

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой

_____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Макаревич Сергей Сергеевич _____ гр. МСб-1203

1. Тема Технологический процесс изготовления вала первичного делительного приспособления

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 100 шт в год; режим работы участка – односменный

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Компьютерное моделирование

5) Описание графической части работы

6) Безопасность и экологичность технического объекта

7) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

В данной работе ставим цель разработки технологического процесса механической обработки наиболее важной детали «Вал первичный делительного приспособления», которая является основным узлом делительного приспособления, применяемого в качестве оснастки фрезерного станка в инструментальном производстве.

Основной задачей работы является качественное изготовление детали, соответствующее техническим требованиям изделия с наименьшими затратами. Выбор наиболее эффективного и экономически выгодного способа изготовления детали.

Технологический процесс механической обработки направлен на изменение форм и размеров, а также выбора материала и способа получения заготовки.

В технологический процесс включается ряд дополнительных действий орудий производства и рабочих, непосредственно связанных или сопутствующих качественным изменениям объекта производства.

Приведен расчет технико-экономических показателей, связанный с улучшением базового техпроцесса за счет внедрения универсального высокоточного оборудования.

В части «Безопасность и экологичность технического объекта» описываются мероприятия связанные с обеспечением безопасности труда оператора станка с ЧПУ.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение, технические требования и область применения делительного приспособления.....	5
1.2 Назначение и конструкция детали, технические требования на ее изготовление.....	5
1.3 Обоснование и характеристика типа производства.....	6
2 Технологическая часть работы.....	9
2.1 Анализ технологичности детали.....	9
2.2 Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	13
2.3 Технологический маршрут обработки, описание операций, выбор баз.....	20
2.4 Определение межоперационных размеров и припусков.....	21
2.5 Расчет режимов резания.....	25
2.6 Описание технологического процесса.....	32
3 Проектирование приспособления	35
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	35
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	38
4 Компьютерное моделирование.....	39
5 Описание графической части работы	44
6 Безопасность и экологичность технического объекта	47
7 Экономическая эффективность работы	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	57
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	66

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного развития машиностроительного производства для уменьшения себестоимости выпускаемой продукции и удержания её спроса на рынке необходимо выбрать наиболее выгодные варианты разработки технологического процесса по изготовлению оснастки и деталей к ним.

Машиностроительная промышленность поставляет продукцию всем отраслям народного хозяйства и является одним из основных его звеньев. Технический рост и дальнейший прогресс всех отраслей народного хозяйства в значительной степени зависит от развития машиностроения.

В связи с этим машиностроение должно находиться на высшем уровне по развитию, на базе новейших достижений науки и техники.

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок. Значение постановки всех этих вопросов при подготовке квалифицированных кадров специалистов производства, полностью инженерными методами проектирования производственных процессов, очевидно.

1 Описание исходных данных

1.1 Служебное назначение, технические требования и область применения делительного приспособления

Объектом производства, рассматриваемым в бакалаврской работе, является деталь вал, который в свою очередь является узлом приспособления делительного.

Приспособление делительное применяется на фрезерных, долбежных, сверлильных и других металлорежущих станках.

Приспособление используется для обработки пазов различной геометрической формы на торцевых и радиальных поверхностях по диаметру. Пазы расположены по диаметру на одинаковом расстоянии в зависимости от количества пазов на делительном диске. Данное приспособление удобно тем, что его можно быстро переналадить на обработку различных партий детали. Это достигается изменением размеров и конфигураций базовой пяты и прижимов зажимного устройства.

Применение делительного приспособления вместо зажимного устройства расширяет возможности для обработки детали различных форм и размеров небольшими партиями на различных станках. Преимущество данного приспособления небольшой вес, быстрая переналodka и применение на различных станках.

1.2 Назначение и конструкция детали, технические требования на ее изготовление

Вал предназначен для передачи вращательного движения и базирования закрепленной детали. К детали «Вал» предъявляются требования по точности взаимного расположения подшипниковых шеек относительно оси. Деталь представляет собой ступенчатый вал и является основным узлом приспособления, применяемого в качестве оснастки для станка. К детали предъявляются требования по геометрической точности и шероховатости

подшипниковых шеек (радиальное и торцевое биение), а также требования к твердости.

Объем выпуска - 100 штук в год, производство мелкосерийное. Деталь изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050-88 и каливается до 42...47 HRCэ. Масса готовой детали 4,4кг.

1.3 Обоснование и характеристика типа производства

Годовой действительный фонд времени работы оборудования определяется по формуле [1]:

$$F_{д} = F_{н} \cdot \left(1 - \frac{\alpha_{ПЗ}}{100}\right) \cdot i, \quad (1.1)$$

где $F_{н} = (P - B) \cdot m = (365 - 117) \cdot 8 = 1984$ (часов) – номинальный годовой фонд времени работы оборудования (принимается по заводским данным).

P – количество дней в году.

B - количество выходных и праздничных дней в году.

$m = 8$ часов – продолжительность смены работы оборудования.

$\alpha_{ПЗ} = 10\%$ – коэффициент допустимых потерь времени на переналадку оборудования (принимается по заводским данным).

$i = 1$ – число смен работы оборудования (принимается по заводским данным).

$$F_{д} = 1984 \cdot (1 - 0.1) \cdot 1 = 1785,6(ч)$$

Исходные данные:

Режим работы предприятия: 1 смены в сутки;

Годовая программа выпуска деталей $N = 100$ шт./год;

Действительный годовой фонд времени работы оборудования $F_{д} = 1785$ ч.

Ожидаемое значение коэффициента серийности:

$$K_{сер.} = \frac{F_d \cdot 60}{N \sum_1^m T_{шт.i}} = \frac{1785 \cdot 60}{10 \cdot 37,17} = 24, \quad (1.2)$$

где К - коэффициент серийности;

F - действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N - годовая программа выпуска деталей, шт./год;

T – норма штучного времени, час.

Таблица 1.1 - Нормы штучного времени базового технологического процесса:

№ операции	Наименование операции	Норма штучного времени на i-ой операции Тшт i
1	Заготовительная	1,2
2	Фрезерно-центровальная	2,2
3	Токарная с ЧПУ	3,2
4	Токарная с ЧПУ	1,02
5	Программная	8,83
6	Термическая	0,1
7	Очистная	0,2
8	Программная	0,59
9	Торцекруглошлифовальная	0,69
10	Слесарная	12,2
11	Контроль	6,94
		Σ37,17

Полученному значению коэффициента серийности ($K_{сер.} > 10$) соответствует мелкосерийный тип производства, для которого характерно изготовление деталей мелкими партиями, регулярно повторяющимися через

определенные промежутки времени. В таком производстве используют высокопроизводительное универсальное оборудование, переналаживаемые быстродействующие приспособления, универсальный и специальный режущий и измерительный инструмент, увеличивающие производительность [1].

2 Технологическая часть работы

2.1 Анализ технологичности детали

Одной из наиболее сложных и трудоемких функций технологической подготовки производства (ТПП) является обеспечение технологичности изделий машиностроения. Практически без дополнительных материальных затрат в производстве на данном этапе решаются задачи снижения трудоемкости, повышения качества и экономичности новых изделий [2-5].

Повышение эффективности металлообработки, решение вопросов совершенствования технологии и организации производства в современных условиях связывают с широким применением станков с ЧПУ, робототехнических систем, многооперационных станков – обрабатывающих центров (ОЦ) и гибких производственных систем (ГПС).

Стандартами системы ЕСТПП предусмотрено два вида оценки технологичности: качественная и количественная.

Качественная оценка предшествует количественной и используется для выбора конструктивных решений и не требует определения степени различия технологичности сравниваемых вариантов.

Количественная оценка выражается целым рядом показателей, регламентированных стандартами, методиками и другими нормативными документами.

Качественные показатели - оцениваются с помощью функциональных признаков, обеспечивающих требуемый уровень качества продукции и снижение материальных и трудовых затрат. Можно выделить следующие функции:

F1 – обеспечить свободное врезание и выход режущего инструмента..

F2 – обеспечить точность.

Обеспечить рациональные условия базирования

Обеспечение возможности эффективного использования в качестве баз:

- центрального отверстия в столе.
- центрального продольного паза.

Обеспечить рациональную простановку размеров

Исключение простановки размеров, проверка которых связана с выполнением подсчетов и косвенного метода контроля, что ведет к снижению трудоемкости контроля. Нанесение размеров в виде замкнутой цепи не допускается, за исключением тех случаев, когда один из размеров указан как справочный, что ведет к исключению неопределенности базирования. Рационального использования цепного, координатного и комбинированного способов простановки размеров. Это ведет к упрощению технологических размерных расчетов. Облегчение условий обеспечения размеров.

F3 – обеспечить достаточно высокий уровень жесткости детали и режущего инструмента. Уменьшение длины выступающих элементов на поверхности детали, что ведет к повышению точности и производительности

F4 – обеспечить унификацию конструктивных элементов. Унификация требований по точности и шероховатости. Это ведет к снижению трудоемкости и облегчению контроля.

F5 – снизить объем ручных операций и слесарной доработки. Замена переходных поверхностей - фасками. Это ведет к снижению трудоемкости. Механизация ручных операций.

Проставляем балльную оценку по каждому варианту, попутно присваивая коэффициент значимости K_z

F1сущ. – хорошо (4) $K_z=0,15$

F1предл. – хорошо (4) $K_z=0,15$

F2сущ. – удовлетворительно (3) $K_z=0,25$

F2предл. – удовлетворительно (4) $K_z=0,25$

F3сущ. – хорошо (4) $K_z=0,1$

F3предл. – хорошо (4) $K_z=0,1$

F4сущ. – удовлетворительно (3) $K_z=0,2$

F4предл. – хорошо (4) $K_z=0,2$

F5сущ. – удовлетворительно (3) $K_z=0,25$

F5предл. – хорошо (4) $K_z=0,25$

Фбсущ. – хорошо (4) $K_3=0,1$

Фбпредл. – хорошо (4) $K_3=0,1$

Выставляем комплексную бальную оценку A_k

$$A_k = \sum_{i=1}^n K_i \times A_i, \quad (2.1)$$

где A_i – усредненная бальная оценка реализации каждой функции;

K_i – коэффициент весомости (значимости) каждой функции.

$A_{ксущ.}=3,5$

$A_{кпредл.}=4,2$

Таким образом, предложенный вариант по качественным признакам более технологичен.

Количественная оценка технологичности (ведется по дополнительным показателям).

Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_{\partial}}{M_{им}}, \quad (2.2)$$

где $M_{дет}$ – масса детали

$M_{и.м.}$ – масса израсходованного материала

$K_{им.предл.}=4,4/5,6=0,785$

$K_{им.сущ.}=4,4/6,3=0,70$

Коэффициент унификации конструктивных элементов.

$K_{у.э.}=Q_{у.э.}/Q_{э.}$,

где $Q_{у.э.}$ – число унифицированных конструктивных элементов в детали.

$Q_{э.}$ – число конструктивных элементов в детали.

