развертывание 6 на длину 10 мм	0,2	0,4	88	2800
Точение чистовое	0,3	0,13	296	2144
Развертывание 19,5 на длину 110 мм	0,25	0,4	68	1110
Точение канавки	2	0,13	296	2144
Нарезание резьбы М44 на длину 30 мм	0,1	2	127	920

Общая информация по технологическому процессу переносится в маршрутную карту, представленную в приложении А в таблице А.1. Подробные сведения по операциям приведены в операционной карте в таблице Б.2 в приложении Б.

Также информация переносится в технологическую наладку.

2.8 Нормирование

Нормирование является заключительным этапом проектирования технологического процесса. Для выбранного типа производства оно проводится комбинированным таблично-расчетным методом. С учетом серийного типа производства необходимо найти штучно-калькуляционное время, которое складывается из двух составляющих.

Штучно-калькуляционное время

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (15)$$

где n – партия запуска (35 детали).

Первое слагаемое подготовительно-заключительное время $T_{\text{п-з}}$ определяет общее время подготовки к обработке партии запуска данной детали, а также время завершения работ.

Вторым слагаемым является штучное время $T_{шт}$, которое включает в себя четыре элемента:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{от}, \quad (16)$$

«где T_o – время обработки, мин;

T_v – время на вспомогательные переходы, мин;

$T_{об}$ – время обслуживания, мин;

$T_{от}$ – время отдыха» [8].

«Время обработки:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{мин}}, \quad (17)$$

где l_1 – расстояние быстрого подвода, мм;

l_p – поверхность резания, мм;

l_2 – расстояние перебега, мм;

$S_{мин}$ – минутная подача, мм/мин» [12].

$$T_o = \frac{(80+3) \cdot 2}{0,53 \cdot 876} = 0,34 \text{ мин.}$$

Для остальных переходов данные расчетов сводим в операционную карту (таблица Б.1 приложения Б).

Для всех технологических переходов необходимо определить время вспомогательных переходов с установкой заготовки, выполнением операционного контроля, а также управлением станка

$$T_v = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (18)$$

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

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

$T_{уп}$ – время управления, мин;

$T_{из}$ - время операционных измерений, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент серийного производства, принимаем 1,85» [21].

$$T_B = (0,141 + 0,024 + 0,09 \cdot 12 + 0,19 \cdot 12) \cdot 1,85 = 6,5 \text{ мин.}$$

Оперативное время

$$T_{оп} = T_B + T_o. \quad (19)$$

$$T_{оп} = 5,66 + (0,14 + 0,085 + 0,14 + 0,55)1,7 = 7,2 \text{ мин.}$$

Третье слагаемое время на организационно-техническое обслуживание.

Так же, как и четвертый элемент - время на личные надобности, они определяются в процентах от оперативного времени

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (20)$$

где a – коэффициент.

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}. \quad (21)$$

где b – для детали заданной массы.

С учетом полученных значений оперативного времени определены составляющие для организационно - технического обслуживания и время на отдых и личные надобности

$$T_{об} = 7,2 \cdot 0,06 = 0,43 \text{ мин.}$$

$$T_{от} = 7,2 \cdot 0,05 = 0,36 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = 7,2 + 0,43 + 0,36 = 8 \text{ мин.}$$

Итогом нормирования является определение штучно-калькуляционного времени, которое равно

$$T_{шт-к} = \frac{25}{35} + 8 = 8,7 \text{ мин.}$$

Для всех переходов проведено определение основного времени и необходимых выбранных вспомогательных переходов.

Вся информация по технологическому процессу представлена в приложении А в таблице А.1.

Технологические режимы и нормы времени вынесены на листы графической части (наладку), а также в таблицу А.2 приложения А.

Выводы по разделу

В разделе на основе типового технологического процесса для выбранного типа производства проведено проектирование технологии изготовления детали – направляющей втулки. На основе технико-экономического сравнения выбрана исходная заготовка и проведено ее проектирование с назначением припусков и определением размеров на операции. Для сформированных технологических переходов выбраны операции, оборудование и оснащение. Выявлена лимитирующая технологическая операция. Для нее разработана структура переходов, проведен расчет режимов резания и выполнено нормирование с учетом серийности производства.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Проектирование приспособления

Для проектирования оснащения необходимо сформировать исходные данные по операции.

Они включают в себя сведения об оборудовании и соответствующих посадочных элементах данного станка.

Заготовка – прокат горячекатаный.

Материал – сталь 45.

Технологическая операция включает точение черновое двух кратное с глубиной резания 3 и 2,7 мм, сверление диаметра 18мм, зенкерование 19мм на длину 110 мм, растачивание фаски в отверстии, нарезание резьбы М40 на длину 28 мм, фрезерование плоскости 3 мм на длину 28 мм, сверление диаметр 3,6 мм, зенкование 4 мм на длину 2 мм, нарезание резьбы М4 на длину 10 мм, сверление диаметра 5,2 мм, зенкерование 5,6 мм на длину 2 мм, развертывание диаметра 6 мм на длину 10 мм, развертывание 19,5 на длину 110 мм и нарезание резьбы М44 на длину 30 мм.

Для среднесерийного типа производства необходимо спроектировать станочное приспособление – патрон.

Установка должна быть механизированная. Тип привода необходимо выбрать механизированный для обеспечения надежного, быстрого и точного закрепления заготовки.

Станочное приспособление должно реализовать выбранную схему базирования, которая представлена на рисунке 3.

Первым этапом проектирования станочного приспособления является расчет сил резания, если они не были определены ранее. Это необходимо для того, чтобы составить уравнение статического равновесия между моментом резания и моментом закрепления, который обеспечивает неподвижность заготовки в базовом положении.

В данном случае учитывать можно или точение черновое с припуском 3 мм. или сверление отверстия 18 мм диаметром.

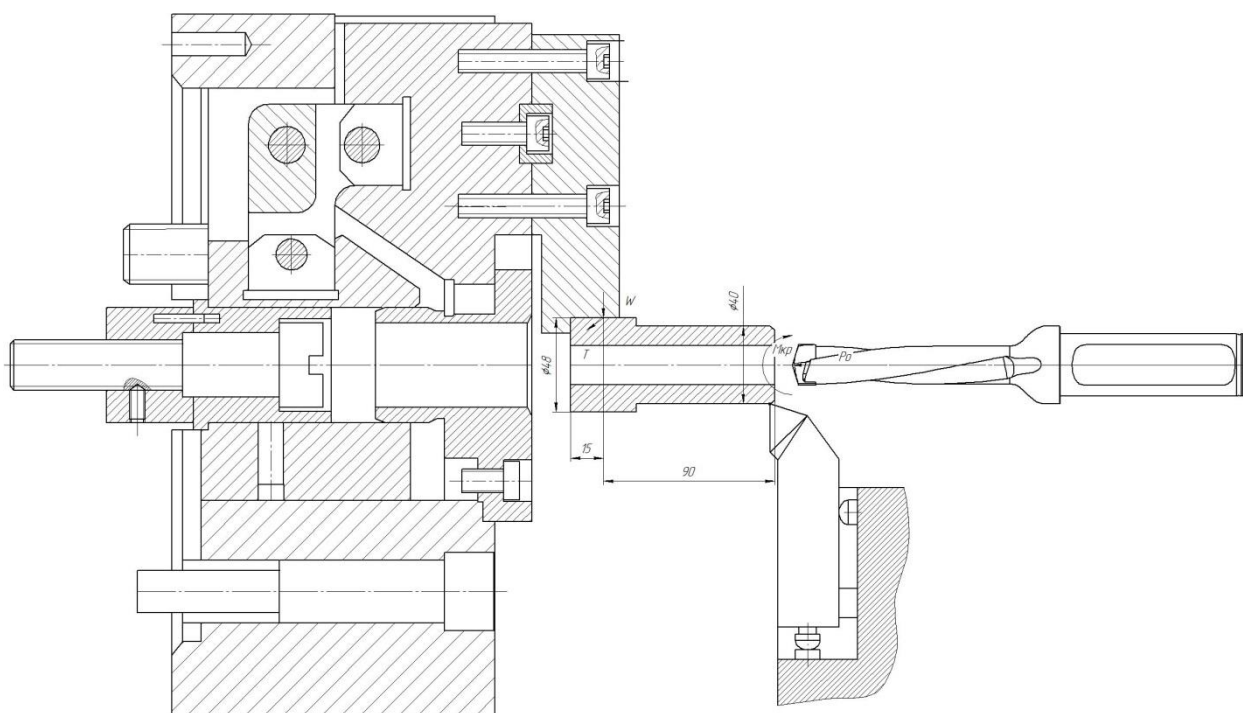


Рисунок 4 - Схема расчета при точении и сверлении

Для определения условий обработки для выбранных переходов необходимо учесть, что станочное приспособление используется при выполнении всех переходов, начиная с черновых. Черновые переходы проводятся со снятием максимального слоя материала. Поэтому на них будет возникать максимальная сила резания. Поэтому расчет момента резания будем выполнять только для черновых переходов.

Смещению или повороту заготовки в кулачках патрона препятствует момент закрепления. Он возникает за счет приложения силы зажима и сил трения между базовой поверхностью заготовки и зажимной поверхностью кулачков.

Моменты резания и закрепления должны уравниваться с учетом дополнительного коэффициент безопасности, который необходим для гарантированного и надежного закрепления заготовки. Для сверления

$$W_1 = \frac{k \cdot M_{кр}}{m \cdot f \cdot 0,022}, \quad (22)$$

«где k – коэффициент безопасности;

$M_{кр}$ – крутящий момент сверления, Нм;

m – количество прижимов;

f – коэффициент трения» [4].

Для точения

$$W_2 = \frac{k \cdot (P_z 0,02)}{m \cdot f \cdot 0,022}, \quad (23)$$

где P_z – тангенциальная сила резания, Н;

Для базового коэффициента 1,5. Тогда

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 2,28.$$

Примем 2,5. Для точения сила 2600 Н.

$$W_1 = \frac{2,5 \cdot 2600 \cdot 0,02}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,022} = 6565 \text{ Н}.$$

Для силовой проверки сверления используется расчет крутящего момента

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (24)$$

где C_M – коэффициент условий обработки по подаче;

x, y, n, u, q, ω – показатели степени для вида обработки;

K_{mp} – коэффициент на материал заготовки и инструмента.