$K_{у.э.предл.}= 14/22=0,636$

$K_{у.э.сущ.}=18/22=0,82$

3. Коэффициент стандартизации конструктивных элементов

$$K_{с.э.} = Q_{с.э.} / Q_{э.} \quad (2.3)$$

где $Q_{с.э.}$ – число стандартных конструктивных элементов

$Q_{э.}$ – число конструктивных элементов детали.

$$K_{с.э. предл.} = 18/22 = 0,8$$

$$K_{с.э. сущ.} = 8/22 = 0,36$$

Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей

$$K_{с.о.п.} = D_{о.с.} / D_{о.п.} \quad (2.4)$$

где $D_{о.с.}$ – число поверхностей обрабатываемых стандартным режущим инструментом

$D_{о.п.}$ – общее число поверхностей детали

$$K_{соп. предл.} = K_{соп. сущ.} = 29/32 = 0,9 \quad (2.5)$$

5. Коэффициент обработки поверхностей

$$K_{о.п.} = 1 - D_{о.п.} / D_{п.} \quad (2.6)$$

где $D_{п.}$ – общее число поверхностей детали

$D_{о.п.}$ – число поверхностей детали подвергаемых механической обработке

$$K_{o.p.предл.}=K_{o.p.сущ.}=1 - 32/32=0$$

6. Коэффициент повторяемости поверхностей.

$$K_{п.п.}=1 - D_n/D_{п.}, \quad (2.7)$$

где D_n – число наименований поверхностей,

$D_{п.}$ – общее число поверхностей детали

$$K_{п.п.предл.}=K_{п.п.сущ.}=1 - 4/32=0,875$$

7. Коэффициент точности обработки

$$K_{т.о.}=1 - 1/A_{ср.}, \quad (2.8)$$

где $A_{ср.}$ – средний квалитет точности

$$A_{ср.предл.}=A_{ср.сущ.}=(14 \times 15 + 10 + 9 \times 2 + 7 \times 9 + 6 \times 5)/(15 + 1 + 2 + 9 + 5)=10,3$$

$$K_{т.о.}=1 - 1/10,3=0,9$$

Составляем сравнительную таблицу для двух вариантов детали Вал

Вывод: В ходе проведенного анализа на технологичность видно, что наиболее технологичным является предложенный вариант.

2.2 Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

Исходные данные:

Тип производства – мелкосерийное ($K_{ср.}=24$);

Объем выпуска $N=100$ шт./год;

Материал детали – сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Ориентировочная стадия

После анализа служебного назначения, условий работы детали, типа производства, объема выпуска, технических требований на изготовление, механических и технологических характеристик материала детали формируем исходную группу методов получения заготовки [21]:

Штамповка на КГШП.

Сортовой прокат.

Литье в песчанно-глинистые формы.

Уточняющая стадия

Из группы выбранных на предыдущей стадии методов на основе анализа параметров их «разрешающей способности» исключаются такие, которые не удовлетворяют следующим условиям [21]:

метод не позволяет обрабатывать материал детали (параметр «А»);

тип заготовительного производства не соответствует рассчитанному в проекте на основании исходных данных задания на проектирование, то есть отсутствует практическая возможность реализации годового объема выпуска (параметр «Б»);

заданная конфигурация детали, ее конструктивные элементы, максимальное приближение заготовки к детали и весовая характеристика не могут быть получены выбранным методом (параметр «В»).

Взятые из работы [11] данные для прохождения уточняющей стадии выбора сводим в таблицу 2.1.

Табличные данные свидетельствуют, что параметр «Б» реализуется всеми тремя методами, т. е. все они способны обеспечить выполнение заданной годовой программы выпуска.

Однако литье в песчанно-глинистые формы не позволяет получить заготовку из стали 45 ГОСТ 1050-88 (параметр «А»), а также данный метод не предназначен для получения заготовок деталей типа «вал» (параметр «В»). Поэтому этот метод исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Сопоставительная стадия

На этой стадии следует сузить круг оставшихся в группе методов путем их сопоставления по следующим параметрам: точность обработки JT, шероховатость поверхности Rz, глубина дефектного слоя, коэффициент использования материала Ки.м., производительность и стоимость С заготовки.

Таблица 2.1 – Методы получения заготовки

Методы получения заготовки	Параметры разрешающей способности метода		
	«А»	«Б»	«В»
Штамповка на КГШП	+	+	+
Сортовой прокат	+	+	+
Литье в песчанно-глинистые формы	-	+	-

Данные по названным параметрам каждого оставшегося в группе метода приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сопоставление методов получения заготовок

Методы получения заготовки	Сопоставительные параметры методов				
	JT, кв.	Rz, мкм	T, мкм	Припуск, мм	С, руб./т.
КГШП	16-18	1000		6	638
Сортовой прокат	12-14	160	250	5	269

Анализ табличных данных показывает, что сортовой прокат обеспечивает более точную заготовку, но это не означает, что при помощи методаковки нельзя добиться в конечном итоге той же точности. Поэтому выносим на экономический этап оба типа заготовок и выбираем ту, которая дешевле.

Экономический этап

Определим массу заготовки ($G_{заг}$) по двум вариантам: 1 – (КГШП), 2 – (Сортовой прокат).

1 – й вариант (КГШП). На поверхность (D1) $\varnothing 55js6 (\pm 0.0095) - (\varnothing^{59,9^{+2,1}_{-1,1}})$, на поверхность (D2) $\varnothing 120 - (\varnothing^{120^{+2,4}_{-2,1}})$.

Объём заготовки $V_{заг}$ (для удобства расчёт ведётся в сантиметрах):

$$V_{заг} = V_1 + V_2; \quad (2.9)$$

$$V_1 = S_1 \cdot h_1 = (\pi \cdot D_{1max}^2 / 4) \cdot L_{1.1max} = (3,14 \cdot 5,0595^2 / 4) \cdot 16,1 = 395,65 \text{ см}^3, \quad (2.10)$$

где $L_{1.1max}$ – суммарная длина элементов заготовки с одинаковым диаметром, $L_{1.1max} = 90^* + 71^* = 161 \text{ мм} = 16,1 \text{ см}$. – см. чертёж заготовки;

$$V_2 = (\pi \cdot D_{2max}^2 / 4) \cdot L_{1.2max} = (3,14 \cdot 12^2 / 4) \cdot 9,25 = 923,7 \quad (2.11)$$

$$V_{заг1} = 395,65 + 923,7 = 1319,35 \text{ см}^3;$$

Масса заготовки: $G_{заг} = \rho \cdot V_{заг1} = 4,4 \cdot 1319,35 = 5605,15 = 5,6 \text{ кг}$;

2 – й вариант (Сортовой прокат). По данным ГОСТ 7505-74 назначаем припуски (здесь они уменьшены на 20-35% относительно табличных) и допуски на размеры детали (на диаметральные размеры): На пов. (D1) $\varnothing 55js6 (\pm 0.0095) - (\varnothing^{60^{+1,4}_{-1,2}})$, на пов. (D2) $\varnothing 120h14 - (\varnothing^{130^{+1,6}_{-1,4}})$.

$$V_1 = (\pi \cdot D_{1max}^2 / 4) \cdot L_{2.1max} = (3,14 \cdot 5,5095^2 / 4) \cdot 15,85 = 870,2 \text{ см}^3;$$

$$V_2 = (\pi \cdot D_{2max}^2 / 4) \cdot L_{2.2max} = (3,14 \cdot 12^2 / 4) \cdot 9,05 = 562,5 \text{ см}^3;$$

$$V_{\text{заг2}} = 870,2 + 562,5 = 1432,7 \text{ см}^3;$$

Масса заготовки: $G_{\text{заг}} = \rho \cdot V_{\text{заг2}} = 4,4 \cdot 1432,7 = 6304 = 6,3 \text{ кг};$

Коэффициент использования материала КИМ (для обоих вариантов):

$$\text{КИМ1} = M_{\text{дет}}/G_{\text{заг}} = 4,4/5,6 = 0,786; \quad (2.12)$$

$$\text{КИМ2} = 4,4/6,3 = 0,70.$$

Стоимость заготовок по двум вариантам:

$$C_{\text{заг1}} = C_{1\text{КГ}} \cdot G_{\text{заг}} = 113,92 \cdot 5,6 = 638 \text{ руб./шт.}; \quad (2.13)$$

$$C_{\text{заг1}} = 42,69 \cdot 6,3 = 269 \text{ руб./шт.};$$

Стоимость механообработки (очень приближенно) по двум вариантам:

$$C_{\text{мо}} = C_{\text{мо(уд)}} \cdot [M_{\text{дет}} \cdot (1 - \text{КИМ}) / \text{КИМ}], \quad (2.14)$$

где $C_{\text{мо(уд)}}$ – средне-удельная стоимость снятия 1 кг стружки (для машиностроения в целом $C_{\text{мо(уд)}} = 0,495 \cdot 50 = 24,75 \text{ руб./кг.}$);

$$C_{\text{мо1}} = 24,75 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,786) / 0,786] = 29,65 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{\text{мо2}} = 24,75 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,70) / 0,70] = 46,7 \text{ руб./шт.}$$

Стоимость потерь металла в стружку при механической обработке заготовок:

$$C_{\text{отх}} = C_{\text{отх(уд)}} \cdot \{ \alpha \cdot [M_{\text{дет}} \cdot (1 - \text{КИМ2}) / \text{КИМ1} \cdot \text{КИМ2} \cdot \text{КИМ}] + \beta \cdot [M_{\text{дет}} \cdot (1 - \text{КИМ}) / \text{КИМ}] \}, \quad (2.15)$$

где $C_{отх(уд)}$ – стоимость 1 кг возвратных отходов (для мелкой стальной стружки $C_{отх(уд)} = 0,023 \cdot 50 = 1,15$ руб./кг.);

α – коэффициент, учитывающий отходы в заготовительном производстве (для поковок штампованных $\alpha = 0,87$);

β – коэффициент, учитывающий отходы в механообрабатывающем производстве (для стружки чёрных металлов $\beta = 0,85$);

K_1 – коэффициент выхода годных изделий из исходных заготовок в виде проката, $K_1 = 0,79$;

K_2 – коэффициент выхода годных изделий штампованных поковок, $K_2 = 0,85$;

$$C_{отх1} = 1,15 \cdot \{0,87 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,85 \cdot 0,786) / 0,79 \cdot 0,85 \cdot 0,786] + 0,85 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,786) / 0,786]\} = 3,3 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{отх2} = 1,15 \cdot \{0,87 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,85 \cdot 0,70) / 0,79 \cdot 0,85 \cdot 0,70] + 0,85 \cdot [4,4 \cdot (1 - 0,70) / 0,7]\} = 3,2 \text{ руб./шт.};$$

Полная стоимость детали:

$$C_{дет1} = (C_{заг1} + C_{мо1} - C_{отх1}) = 638 + 29,65 - 3,3 = 664,35 \text{ руб./шт.};$$

$$C_{дет2} = 269 + 46,7 - 3,2 = 312,5 \text{ руб./шт.};$$

Приведённые затраты на единицу продукции по двум вариантам:

$$Z_{пр1} = C_{дет1} + 0,15 \cdot K \cdot G_{заг1}, \quad (2.16)$$

где K – удельные капитальные вложения в производстве поковок

$$K = 1,88 \cdot 50 = 94 \text{ руб./кг.};$$

$$Зпр1 = 664,35 + 0,15 \cdot 94 \cdot 5,6 = 743,31 \text{ руб./шт.};$$

$$Зпр2 = 312,5 + 0,15 \cdot 38 \cdot 6,3 = 348,41 \text{ руб./шт.};$$

Таблица 2.3 - Анализ экономических данных

Условия выбора		Методы получения	
Проблема	Фактор	КГШП (1)	Сортовой прокат (2)
1. Снижение трудоемкости: - в заготовительном производстве - в механообрабатывающем производстве	Сзаг, р./шт.	638	269
	Смо, р./шт.	29,65	46,7
2. Снижение себестоимости	Сдет, р./шт.	664,35	312,5
	Зпр, р./шт.	743,31	348,41
3. Экономия материала	КИМ	0,786	0,70
	Сотх, р./шт.	3,3	3,2

Анализ экономических данных таблицы 2.3 свидетельствует, что в качестве директивного варианта необходимо использовать заготовку из проката. Чертеж заготовки, со всеми техническими требованиями показан на рисунке 2.1.

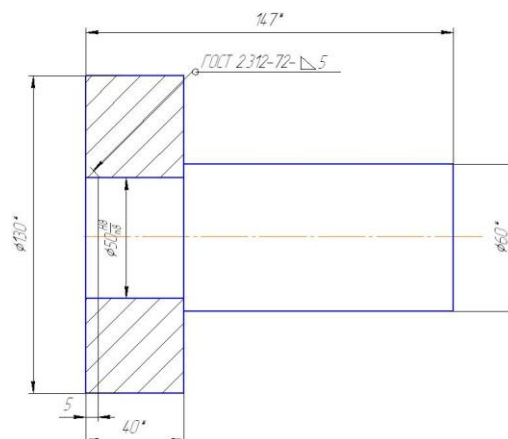


Рисунок 2.1 – Чертеж заготовки

2.3 Технологический маршрут обработки, описание операций, выбор баз

Маршрутный технологический процесс обработки вала делительного приспособления (годовая программа – 100 штук)

Материал – сталь 45 ГОСТ 1050-88

Заготовка – прокат

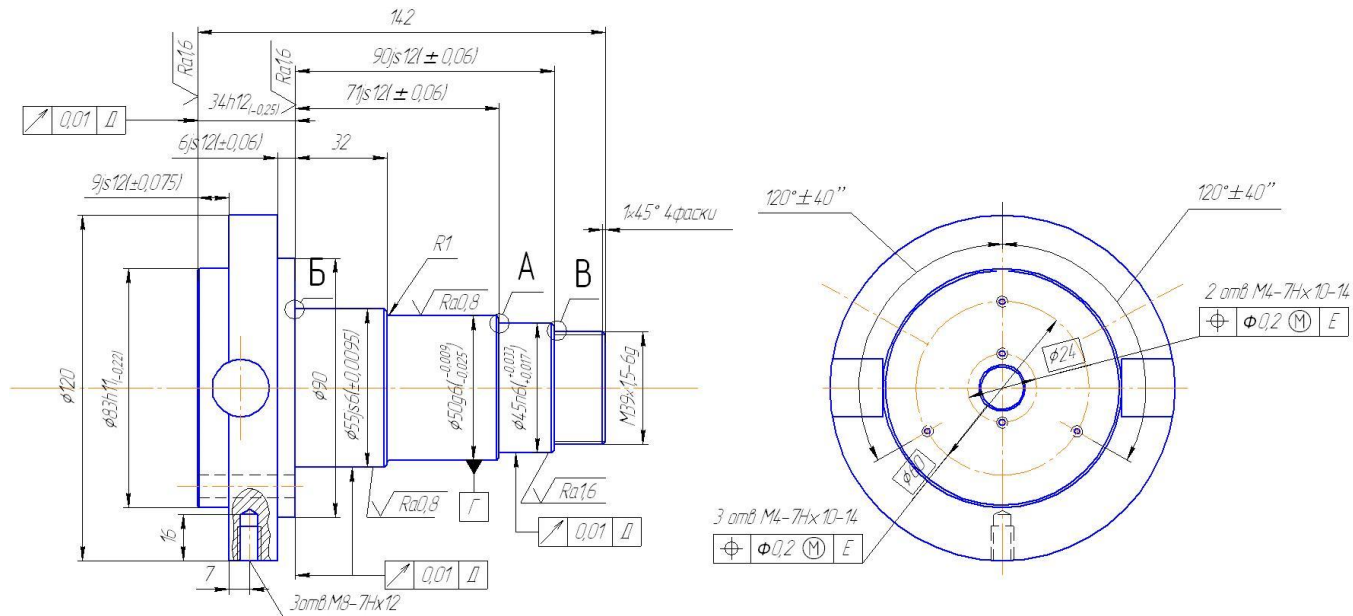


Рисунок 2.2 - Эскиз детали вал

Таблица 2.4 - Маршрутно-технологический процесс

№ операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
020	Фрезерование торцов с 2-х сторон Центрование торцов с 2-х сторон	Фрезерно-центровальный станок МР76М
025	Черновое обтачивание поверхностей, фасок, нарезание резьбы.	Токарный станок с ЧПУ JET GHB-1310S

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
030	Черновое обтачивание поверхностей, подрезание торца	Токарный станок с ЧПУ JET GNB-1310S
035	Сверление отверстий, растачивание отверстий нарезание резьбы в отверстиях	Обрабатывающий центр ИС800ПМФ4
040	Термическая обработка 42...47 HRCэ	
045	Правка центровых отверстий	
050	Растачивание отверстий	Обрабатывающий центр ИС800ПМФ4
055	Чистовое шлифование поверхностей	Торцекруглошлифовальный станок 3Т153
060	Снятие заусенцев, калибрование резьбы	Наждачная бабка, верстак
065	Проверка выполнения всех размеров детали	Контрольный стол

2.4 Определение межоперационных размеров и припусков

Заготовка – прокат.

Масса заготовки 6,3 кг.

Тип производства – мелкосерийное.

Расчет производится по методике, изложенной в методическом указании по расчету припусков и операционных размеров при разработке технологических процессов механической обработки [19].

Расчет припусков ведется на каждую элементарную поверхность в форме таблицы, в которую последовательно записываются технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

Технологический маршрут обработки цилиндрической поверхности 55js6 состоит: токарная черновая, токарная чистовая, термообработка, шлифование.

Размер 55js6. Для поковки шероховатость $Rz=80-320$ мкм, глубина дефектного слоя $Ta = 200$ мкм [19], пространственные погрешности $\rho=0,85$ мм [19], припуск на сторону $z=3$ мм, отклонение размеров поковки первой группы сложности и первой группы стали для $\varnothing 55$ мм составляет от +1,7 до -0,9 [19].

Черновое и чистовое точение поверхностей производится на токарном станке с установкой в поводковый патрон с плавающим центром. Шероховатость поверхности после чернового точения будет соответствовать 60 мкм Rz , а глубина дефектного слоя $Ta=80$ мкм [19].

Размеры при черновом точении выполняются по 13 качеству, поэтому допуск $T_{черн}=630$ мкм [19].

После чистового точения элементы припуска согласно указанным, что и при черновом точении, таблицам приложения будут соответствовать следующим величинам: шероховатость поверхности $Rz=16$ мкм, глубина дефектного слоя. $Ta=40$ мкм, допуск на размер $T_{чист}=250$ мкм. Размеры при чистовом точении выполняются по 12 качеству, поэтому допуск $T_{чист}=630$ мкм.

Пространственные отклонения при обработке на токарном станке состоят из погрешностей геометрической формы $r_{фц}$ и радиального биения поверхности $r_{рц}$ и соответствуют следующим величинам: при черновом точении $r_{фц}=48$ мкм, $r_{рц}= 105$ мкм; при чистовом точении $r_{фц}=16$ мкм, $r_{рц}= 65$ мкм [19].

Погрешность установки заключается в смещении заготовки в направлении получаемого размера и при обработке в самоцентрирующем патроне будет соответствовать при черновой $\epsilon_{уст}=400$ мкм, а чистовой обработке $\epsilon_{уст}=200$ мкм [19].

Принимаем: после термообработки шероховатость и точность диаметральных размеров не меняется, а происходит дополнительное коробление детали, которое не должно превышать глубины измененных слоев или глубины покрытия.

Для данного случая кривизна коробления будет составлять $\rho_{кор}=1000$ мкм.

Для остальных размеров результаты приведены в таблице 2.5.

Симметричный минимальный припуск при обработке наружных поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2Z_i^{\min} = 2\left(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}\right), \quad (2.17)$$

где $R_{z_{i-1}}$ - высота микронеровностей поверхности на предшествующем переходе;

T_{i-1} - глубина дефектного слоя, полученная на предшествующем переходе;

ρ_{i-1} - суммарное значение пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей, оставшихся после выполнения предшествующего перехода;

ε_i - погрешность установки.

Асимметричные минимальные припуски при последовательной обработке противоположных поверхностей определяется по формуле:

$$Z_i^{\min} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (2.18)$$

Таблица 2.5 – Результаты расчета припусков и межоперационных размеров

Наименование перехода	Элементы припуска, мкм				Наименьший расчетный припуск, мкм	Расчетный размер, мм	Величина допуска, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мкм	
	Rz	Ta	ρ	εy				max	min	max	min
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Наружная поверхность > 45h9											
Заготовка	160	200	850	-	-	48,146	1500	50,000	48,000	-	-
Точить начерно	60	80	115	300	2⊗1261	47,514	570	47,814	47,244	632	262
Точить начисто	-	-	-	200	2⊗371	44,872	520	45000	44,938	742	522
Наружная поверхность > 55js6											
Заготовка	160	200	850	-	-	59,900	1500	60,000	58,500	-	-
Точить начерно	12,5	100	80	30	2⊗1210	57,090	390	57,480	56,090	310	42

Точить начисто	3,2	50	45	30	2⊗198	56,444	250	56,450	00	56,2	64	5	14	2
Термическая	-	-	100	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-	-
Шлифовать начисто	-	-	-	50	2⊗61	55,008	180	55,0094	98	54,9	38	2	22	1

2.5 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания ведется по методикам [16,17]

Операция: 025 Токарная с ЧПУ (Токарный станок с ЧПУ JET GHB-1310S)

Установ 1: продольное точение.

Глубина резания:

$$t = \frac{d_n - d_k}{2} = \frac{60 - 56}{2} = 2 \text{ мм}, \quad (2.20)$$

где d_n – начальный диаметр обработки, мм;

$s=0.5$ мм/об – подача при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава [17].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} 2^{0.15} 0.5^{0.35}} 0.72^2 = 91,9 \text{ м/мин}, \quad (2.21)$$

где $T=60$ мин – среднее значение стойкости резания при одноинструментальной обработке;

$C_v=350$, $x=0.15$, $y=0.35$, $m=0.2$ – значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами [17];

$$K_v = K_{Mv} K_{Pv} K_{Iv} = 0.8 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.72,$$

где K_{Mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [17];

K_{Pv} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности [17];

K_{Iv} – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента [17];

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d_n} = \frac{1000 \cdot 91.9}{3.14 \cdot 60} = 487.8 \text{ об/мин} = 500 \text{ об/мин}. \quad (2.22)$$

Пересчет скорости резания:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d_n}{1000} = \frac{500 \cdot 3.14 \cdot 60}{1000} = 94.2 \text{ м/мин.} \quad (2.23)$$

Основное время автоматической работы станка:

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{s_{mi}} = \frac{110}{0.5 \cdot 500} + \frac{78}{0.5 \cdot 500} + \frac{39}{0.5 \cdot 500} + \frac{19}{0.5 \cdot 500} = 0.98 \text{ мин,} \quad (2.24)$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

$s_{mi} = s \cdot n = 0.5 \cdot 500$ – минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i=1, 2, \dots, n$ – число технологических участков обработки.