После подстановки

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{980}{750}\right)^{0,85} = 1,26.$$

Для перехода

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 18^2 \cdot 0,246^{0,8} \cdot 1,26 = 45,9 \text{ Нм.}$$

$$W_2 = \frac{2,5 \cdot 45,9}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,022} = 5791 \text{ Н.}$$

Сила закрепления для точения больше.

Уточним силу с учетом потерь в направляющих

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{l_k}{H_k} \cdot f_1\right)}, \quad (25)$$

«где W - расчетная сила, Н;

l_k – свес кулачка, м;

H_k – направляющая кулачка, м;

f_1 - коэффициент трения» [4].

$$W_1 = \frac{6565}{1 - \left(\frac{90}{110} \cdot 0,15\right)} = 7460 \text{ Н.}$$

Для рычажного механизма

$$Q = \frac{W}{i_C}, \quad (25)$$

где i_C – передаточное силовое отношение.

Диаметр корпуса патрона $d_{\text{П}}$:

$$d_{\text{П}} = d_{\text{мах}} + 2 \cdot H, \quad (26)$$

где $d_{\text{мах}}$ – диаметр прутка, мм.

$$d_{\Pi} = 48 + 2 \cdot 110 = 268 \text{ мм.}$$

По компоновке получается 360 мм.

Силовое отношение i_C определяется отношением плеч рычага l_1 и l_2 (рисунок 5).

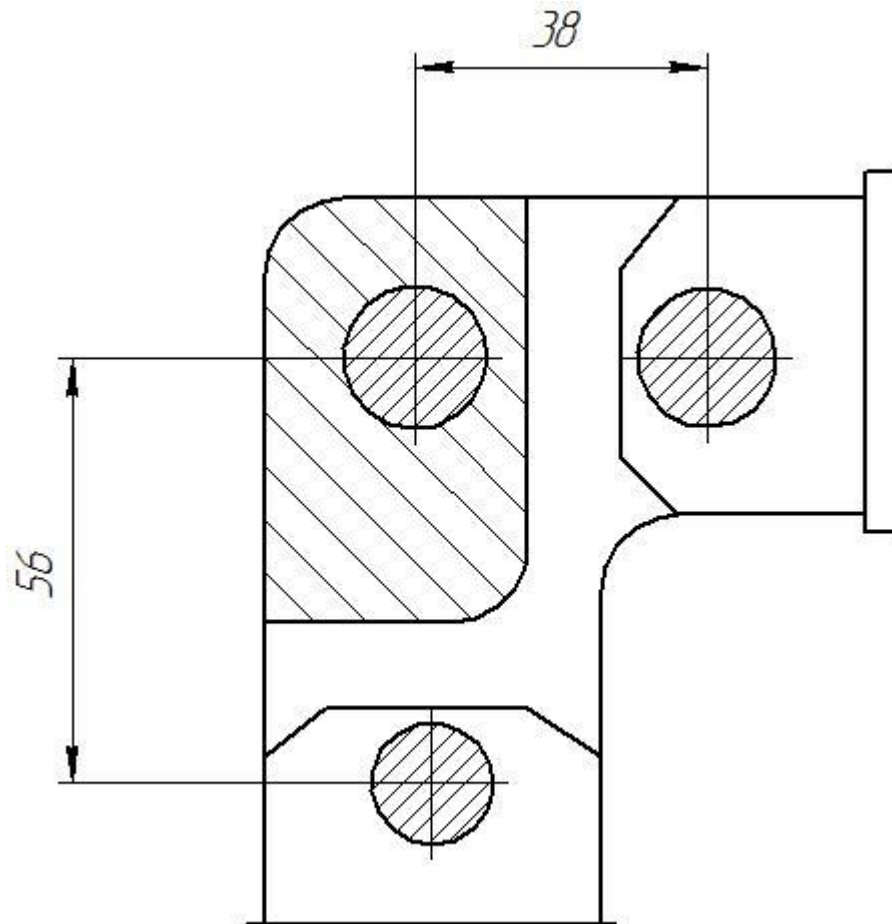


Рисунок 5 – Отношение плеч рычага

Для данной схемы i_C равно отношению 56 к 38. Усилие на штоке

$$Q = \frac{7460}{1,47} = 5075 \text{ Н.}$$

Привод можно использовать или гидравлический или пневматический.

Задаемся пневматическим приводом зажима. Диаметр поршня

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P \cdot \mu}} \quad (27)$$

где P – давление, Мпа;

η - коэффициент полезного действия.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{5075}{0,95 \cdot 0,4}} = 130,5 \text{ мм.}$$

Выбранное значение диаметра поршня округляем до ближайшего большего стандартного. Принимаем по стандарту 150 мм.

Для обеспечения точности установки заготовки патрон должен иметь погрешность установки не более 30% от технологического допуска. Допуск равен 0,084 мм. Тогда предельная погрешность 0,028 мм.

Погрешность установки в данном приспособлении определяется параметрами зажимного механизма. Он включает три несоосности и два отклонения размеров

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{\sum_{i=1}^n TA^2}, \quad (28)$$

где TA – допуск на составляющее звено размерной цепи, мм.

Тогда погрешность

$$\Delta_{\varepsilon} = \sqrt{0,016^2 + 0,016^2 + 0,008^2 + 0,006^2 + 0,006^2} = 0,018 \text{ мм.}$$

Спроектированное приспособление предназначено для установки и базирования заготовки втулки на токарной операции.