Время на выполнение автоматических вспомогательных ходов (подвод инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи):

$$T_{в.х.а.} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{в.ж}}{s_{бj}} = \frac{17.55}{5000} + \frac{11.5}{5000} + \frac{159.5}{7500} = 0.03 + 0.01 = 0.04 \text{ мин,} \quad (2.25)$$

где $L_{в}$ – длины вспомогательных ходов, мм;

$s_{бj}$ – скорость быстрых перемещений (для станка JET GHB-1310S они равны для продольных перемещений 5000 мм/мин, для поперечных – 7500 мм/мин);

$j=1, 2, \dots, m$ – число вспомогательных переходов.

$T_{ост} = 0.01$ мин – время технологических пауз – остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Вспомогательное время работы станка по программе:

$$T_{в.а.} = T_{в.х.а.} + T_{ост} = 0.01 + 0.04 = 0.05 \text{ мин.}$$

Время автоматической работы станка по программе:

$$T_a = T_{о.а.} + T_{в.а.} = 0.66 + 0.05 = 0.71 \text{ мин.}$$

Установ 2: продольное точение.

Глубина резания:

$$t = \frac{d_n - d_k}{2} = \frac{55,5 - 50,5}{2} = 2,5 \text{ мм,} \quad (2.26)$$

где d_n – начальный диаметр обработки, мм;

$s=0.5$ мм/об – подача при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава [16].

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0.2} 2.5^{0.15} 0.5^{0.35}} 0.8^2 = 87.1 \text{ м/мин,}$$

где $T=60$ мин – среднее значение стойкости резания при одноинструментальной обработке;

$C_v=350$, $x=0.15$, $y=0.35$, $m=0.2$ – значения коэффициентов и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами [16];

$$K_v = K_{Mv} K_{Пv} K_{Иv} = 0.8 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.8,$$

где K_{Mv} – коэффициент влияния материала заготовки [16];

$K_{Пv}$ – коэффициент влияния состояния поверхности [16];

$K_{Иv}$ – коэффициент влияния материала инструмента [16];

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d_n} = \frac{1000 \cdot 87,1}{3,14 \cdot 55,5} = 533 \text{об/мин} = 500 \text{об/мин.}$$

Пересчет скорости резания:

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot d_n}{1000} = \frac{500 \cdot 3,14 \cdot 55,5}{1000} = 79,28 \text{ м/мин.}$$

Основное время автоматической работы станка:

$$T_{o.a.} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{s_{mi}} = \frac{18}{0,5 \cdot 500} + \frac{19}{0,5 \cdot 500} + \frac{39}{0,5 \cdot 500} = 0,318 \text{ мин,}$$

где L_i – длина пути, проходимого инструментом в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

$s_{mi} = s \cdot n = 0,5 \cdot 500$ – минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i=1, 2, \dots, n$ – число технологических участков обработки.

Время на выполнение автоматических вспомогательных ходов (подвод инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установка инструмента на размер, изменение численного значения и направления подачи):

$$T_{в.х.а.} = \sum_{j=1}^m \frac{L_{в.ж}}{s_{бj}} = \frac{23,05}{5000} + \frac{5,25}{5000} + \frac{277,2}{7500} = 0,04 + 0,01 = 0,06 \text{ мин,}$$

где $L_{в}$ – длины вспомогательных ходов, мм;

$s_{бj}$ – скорость быстрых перемещений (для станка JET GHB-1310S они равны для продольных перемещений 5000 мм/мин, для поперечных – 7500 мм/мин);

$j=1, 2, \dots, m$ – число вспомогательных переходов.

$T_{ост}=0.01$ мин – время технологических пауз – остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

Вспомогательное время работы станка по программе:

$$T_{в.а.} = T_{в.х.а.} + T_{ост} = 0.06 + 0.01 = 0.07 \text{ мин.}$$

Время автоматической работы станка по программе:

$$T_a = T_{о.а.} + T_{в.а.} = 0.318 + 0.07 = 0.388 \text{ мин.}$$

Операция 035. Сверление отверстия $\varnothing 14,5H10+0,07$.

Глубина резания $t = 0,5D = 0,5 \cdot 14,5 = 7,25 \text{ мм.}$

Подача $S = 0,15 \text{ мм/об [16].}$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \text{ м/мин,}$$

где $T = 15$ мин – период стойкости сверла [16]

C_V – постоянный коэффициент [16], $C_V = 6$;

q, m, y - показатели степени [16],

$q = 0,25$; $m = 0,2$; $y = 0,7$;

K_V - общий поправочный коэффициент скорости резания,

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

где K_{MV} , K_{IV} , K_{IV} – коэффициенты, учитывающие влияние материала заготовки, материала инструмента, глубины сверления

$$K_{MV} = K_G \cdot (750/\sigma_B)^{n_V},$$

где pv - показатель степени [16], $pv= 1,75$,

$KГ$ –коэффициент группы стали по обрабатываемости, $KГ=1$,

$$KMV= 1 \cdot (750/750)^{1,75}=1;$$

$$KПV = 0,9; KИV = 1. KV = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{6 \cdot 14,5^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,15^{0,7}} \cdot 0,9 = 34,55 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 34,55}{3,14 \cdot 14,5} = 758 \text{ об/мин.}$$

Округляем до ближайшего значения, соответствующего имеющимся оборотам станка $n_{ст} = 800$ об/мин.

Корректируем скорость резания:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14,5 \cdot 800}{1000} = 36,42 \text{ м/мин.}$$

Таблица 2.6 – Режимы резания

t , мм	s , мм/об	n , об/мин	v , мм/мин
7,25	0,15	800	36,42

Операция 055 Шлифование поверхности Ø50g6.

Глубина шлифования t , мм – $t = 0,2$ мм

Продольная подача определяется по формуле

$$S_{пр} = B \cdot \beta, \text{ мм/об,}$$

где B – ширина шлифовального круга (в нашем случае 25 мм),

β – расчетный коэффициент для круглого внешнего шлифования, равный 0,38 при глубине шлифования 0,02 мм и закаленной заготовке.

$$S_{пр} = 25 \cdot 0,38 = 7 \text{ мм/об}$$

Определим частоту вращения детали. Для этого найдем расчетную скорость вращения круга:

$$V = \frac{C_V \cdot D_d^K}{T^m \cdot t^X \cdot \beta},$$

где D_d – диаметр шлифуемой поверхности, мм;

T – стойкость шлифовального круга (40 мин);

$C_V = 0,240$, $T = 40$ мин, $D = 50$ мм, $t = 0,023$ мм, $K = 0,3$, $m = 0,5$, $X = 1,0$.

$$V = \frac{0,240 \cdot 50^{0,3}}{40^{0,5} \cdot 0,2^1 \cdot 0,38} = 16,15 \text{ м/мин.}$$

Расчетная частота вращения детали:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 16,15}{3,14 \cdot 50} = 102 \text{ об/мин,}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем $n_d = 100$ об/мин

Определяем скорость вращения шлифовального круга:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{кр} \cdot n_{кр}}{1000},$$

где $D_{кр}$ – диаметр шлифовального круга, мм; $D_{кр} = 250$ мм
 $n_{кр} = 2350$ об/мин, согласно паспорту станка мод.3Т150.

$$V = \frac{\pi \cdot 250 \cdot 2350}{1000} = 1845 \text{ м/мин} = 31 \text{ м/сек.}$$

Поперечная подача на двойной ход:

$$S_{поп} = t_{общ}/10 = 0,2/10 = 0,02 \text{ мм/дв.ход.}$$

Таблица 2.7 – Режимы резания

t, мм	s, мм/дв.ход	n, об/мин	v, м/сек
0,25	0,02	2350	31

Режимы резания и нормы времени на другие операции рассчитываем аналогичным методом. Данные, полученные в ходе расчетов режимов резания и норм времени заносятся в маршрутные и операционные карты технологического процесса.

2.6 Описание технологического процесса

020 Фрезерно-центровальная (оборудование МР-76М)

Установить заготовку.

Фрезеровать торцы заготовки в размер 143h14-1 ($S_{об} = 0,1$ мм/об, $n=179$ об/мин, $D=60$ мм, $T_{осн}= 0,59$ мин.

Сверлить два центровых отверстия $\varnothing 4$ на глубину 8,9мм. ($S_{об} = 0,03$ мм/об, $n=1125$ об/мин, $D=6,3$ мм, $t=8,9$ мм, $T_{осн}= 0,37$ мин.)

Снять заготовку.

025 Токарная с ЧПУ (оборудование Токарный станок с ЧПУ JET GHV-1310S)

Установить заготовку.

Точить поверхность $\varnothing 55,5h11-0.19$ на длину 60 мм. ($S_{об} = 0,5$ мм/об, $n=500$ об/мин, $L=60$ мм, $T_{осн}= 0,454$ мин.)

Подрезать торец в размер $35,2h12-0.25$ ($S_{об} = 0,2$ мм/об, $n=300$ об/мин, $L=65$ мм, $T_{осн}= 0,9$ мин.)

Подрезать торец в размер $\varnothing 90h14-0.87$ ($S_{об} = 0,2$ мм/об, $n=300$ об/мин, $L=90$ мм, $T_{осн}= 0.117$ мин.)

Точить поверхность $\varnothing 50,5h11-0,19$ на длину 78мм, точить фаску ($S_{об} = 0,5$ мм/об, $n=300$ об/мин, $L=78$ мм, $T_{осн}= 0,318$ мин.)

Точить поверхность $\varnothing 45,5h11-0,16$ на длину 35,7мм, точить фаску ($S_{об} = 0,3$ мм/об, $n=400$ об/мин, $L=35,7$ мм, $T_{осн}= 0,318$ мин.)

Точить поверхность $\varnothing 39h14$ на длину 17 мм, точить фаску ($S_{об} = 0,5$ мм/об, $n=550$ об/мин, $L=17$ мм, $T_{осн}= 0,152$ мин.)

Точить канавку ($S_{об} = 0,2$ мм/об, $n=800$ об/мин, $L=5$ мм, $T_{осн}= 0,028$ мин.)

Точить канавку ($S_{об} = 0,2$ мм/об, $n=900$ об/мин, $L=3$ мм, $T_{осн}= 0,023$ мин.)

Точить канавку ($S_{об} = 0,2$ мм/об, $n=1000$ об/мин, $L=1,6$ мм, $T_{осн}= 0,03$ мин.)

Нарезать резьбу $M39 \times 1,5-6g$ на длину 18 мм. ($S_{об} = 1,5$ мм/об, $n=500$ об/мин, $L=18$ мм, $T_{осн}= 0,089$ мин.)

Снять деталь.

030 Токарная с ЧПУ (оборудование Токарный станок с ЧПУ JET GHV-1310S)

Установить заготовку.

Подрезать торец в размер $\varnothing 120h14-0,87$ ($S_{об} = 0,5$ мм/об, $n=300$ об/мин, $L=110$ мм, $T_{осн}= 0,454$ мин.)

Точить поверхность 34,2h12 ($S_{об} = 0,3\text{мм/об}$, $n=300\text{об/мин}$, $L=17\text{мм}$, $T_{осн}= 0,23\text{мин.}$)

Подрезать торец в размер 9js12(± 0.075) ($S_{об} = 0,5\text{мм/об}$, $n=300\text{об/мин}$, $L=9\text{ мм}$, $T_{осн}= 0.01\text{ мин.}$)

Снять заготовку.