Трех кулачковый патрон состоит из корпуса 1. По центрирующему отверстию при помощи винтов 12 он закрепляется на шпинделе станка. В центральном отверстии патрона перемещается втулка 4. На винте 13 закрепляется гайка 6, которая стопорится радиальным винтом 19. Гайка 6 поджимает фланцевую втулку 5, которая запрессована во втулку 4. Для дополнительной фиксации используется штифт 18. Отверстие втулки 4 входит хвостовик крышки 9. Она винтами 14 закрепляется на корпусе приспособления. В прорези втулки 4 входят вставки 8, которые через оси 7

соединяются с рычагами 2. Рычаги поворачиваются на осях 3, установленных в тангенциальных отверстиях корпуса патрона. Конец рычага через ось 7 соединяется вставкой 8 с постоянным кулачком 10. К нему через шпонку 17, закрепленную винтом 16, винтами 15 закрепляются сменные кулачки, которые производят зажим заготовки.

Приспособление работает следующим образом. При подаче давления в силовой цилиндр тяга (не показана) через винт 13 перемещает втулку 4 влево. Рычаги поворачиваются по часовой стрелке. Кулачки сжимают заготовку. Разжим происходит в обратном направлении.

3.2 Проектирование инструмента

Сверло для обработки центрального отверстия должно обеспечивать высокую производительность и иметь высокую жесткость.

Глубина отверстия во втулке составляет 110 мм при диаметре отверстия 18 мм. Отношение получается более 6.

Это требует при обработке использование специализированных мер по отводу стружки из зоны резания. Для сокращения времени обработки предлагается использовать получение данного отверстия за один установ. Для этого необходимо использовать укороченное сверло более жесткой конструкции, которая позволяет повысить режимы обработки. Режущая часть сборного сверла имеет режущую часть в виде съемной коронки. Она закрепляется на корпусе сверла при помощи натяга (рисунок 6).

Корпус имеют винтовые стружечные канавки для отвода стружки из зоны обработки. Для облегчения этого процесса внутри корпуса сверла проходит центральный сквозной канал. Он перед рабочей зоной разделяется на два канала выходящие непосредственно к режущим кромкам.

Это позволяет при обработке разделять ширину снимаемой стружки, что облегчает ее образование и снижает силы резания при обработке данным

инструментом. Замена режущей вставки при ее предельном износе и исчерпании переточек происходит оперативно и с высокой точностью.

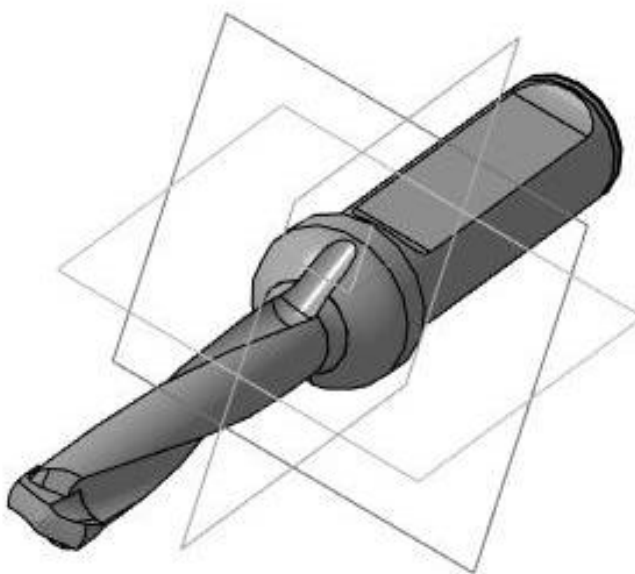


Рисунок 6 – Эскиз сверла

В результате использования данного инструмента, обеспечивается надежность передачи крутящего момента. Сверло дает возможность высокоточной и производительной обработки центрального отверстия. Это позволяет снизить штучное и машинное время обработки на токарной операции. Данные для расчета приведены в разделе 5. Спецификация в таблице В.1 приложения В.

Выводы по разделу

В разделе выполнено проектирование технологического оснащения, включая станочное приспособление и режущий инструмент. Станочное приспособление выбрано для лимитирующей токарной операции. Оно спроектировано с учетом условий обработки, технологических переходов и режимов резания (спецификация - таблица Б.1 приложения Б). Режущий инструмент спроектирован для повышения эффективности обработки отверстия на токарной операции.

4 Экологичность и безопасность проекта

В данном разделе перечислим меры для обеспечения безопасности труда и защите окружающей среды. Методика выполнения раздела соответствует методическим указаниям [2].

Описание группируется по следующим этапам. «Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта; идентификация профессиональных рисков; методы и средства снижения профессиональных рисков ; пожарная безопасность технического объекта; обеспечение экологической безопасности технического объекта» [2].

Обрабатывается направляющая втулка Технологический процесс включает в себя две операции механической обработки. На токарной технологической операции выполняют точение черновое двух кратное с глубиной резания 3 и 2,7 мм, сверление диаметра 18мм, зенкерование 19мм на длину 110 мм, растачивание фаски в отверстии, нарезание резьбы М40 на длину 28 мм, фрезерование плоскости 3 мм на длину 28 мм, сверление диаметр 3,6 мм, зенкование 4 мм на длину 2 мм, нарезание резьбы М4 на длину 10 мм, сверление диаметра 5,2 мм, зенкерование 5,6 мм на длину 2 мм, развертывание диаметра 6 мм на длину 10 мм, развертывание 19,5 на длину 110 мм и нарезание резьбы М44 на длину 30 мм. Выполняются все переходы на станке – токарном центре SP 430 CNC с патроном 7102-0082 ГОСТ 24351-80 и использованием различного инструмента. Он включает в себя резец PDINR3232P15 T15K6 ТУ 2-035-892-82, сверло 2301-0906 диаметр 18 мм Р6М5 ГОСТ 19546-74, зенкер 2320-0507 диаметр 19 мм ВК8 ГОСТ 21583-76, резец 035-2128-0544 T14K8 ОСТ 2И10-8-84, фрезу 2223-1131 диаметром 10 мм и количеством зубьев $z=3$ Р8МЗК6С ГОСТ 23247-78, сверло 2300-0837 диаметром 3,6 мм Р6М5 ГОСТ 19543-74, зенковку 2353-0143 Р6М5 ГОСТ 14953-80, метчик 2629-0013 ГОСТ 17927-72.

Вторая операция – внутришлифовальная выполняется на станке 3К229 с шлифовальным кругом и установкой втулки в патроне.

Для обработки на токарном центре и внутришлифовальном станке необходимо провести анализ по вредным и опасным производственным факторам

Обработка металла на станках сопровождается высоким уровнем шума, который может привести к нарушению слуха и вызвать усталость и стресс у работников.

Работа на станках сопровождается вибрацией, которая может вызвать усталость и повреждения костно-мышечной системы у работников.

Обработка металла (заготовка прокат сталь 45) на станках сопровождается выделением пыли и испарений СОЖ, которые могут привести к раздражению глаз и дыхательных путей, а также вызвать аллергические реакции.

Работа на оборудовании сопровождается высоким риском получения травм, связанных с падением предметов (заготовок, элементов оснастки), движением органов станка, острыми кромками. Это может привести к травмам и порезам.

В производстве необходимо использовать для охраны труда технические, технологические, организационные и управленческие меры.

Для защиты от опасных веществ, физических травм необходимо использовать средства индивидуальной защиты, такие как маски и перчатки.

Для снижения уровня шума необходимо использовать защитные наушники или другие средства индивидуальной защиты.

Для снижения вибрации необходимо использовать специальные виброгасящие приспособления и амортизирующие подставки под оборудование.

Для снижения уровня пыли необходимо использовать системы местной и общей вентиляции. Для очистки воздуха использовать фильтры.

Для предотвращения травматизма необходимо использовать специальные приспособления (экраны, аварийные выключатели, кожухи), перчатки и обучать работников правильной технике работы.

Станки работают от электрической сети (380 В), что может привести к поражению электрическим током при неправильном его использовании или обслуживании (электрическое замыкание, искры).

Для предотвращения пожаров необходимо проводить регулярные проверки и обучать работников правильной технике безопасности, а также иметь на месте средства пожаротушения.

Для снижения вредных выбросов в воздух, воду и сокращения твёрдых отходов в промышленном производстве необходимо использовать следующие способы.

Установка систем очистки воздуха и воды. Это могут быть системы фильтров и абсорберов, а также очистные установки, которые позволяют удалять вредные выбросы из воздуха и воды.

Переработка твёрдых отходов. Вместо выброса твёрдых отходов на свалку можно использовать различные методы переработки, такие как рециклинг для реализации безотходной технологии. Стружка идет после сортировки, измельчения в переплавку.

Выводы по разделу

Все технологические операции проанализированы на вредные и опасные производственные факторы, для которых предусматриваются меры по снижению влияния их вредного воздействия.

5 Экономическая эффективность работы

Данный раздел предполагает решение главной задачи бакалаврской работы, которая заключается в экономическом обосновании целесообразности внедрения предложенных в технологический процесс изменений.

Для решения поставленной задачи необходимо провести сравнительный анализ технических и экономических параметров, двух вариантов технологического процесса, описанных в предыдущих разделах.

Основное изменение технологического процесса предполагает замену инструмента. Он имеет большую износостойкость, поэтому может обеспечить снижение трудоемкости операции за счет увеличения режимов резания.

Результаты технических изменений после совершенствований операций, а именно замена инструмента:

- сокращение основного времени выполнения операций на 24,1%;
- сокращение вспомогательного времени – на 3%;
- увеличение стойкости применяемого инструмента в 2,5 раза.

Описанные результаты достаточно существенны для того чтобы сделать предварительное положительное заключение о необходимости внедрения данных изменений. Однако, чтобы полноценно в этом убедиться, необходимо провести некоторые экономические расчеты. Они связаны с определением величины инвестиций и их сроком окупаемости, а также с расчетом самого важного показателя, такого как экономический эффект.

На рисунке 7 представлены методики, которые позволяют грамотно рассчитать все вышеперечисленные экономические показатели.

Используя, описанную на рисунке 7, методику расчета капитальных вложений, в совокупности с программой Microsoft Excel, была определена величина инвестиций (K_{BB}), которая составила 32919,05 руб. Данное значение учитывает все необходимые финансовые вливания в совершенствование

проекта. На рисунке 8 представлены показатели, из которых сложилась итоговая величина инвестиций.