040 Термическая (закалка 42...47 HRC)

045 Очистная (Правка центровых отверстий)

050 Программная (оборудование 1ИС800ПМФ4)

1. Расточить отверстие $\text{Ø}15\text{H}7+0,018$ на глубину 15js12(± 0.09)мм. ($S_{об} = 0,25\text{мм/об}$, $n=1600\text{об/мин}$, $L=5\text{мм}$, $T_{осн}= 0,02\text{ мин.}$)

2. Расточить отверстие $\text{Ø}20\text{H}7+0,021$ на глубину 15js12(± 0.09)мм. ($S_{об} = 0,25\text{мм/об}$, $n=1600\text{об/мин}$, $L=15\text{мм}$, $T_{осн}= 0,3\text{ мин.}$)

Снять деталь.

055 Торцекруглошлифовальная (оборудование 3Т153)

1. Установить заготовку.

2. Шлифовать поверхность $\text{Ø}45\text{n}6$, на длину 19мм. ($S_{об}=0,2\text{мм/об}$, $n=200\text{об/мин}$, $L=19\text{мм}$, $T_{осн}= 0,03\text{ мин.}$)

3. Шлифовать поверхность $\text{Ø}50\text{g}6$, на длину 58мм. ($S_{об}=0,02\text{мм/об}$, $n=100\text{об/мин}$, $L=39\text{мм}$, $T_{осн}= 0,03\text{ мин.}$)

4. Шлифовать поверхность $\text{Ø}55\text{js}6$, на длину 32мм. ($S_{об}=0,3\text{мм/об}$, $n=300\text{об/мин}$, $L=32\text{мм}$, $T_{осн}= 0,04\text{ мин.}$)

5. Снять заготовку.

060 Слесарная (Верстак слесарный)

065 Контрольная (Контрольный стол)

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование станочного приспособления

Служебное назначение, конструкция и принцип работы приспособления «Патрон поводковый» [24-31].

Приспособление предназначено для базирования и закрепления детали установленной в центрах на токарном станке модели JET GHB-1310S

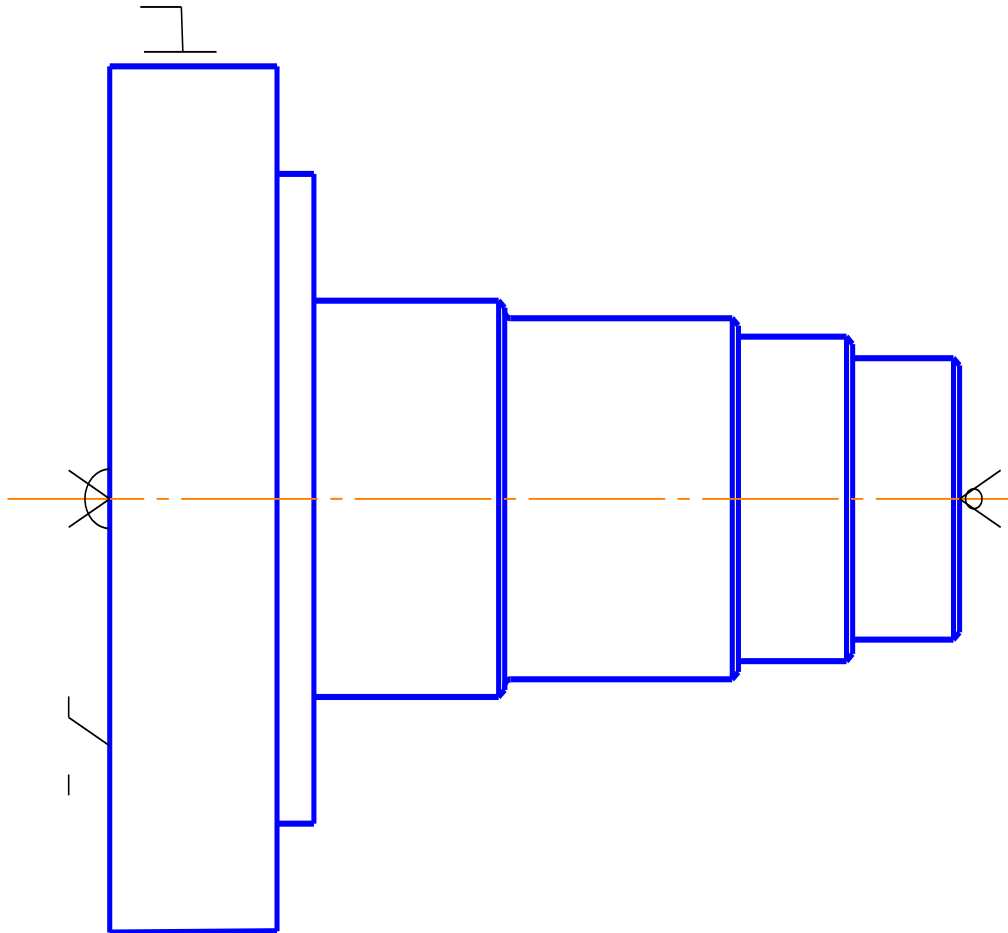


Рисунок 3.1 - Эскиз базирования детали на токарной операции

Анализируя геометрические параметры, точность которых оговорена операционным эскизом, можно отметить, что с учетом совмещения баз в качестве технологической базы рационально выбрать торцевую поверхность, относительно которой заданы размеры по чертежу и допуски на полное радиальное и торцевое биение [24].

Закрепление производится по короткой цилиндрической поверхности с поджатием задним центром для обеспечения жесткости.

Так как производство мелкосерийное, разработку конструкции проводим с учетом требований, предъявляемых к универсальным безналадочным приспособлениям [25].

Приспособление устанавливается в шпиндель токарного станка без предварительной расточки и изменения устройства фланца шпинделя [30].

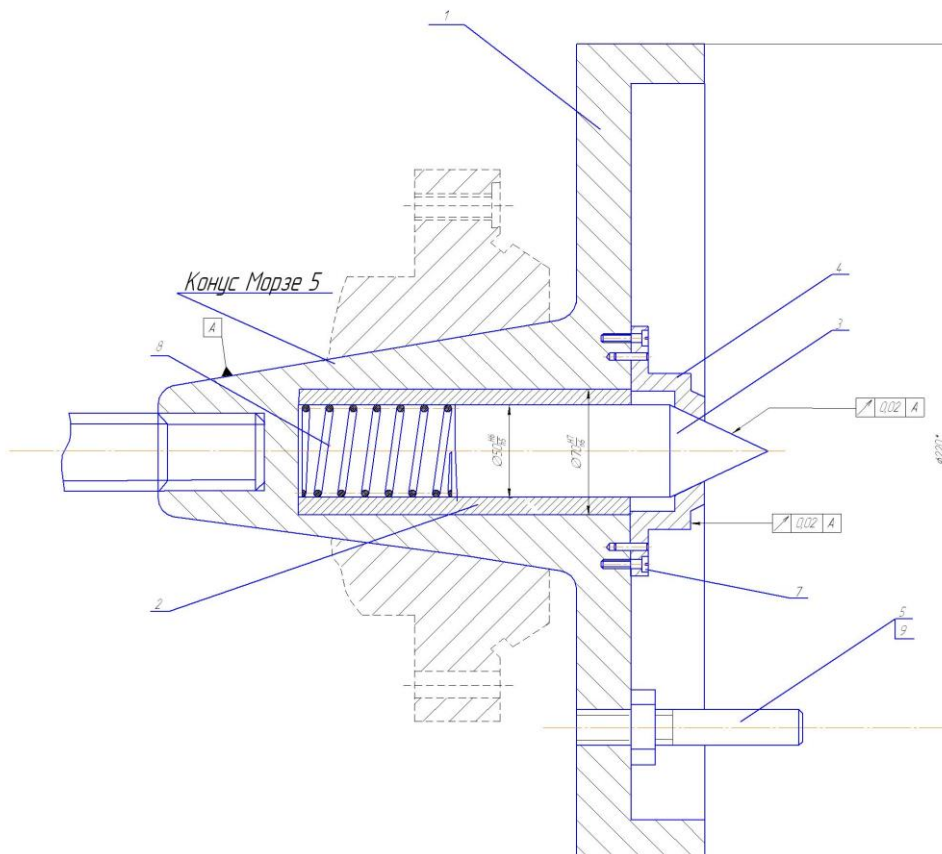


Рисунок 2.2 – Патрон поводковый с утопающим центром

Установочными элементами приспособления являются подпружиненный центр 3 и опорная площадка 4.

Прямой поводковый утопающий центр состоит из корпуса 1, втулки 2, поводкового пальца 5 законтренного гайкой 9, пружины 8, центра 3, упорной шайбы 4 и винтов 7.

Крутящий момент на шпинделе станка передается посредством хомутика, который крепится винтом на конце обрабатываемого вала и приводится во вращение поводковым патроном. Деталь базируется посредством поджатия задним вращающимся центром и подпружиненным центром 3, установленном в

поводковом патроне. Упорная шайба 4 предотвращает осевое и радиальное смещение заготовки во время обработки, а так же обеспечивает дополнительную передачу крутящего момента детали.

Силовой расчет приспособления [31]

Цель силового расчета приспособления – определение размеров силового устройства, развивающего требуемую величину силы, необходимой для обеспечения надежного контакта заготовки с установочными элементами и предупреждения ее смещения и вибрации в процессе обработки.

Расчет приспособления сводится к расчету пружины 3 для поджатия центра 3 при установке и базировании детали.

P_k - допустимая рабочая нагрузка, кгс;

f_1 - деформация (осадка) одного витка пружины при нагрузке P , мм;

t_k - шаг пружины при нагрузке P , мм;

t – шаг пружины в свободном состоянии;

d – диаметр проволоки, мм;

D - наружный диаметр пружины, мм;

$D-d=D_{ср}$ – средний диаметр пружины, мм.

Нагрузка $P_k=30$ кгс

$H_k= 70$ мм

1. По таблице 11.26 М.А. Ансеров, Приспособления для металлорежущих станков, находим ближайшую нагрузку и соответственно

$P_k=34$ кгс

$d= 4$ мм

$D= 50$ мм

$t_k= 10$ мм

$t= 14,5$ мм

2. Из формулы $H_k=t_k*n+d$ определим число витков

$$n = \frac{H_k - d}{t_k} = \frac{70 - 4}{10} 6.6 \quad (3.1)$$

3. Находим длину пружины в свободном состоянии.

$$H=n*t+d=6.6*14.5+4=99.7 \text{ мм} \quad (3.2)$$

3.2 Проектирование контрольного приспособления

Необходимо обеспечить нормальные условия измерения. При измерениях важную роль играет температура. Должно соблюдаться равенство температур измеряемого изделия с температурой воздуха и средства измерения [31].

При выборе средств контроля необходимо учитывать их точность, так как погрешность измерения должна составлять $1/3 \dots 1/5$ от погрешности контролируемого параметра.

Контроль торцевого биения поверхностей относительно общей оси подшипниковых шеек вала.