Рисунок 7 – Применяемые методики для определения необходимых экономических показателей [5]

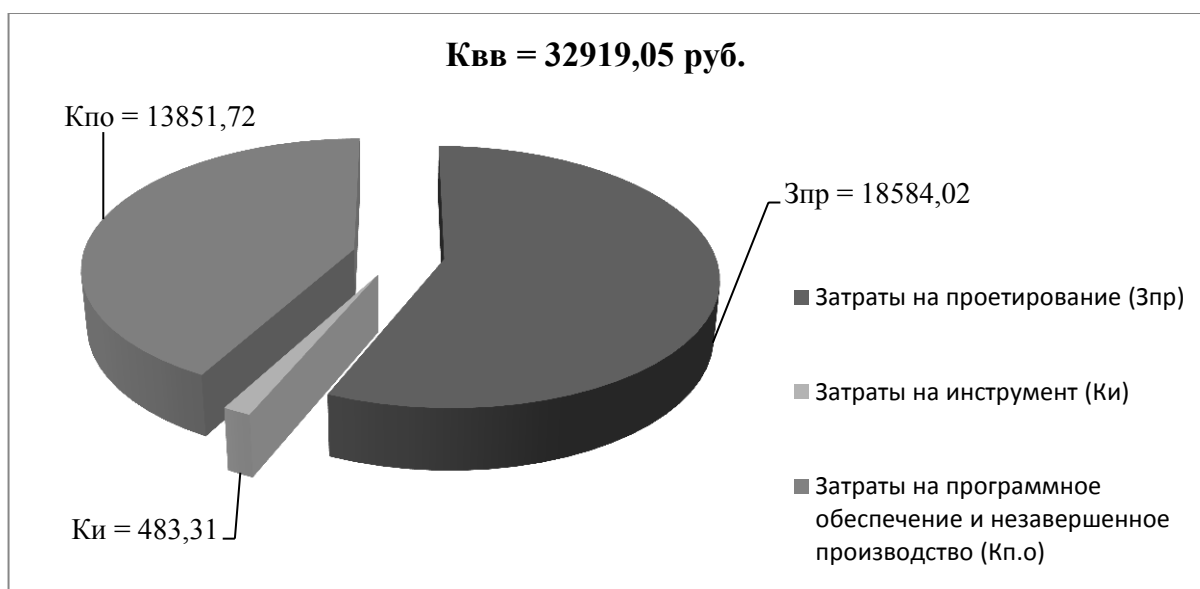


Рисунок 8 – Показатели и их значения, которые вошли в величину инвестиций для предлагаемых совершенствований

Анализируя рисунок 8, можно сказать, что затраты на проектирование являются самыми существенными, так как их доля составила 56,5 % в общем объеме инвестиций.

Для определения срока окупаемости заявленных инвестиций необходимо последовательно определить некоторое количество дополнительных показателей, которые представлены на рисунке 9.

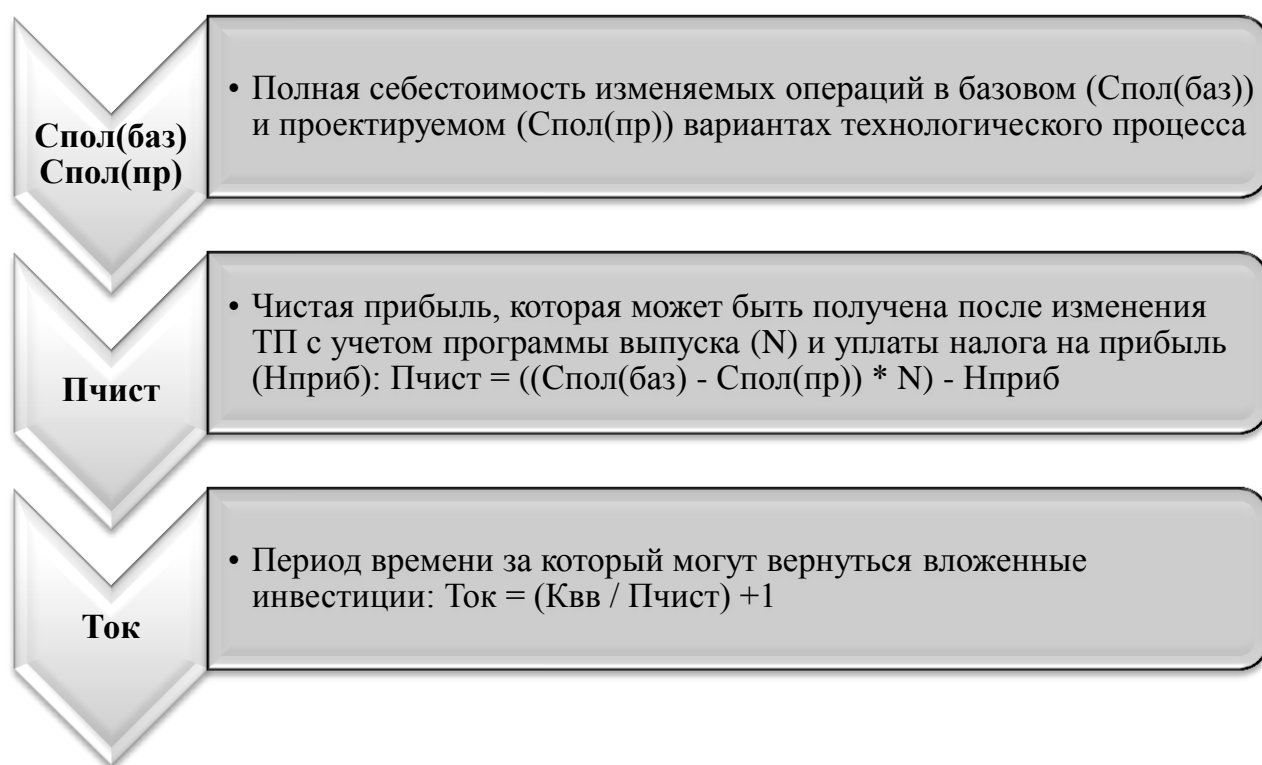


Рисунок 9 – Дополнительные экономические показатели для определения срока окупаемости и их взаимосвязь

Как видно из рисунка 9, для получения результата по сроку окупаемости, сначала необходимо определить значение такого экономического показателя как полная себестоимость изменяемых операций. Эту величину рассчитывают по двум вариантам, базовому и проектируемому. Это необходимо для того чтобы можно было определить изменения, т. е. посмотреть на сколько снизится или увеличится

себестоимость выполнения этих операций. Чтобы окупить вложенные инвестиции себестоимость проектируемого варианта должна снижаться. Также важно, на сколько она снизится, потому что чем больше будет разница у полной себестоимости, тем быстрее окупятся вложенные инвестиции.

Результаты расчета полной себестоимости по вариантам технологического процесса представлены на рисунке 10.

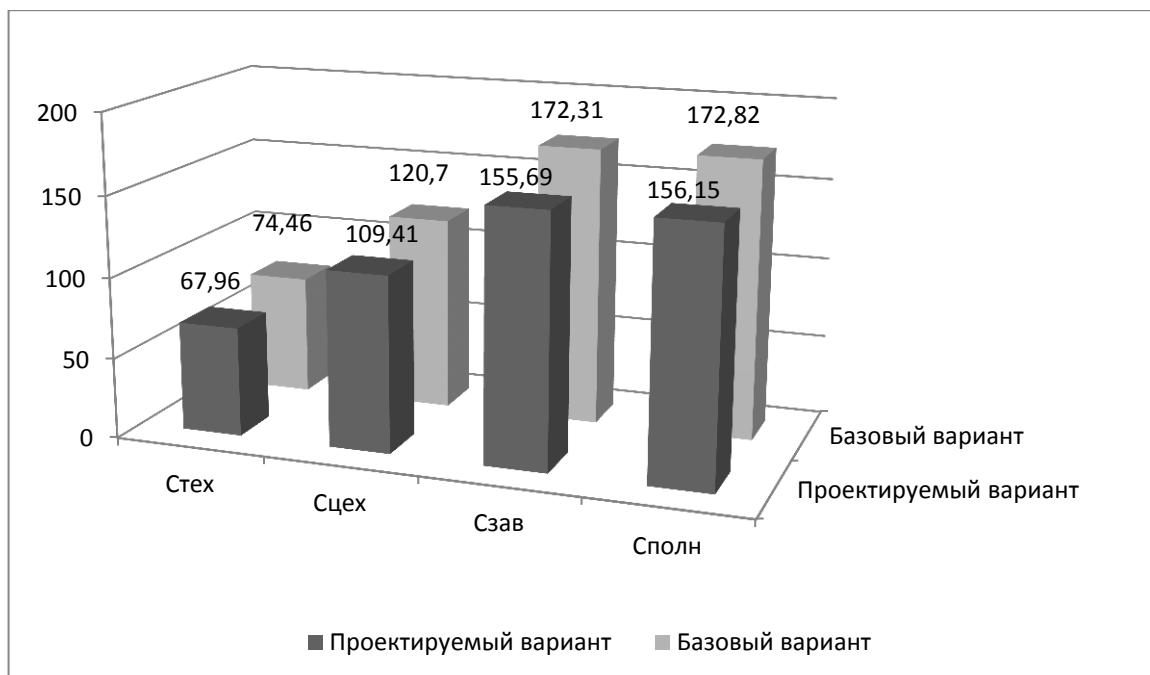


Рисунок 10 – Результаты расчета полной себестоимости по вариантам

Из рисунка 10 видно, что полная себестоимость в проектируемом варианте снижается, это изменение составляет около 9,7 %.

Далее, благодаря значениям полной себестоимости базового и проектируемого варианта операций, определяется возможная прибыль, которую сможет получить предприятие от внедрения совершенствований.

Затем уже приступают к определению самого срока окупаемости. Так как, технологические процессы по изготовлению продукции присуще промышленным предприятиям, то для них определен максимальный горизонт окупаемости инвестиций в 4 года. Другими словами срок

окупаемости не должен превышать этого значения.

Учитывая срок окупаемости инвестиций, определяется интегральный экономический эффект ($\mathcal{E}_{ИНТ}$) путем расчета через сложные проценты. Они позволят максимально учесть потерю стоимости денежных средств и показать максимально реалистичное значение экономического эффекта. Данный способ расчета экономического эффекта основывается на расчетном сроке окупаемости инвестиций, величине чистой прибыли и процентной ставке на капитал.

На рисунке 11 представлены рассчитанные значения следующих показателей: чистая прибыль, срок окупаемости и экономический эффект.