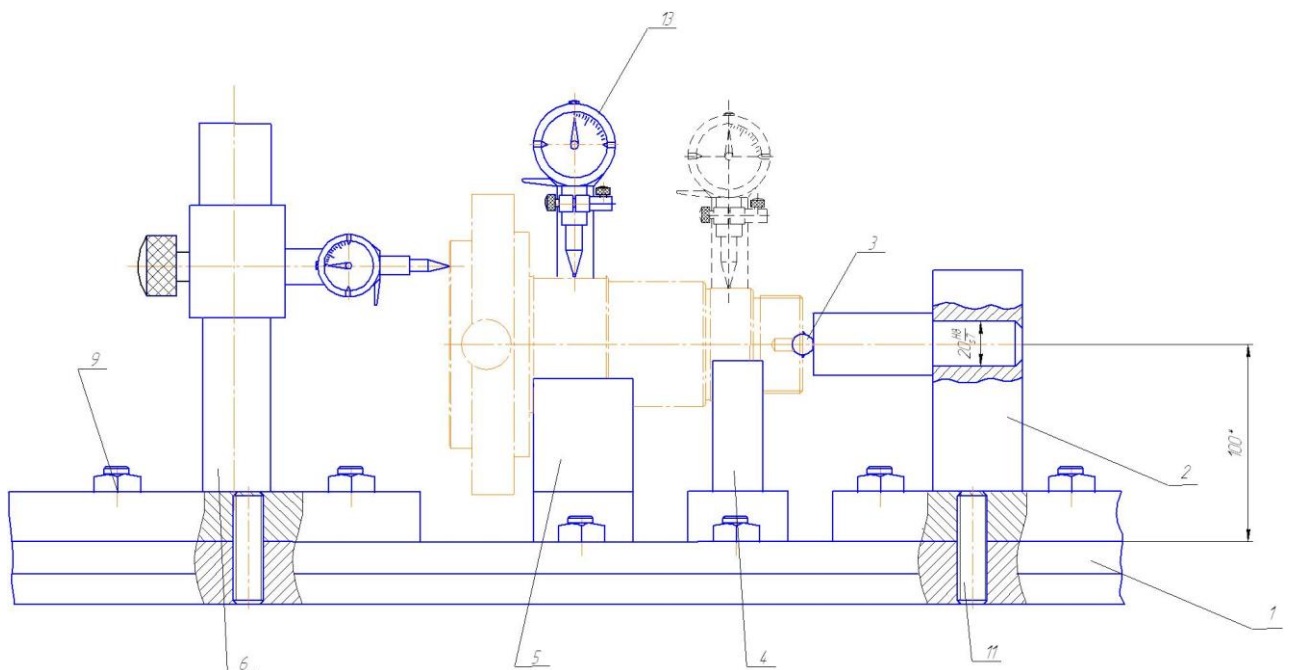


Рисунок 3.3 – Контрольное приспособление

Для фиксирования в осевом направлении деталь с одного торца поджимается упором и шариком (с целью уменьшения поверхности контакта), а с другого прижимом.

4 Компьютерное моделирование

4.1 Создание сборочной модели

Проведено компьютерное моделирование работы расточной оправки на операции 025. Цель моделирования - проверка работоспособности оправки.

Для расчета методом конечных элементов необходимо создать твердотельную модель. Модель расточной оправки была построена в системе трехмерного моделирования КОМПАС – 3D на основе двухмерного чертежа оправки (см. рисунок 4.1).

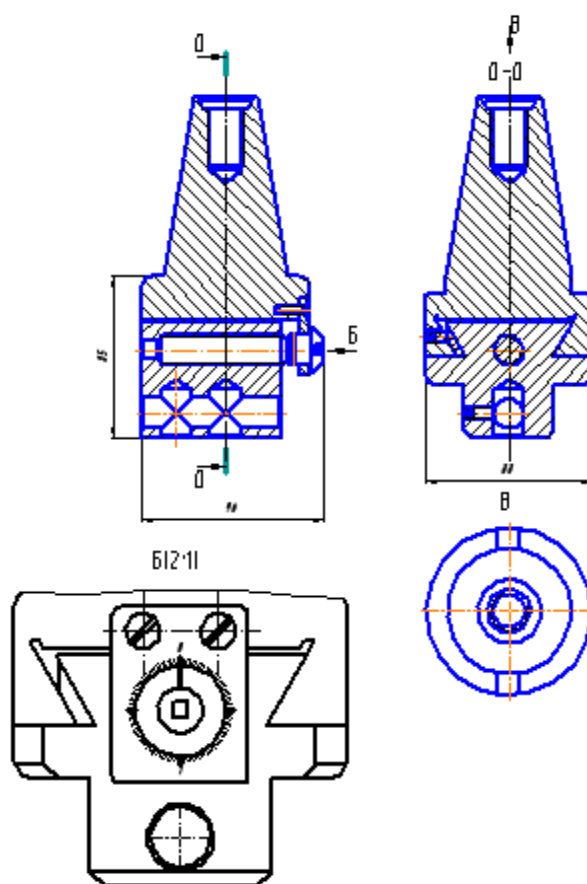


Рисунок 4.1 - Двухмерный чертеж расточной оправки

Расточная оправка представляет собой сборку из нескольких элементов – корпуса, режущих пластин, клиньев и винтов. Поэтому для построения сборочной модели оправки необходимо сначала построить твердотельные модели всех вышеуказанных элементов.

Твердотельные модели составных частей оправки строили с помощью таких основных операций, как выдавливание, вращение, вырезание и т.д.

Далее необходимо создать сборку оправки, используя созданные твердотельные модели, с помощью операций сопряжений: параллельность, перпендикулярность, касание, соосность, совпадение и т.д. Сборочная модель оправки показана на рисунке 4.2.

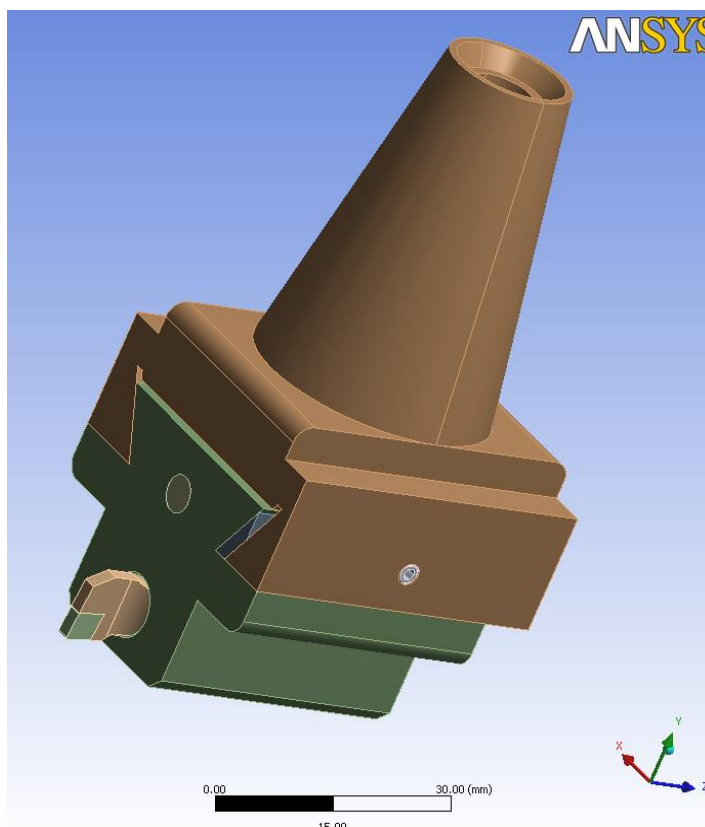


Рисунок 4.2 Сборочная модель оправки

4.2 Создание конечно-элементной модели

Конечно-элементная модель (КЭМ) оправки (рисунок 4.3) выполнена в пакете ANSYS. Для построения сетки использовали параболические элементы TETRA 10. Параболические элементы, помимо узлов в вершинах, имеют узлы на серединах ребер. Поля перемещений описываются квадратичными полиномами. Деформации и напряжения, соответственно, изменяются линейно. Ребра и, следовательно, грани могут быть криволинейными. Это позволяет вполне адекватно воспроизводить криволинейную геометрию.

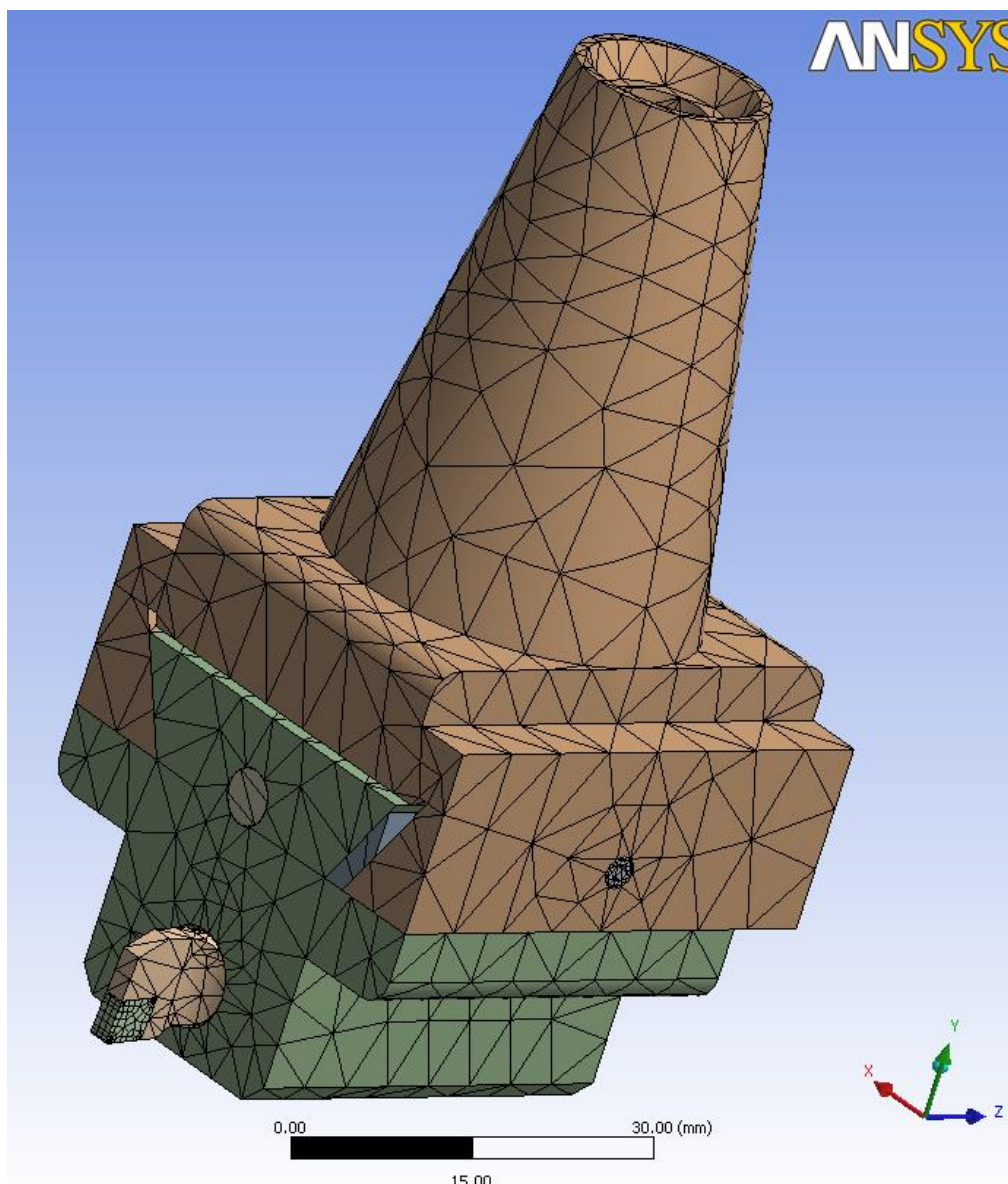


Рисунок 4.3 - Конечно-элементная модель оправки

4.3 Моделирование работы оправки

Далее необходимо задать свойства материалов расточной оправки. Режущая часть изготовлена из твердого сплава ВК8, остальные элементы - из стали 40х. Свойства используемых при расчете материалов представлены в таблице 4.1.

Далее необходимо задать граничные условия для расчета. При точении на инструмент действуют силы резания. Значения сил берем из литературы.

Источниками возникновения сил резания являются: сопротивление обрабатываемых материалов пластической деформации стружкообразования; сопротивление пластически деформированных металлов разрушению в местах

возникновения новых поверхностей; сопротивление срезаемой стружки дополнительной деформации изгиба и ломанию; силы трения.

Таблица 4.1 - Характеристики материалов

Наименование	Значение	
	BK8	40X
Плотность, кг/см ³	8200	7850
Модуль упругости, ГПа	83	214
Коэффициент Пуассона	0,3	0,3
Предел прочности, МПа	870	570

Решаемая задача по поиску напряженно-деформированного состояния оправки является контактной задачей, следовательно необходимо задать контактирующие поверхности: это поверхности корпуса оправки и клина, корпуса оправки и винта, корпуса оправки и режущей пластины, а также поверхность контакта винта и клина и поверхность контакта клина и режущей пластины.

Напряженное состояние оправки при точении показано на рисунке 4.4.

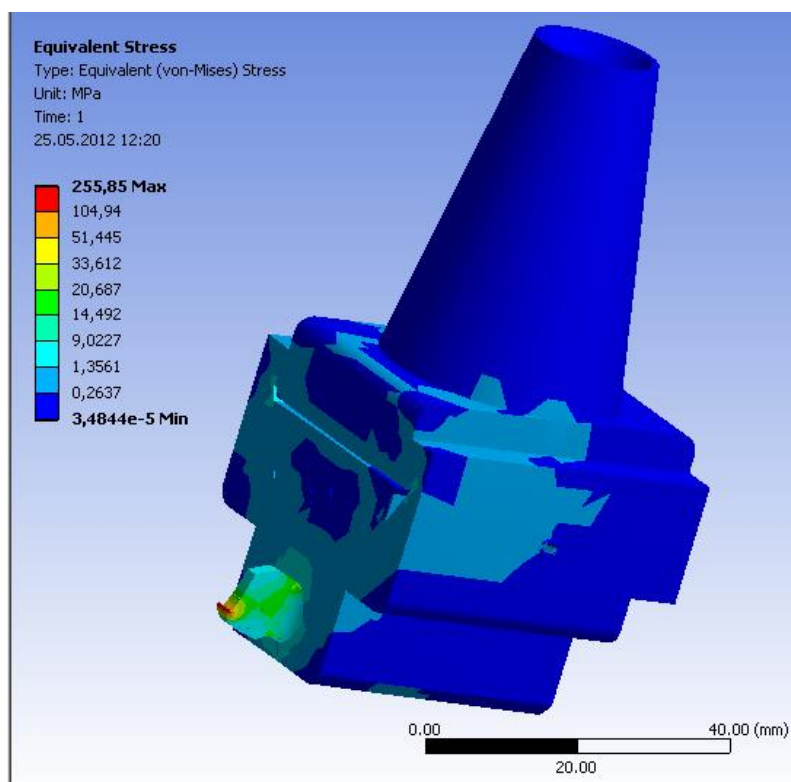


Рисунок 4.4 - Напряженное состояние при точении

Максимальное эквивалентное напряжение при тчении оправкой составляют 255 МПа.

Анализ напряженно-деформированного состояния разработанного инструмента показал, что местные напряжения в зонах концентрации и общие напряжения в элементах разработанной оправки не превышают допускаемых значений. Следовательно, условие жесткости разработанного инструмента выполнено.

5 Описание графической части работы

В данном разделе рассмотрим графическую часть бакалаврской работы, а именно продемонстрируем в виде рисунков 5.1 – 5.4 чертежи данной работы.

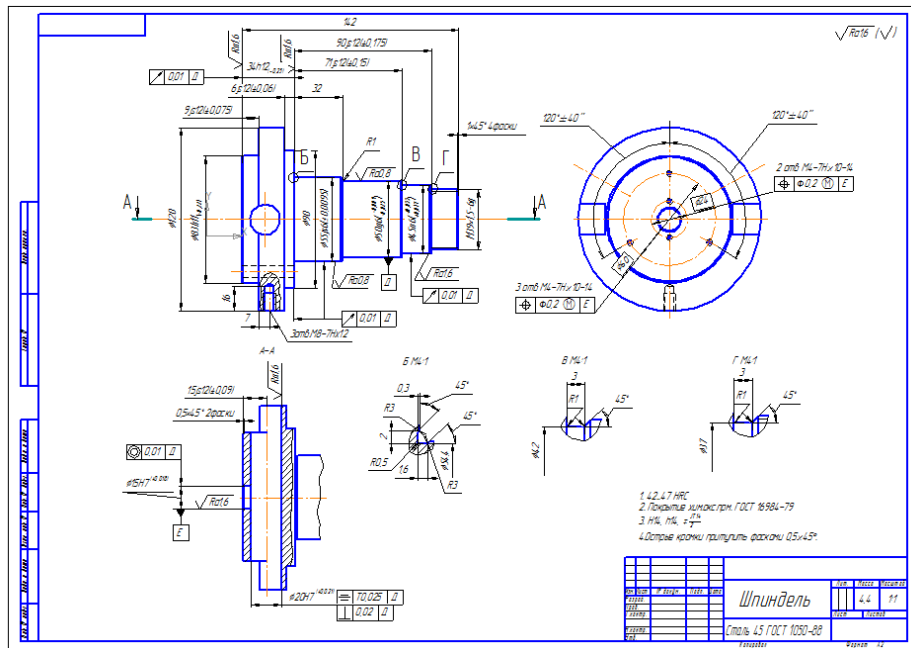


Рисунок 5.1 – Чертеж детали

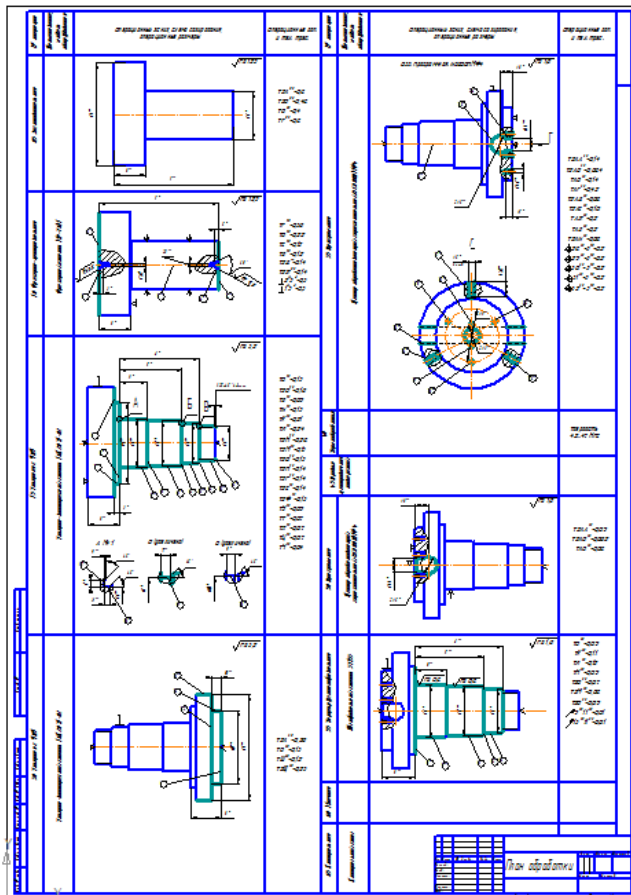


Рисунок 5.2 – План обработки

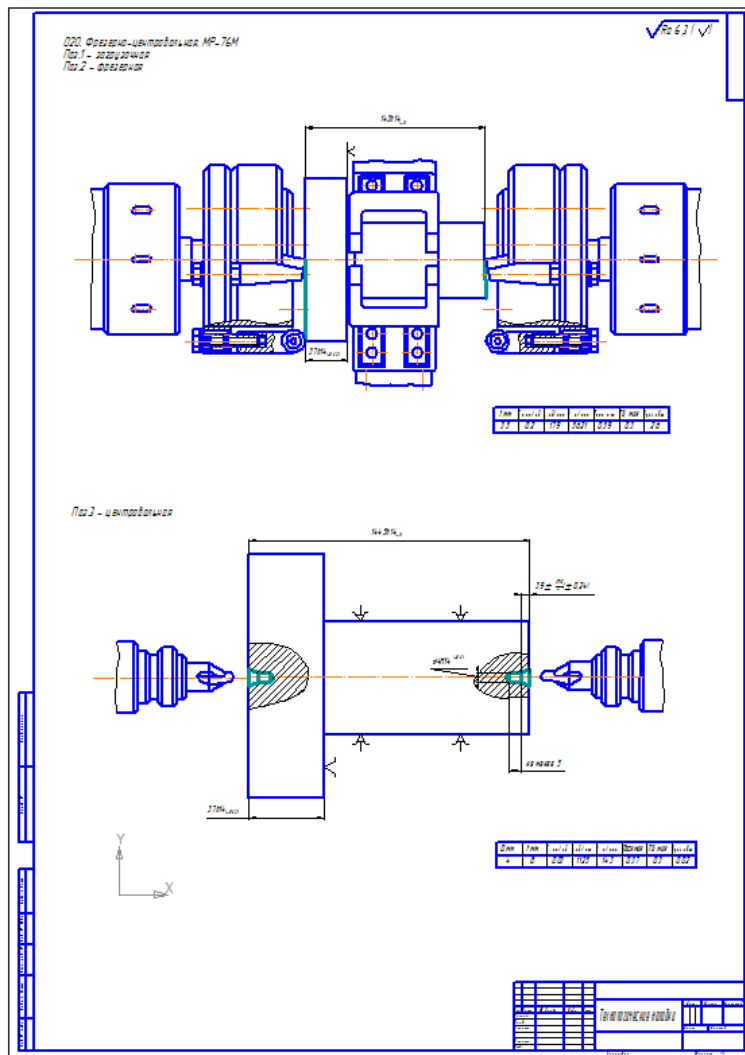


Рисунок 5.3 – Технологическая наладка

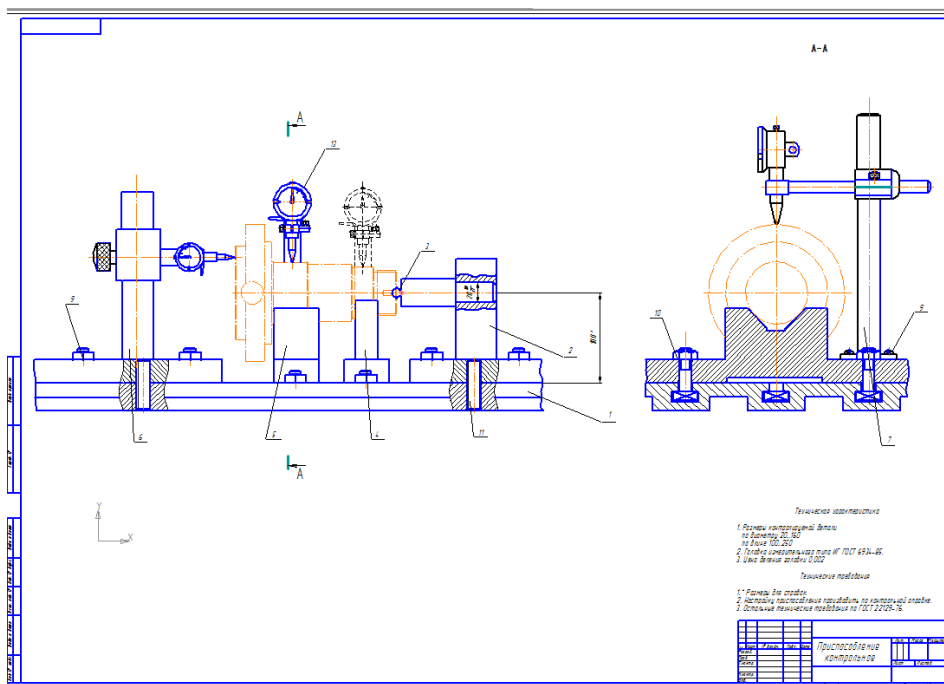
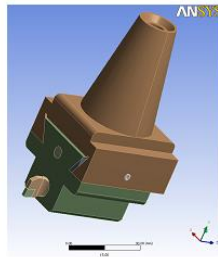
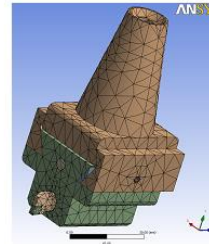