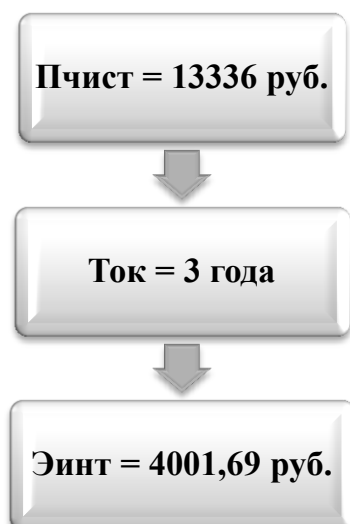


Рисунок 11 – Значения показателей чистой прибыли ($P_{ЧИСТ}$), срока окупаемости ($T_{ОК}$) и экономического эффекта ($\mathcal{E}_{ИНТ}$)

Как показано на рисунке 11, экономический эффект является положительной величиной, т. е. он получен, поэтому внедрение предлагаемых совершенствований можно считать целесообразными.

Выводы по разделу

В экономическом разделе просчитана эффективность от замены много переходной обработки отверстия на высокопроизводительную обработку новым инструментом.

Заключение

Рассмотрен технологический процесс изготовления направляющей втулки, которая является элементом наладочного приспособления. В первом разделе было сформулировано служебное назначение и условия работы детали, выполнен анализ детали на технологичность и соответствие технических требований условиям работы каждого конструктивного элемента. Учтены не технологичные элементы в виде не симметричной конфигурации, наличие плоскостей ориентированных определенным образом.

Для объема выпуска направляющей втулки в количестве 1500 деталей в год и массе детали 1,1 кг выбран среднесерийный тип производства и переменного-поточный тип производства. С учетом среднесерийного типа производства был выбран метод получения исходной заготовки - прокат. Технологический процесс соответствует типовому и состоит из нескольких этапов. После заготовительной стадии предусматривается комплексная обработка на станке с ЧПУ, включая черновую и чистовую обработку точением, обработку осевым инструментом, включая фрезерование плоскостей, а также обработку всех гладких и резьбовых радиальных отверстий. После термообработки предусматривается внутришлифовальная операции для окончательной обработки направляющей втулки.

Для закрепления заготовки используется приспособление, которое позволяет обрабатывать наружную и внутреннюю поверхности на одном установе в виде самоцентрирующего патрона. Для обработки отверстия разработан режущий инструмент.

Все технологические операции проанализированы на вредные и опасные производственные факторы, для которых предусматриваются меры по снижению влияния их вредного воздействия. В экономическом разделе просчитана эффективность от замены многопереходной обработки отверстия на высокопроизводительную обработку новым инструментом.

Список используемой литературы и используемых источников

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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: 17.04.2023)

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

17. 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.

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

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

20. Pahl G. Design for Minimum Cost. In: Engineering Design/ Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote KH. Springer: London. 2007. – p. 156

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86 Форма									
Дуол.	Взам.										
Типол.	Типол.										
		2									
		005									
		Втулка									
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v		
P01		-	20	2	1,2	1	0,53	288	127		
O02	6. Переустановить и закрепить заготовку										
O03	7. Точить заготовку										
T04	PDINR2525P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82										
P05		-	44	33	0,3	1	0,13	2144	296		
O06	8. Точить заготовку										
T07	PDINR3232P15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82										
P08		-	44	33	0,3	1	0,13	2144	296,4		
O09	9. Расточить фаску										
T10	035-2128-0544 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84										
P11		-	20	2	1,2	1	0,53	288	127		
O12	10. Точить канавку										
T13	035-2128-0561 Резец T14K8 ОСТ 2И10-8-84										
P14		-	41,5	2	2	1	0,13	2144	296		
O15	11. Нарезать резьбу										
T16	2664-0511 Резец P6M5 ГОСТ 18876-73										
P17		-	44	30	0,1	5	2	920	127		
O18	12. Переустановить и закрепить заготовку										
OK	Операционная карта										6

Приложение Б

Спецификация приспособления

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание
		<i>Документация</i>		
A1	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
		<i>Детали</i>		
1	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.001.	Корпус	1	
2	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.002.	Рычаг	3	
3	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.003.	Ось	3	
4	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.004.	Втулка центральная	1	
5	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.005.	Фланцевая втулка	1	
6	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.006.	Втулка стопорная	1	
7	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.007.	Ось	6	
8	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.008.	Вставка	6	
9	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.009.	Крышка	1	
10	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.010.	Кулачок постоянный	3	
11	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.011.	Кулачок сменный	3	
12	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.012.	Винт фиксатор	3	
13	23.ВКР.ОТМП.286.65.00.013	Винт тяга	1	
		<i>Стандартные изделия</i>		
14		Винт 2 М6 х 0,25-6д х 9.58.35Х.01 ГОСТ Р 10342-84	3	
23.ВКР.ОТМП.286.65.00.000.СП				
Изм	Лист	№ док.им.	Подп.	Дата
Разраб.	Лобченко В.В.			
Проб.	Расторгуев Д.А.			
Н.контр.	Расторгуев Д.А.			
Чтв.	Логинков Н.Ю.			
Патрон			Лит.	Лист
			1	2
			ТГУ, ИМ ТМбп-1801б	
Не для коммерческого использования			Копировал	Формат А4