Рисунок 5.4 – Приспособление контрольное

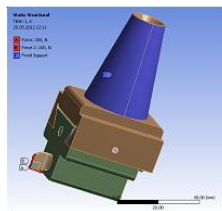
Моделирование работы расточной оправки на операции 025



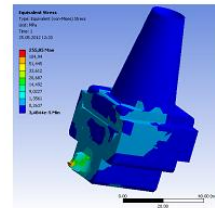
Твердотельная модель расточной оправки



Конечно-элементная модель расточной оправки



Условия нагружения и закрепления расточной оправки



Эквивалентные напряжения

№	Имя	Тип	Свойства	Материал	Свойства	Материал	Свойства
1	Сила 1	Сила	2000 N				
2	Сила 2	Сила	2000 N				
3	Сила 3	Сила	2000 N				
4	Сила 4	Сила	2000 N				
5	Сила 5	Сила	2000 N				
6	Сила 6	Сила	2000 N				
7	Сила 7	Сила	2000 N				
8	Сила 8	Сила	2000 N				
9	Сила 9	Сила	2000 N				
10	Сила 10	Сила	2000 N				
11	Сила 11	Сила	2000 N				
12	Сила 12	Сила	2000 N				
13	Сила 13	Сила	2000 N				
14	Сила 14	Сила	2000 N				
15	Сила 15	Сила	2000 N				
16	Сила 16	Сила	2000 N				
17	Сила 17	Сила	2000 N				
18	Сила 18	Сила	2000 N				
19	Сила 19	Сила	2000 N				
20	Сила 20	Сила	2000 N				
21	Сила 21	Сила	2000 N				
22	Сила 22	Сила	2000 N				
23	Сила 23	Сила	2000 N				
24	Сила 24	Сила	2000 N				
25	Сила 25	Сила	2000 N				
26	Сила 26	Сила	2000 N				
27	Сила 27	Сила	2000 N				
28	Сила 28	Сила	2000 N				
29	Сила 29	Сила	2000 N				
30	Сила 30	Сила	2000 N				
31	Сила 31	Сила	2000 N				
32	Сила 32	Сила	2000 N				
33	Сила 33	Сила	2000 N				
34	Сила 34	Сила	2000 N				
35	Сила 35	Сила	2000 N				
36	Сила 36	Сила	2000 N				
37	Сила 37	Сила	2000 N				
38	Сила 38	Сила	2000 N				
39	Сила 39	Сила	2000 N				
40	Сила 40	Сила	2000 N				
41	Сила 41	Сила	2000 N				
42	Сила 42	Сила	2000 N				
43	Сила 43	Сила	2000 N				
44	Сила 44	Сила	2000 N				
45	Сила 45	Сила	2000 N				
46	Сила 46	Сила	2000 N				
47	Сила 47	Сила	2000 N				
48	Сила 48	Сила	2000 N				
49	Сила 49	Сила	2000 N				
50	Сила 50	Сила	2000 N				
51	Сила 51	Сила	2000 N				
52	Сила 52	Сила	2000 N				
53	Сила 53	Сила	2000 N				
54	Сила 54	Сила	2000 N				
55	Сила 55	Сила	2000 N				
56	Сила 56	Сила	2000 N				
57	Сила 57	Сила	2000 N				
58	Сила 58	Сила	2000 N				
59	Сила 59	Сила	2000 N				
60	Сила 60	Сила	2000 N				
61	Сила 61	Сила	2000 N				
62	Сила 62	Сила	2000 N				
63	Сила 63	Сила	2000 N				
64	Сила 64	Сила	2000 N				
65	Сила 65	Сила	2000 N				
66	Сила 66	Сила	2000 N				
67	Сила 67	Сила	2000 N				
68	Сила 68	Сила	2000 N				
69	Сила 69	Сила	2000 N				
70	Сила 70	Сила	2000 N				
71	Сила 71	Сила	2000 N				
72	Сила 72	Сила	2000 N				
73	Сила 73	Сила	2000 N				
74	Сила 74	Сила	2000 N				
75	Сила 75	Сила	2000 N				
76	Сила 76	Сила	2000 N				
77	Сила 77	Сила	2000 N				
78	Сила 78	Сила	2000 N				
79	Сила 79	Сила	2000 N				
80	Сила 80	Сила	2000 N				
81	Сила 81	Сила	2000 N				
82	Сила 82	Сила	2000 N				
83	Сила 83	Сила	2000 N				
84	Сила 84	Сила	2000 N				
85	Сила 85	Сила	2000 N				
86	Сила 86	Сила	2000 N				
87	Сила 87	Сила	2000 N				
88	Сила 88	Сила	2000 N				
89	Сила 89	Сила	2000 N				
90	Сила 90	Сила	2000 N				
91	Сила 91	Сила	2000 N				
92	Сила 92	Сила	2000 N				
93	Сила 93	Сила	2000 N				
94	Сила 94	Сила	2000 N				
95	Сила 95	Сила	2000 N				
96	Сила 96	Сила	2000 N				
97	Сила 97	Сила	2000 N				
98	Сила 98	Сила	2000 N				
99	Сила 99	Сила	2000 N				
100	Сила 100	Сила	2000 N				

Рисунок 5.5 - Моделирование работы расточной оправки на операции 025

6 Безопасность и экологичность технического объекта

Анализ безопасности и экологичность технического объекта проводили по методике, описанной в [46].

6.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Фрезерование, точение, сверление, шлифование	Фрезерно-центровая, токарная с ЧПУ, сверлильная, шлифовальная	Станочник широкого профиля	Фрезерный станок МР-76М, токарный станок с ЧПУ JET GHB-1310S, центр обрабатывающий, шлифовальный станок ЗТ153	Металл, СОЖ

6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
---	--	--

Продолжение таблицы 6.2

Фрезерно-центровальная, токарная с ЧПУ, сверлильная, шлифовальная	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Фрезерный станок МР-76М, токарный станок с ЧПУ JET GHB-1310S, центр обрабатывающий, шлифовальный станок 3Т153
---	--	---

6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Очки защитные, каска защитная
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор, противогаз

Продолжение таблицы 6.3

Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Рукавицы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Наушники

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

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок №45	Фрезерный станок МР-76М, токарный станок с ЧПУ JET GNB-1310S, центр обрабатывающий, шлифовальный станок 3Т153	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов	неисправность электропроводки; возгорание промасленной ветоши.	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

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

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерно-центровальная, токарная с ЧПУ, сверлильная, шлифовальная	участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа; ограждение сварочных кабин; хранение ветоши в негоряемых ящиках; плавкие предохранители или автоматы в электроустановках.	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса, энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Фрезерование, точение,	Фрезерно-центровальная, токарная с	Пыль алюминиевая	Взвешенные вещества,	Основная часть отходов хранится в металлических

Продолжение таблицы 6.7

сверление, шлифован ие	ЧПУ, сверлильная, шлифовальная		нефтепродукт ы	контейнерах емкостью
---------------------------	--------------------------------------	--	-------------------	-------------------------

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование, точение, сверление, шлифование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация вентиляционных установок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация очистных установок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Регулярная проверка и очистка емкостей с отходами

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

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

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной

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

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

7 Экономическая эффективность работы

Таблица 7.1 – Технологической себестоимости

Статьи затрат	Затраты по вариантам, руб.	
	Базовый	Проектный
Основные материалы	204,65	131,5
Зарплата станочников	5,75	3,89
Зарплата наладчиков	0,61	0,54
Затраты на электроэнергию	63,6	52,4
Затраты на оснастку, в том числе:		
-инструмент	0,0025	0,0016
-приспособления	0,052	0,05
Затраты на техобслуживание и ремонт:	14,14	6,84
- механической части и электрической части		
- электронной	0,086	0,077
Амортизация оборудования	20,42	18,9
-производственных площадей	0,032	0,025
Итого: удельная технологическая себестоимость (С).	309,34	214,22

}

Таблица 7.2 – Техничко-экономические показатели работы

Показатели	Сравниваемые варианты	
	Базовый	Проектный
Годовой выпуск деталей, шт.	100	100
Норма времени на деталь, мин.	44,23	37,14
Тип и размеры заготовки	Поковка Ø124,3*144,3	Прокат Ø130*150
Масса заготовки, кг.	5,6	6,3
Суммарная площадь оборудования, м ²	14,4	13,0
Технологическая себестоимость, руб.	309,34	214,22
Удельные капитальные вложения, тыс. руб.	179,1	158,9
- Затраты на основные материалы	204,65	131,50
- Зарплата основных рабочих	575	389
- Зарплата вспомогательных рабочих	610	540
- Затраты на электроэнергию	63,6	52,4
- Затраты на приспособления	520	500
Удельные приведенные затраты, тыс. руб.	336,2	238,6
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	976	

Результаты экономических расчетов показывают, что удельные капитальные вложения предложенного проектного технологического процесса уменьшились на 20,2 руб.

В данном случае мелкосерийном производстве также можно считать целесообразным уменьшение капитальных вложений в результате установки станков с ЧПУ, которые являются многофункциональными, что дает возможность обработки на них различных деталей сложных форм.

В этой ситуации на первый план выступает развитие маркетинга с целью привлечения новых заказов. Учитывая то, что удельная технологическая себестоимость уменьшилась на 95,12 руб., следует сделать вывод, что предлагаемый вариант технологического процесса обработки детали является более выгодным, так как сумма текущих затрат (себестоимости) и единовременных затрат приведенных к одной размерности составила для базового варианта 336,2 руб., для проектного – 236,5 руб.

Годовой экономический эффект от введения предлагаемого варианта при объеме выпуска 100 деталей за один год составит 976 тыс. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполненной работы разработан технологический процесс механической обработки вала первичного делительного приспособления. Для этого были проведены следующие работы:

- Служебное назначение – определение изначальных направлений в методике расчетов.
- Выбор типа производства – подобрана необходимая номенклатура станков, режущих и мерительных инструментов применяемых в мелкосерийном производстве.
- Анализ технологичности конструкции – позволил найти недостатки в данной конструкции детали и улучшить ее.
- Выбор заготовки – выбран метод получения и спроектирована заготовка, обеспечивающая экономию металла, времени и денег на ее изготовление.
- Технологический маршрут обработки и выбор баз – определен маршрут обработки вала в соответствии технологическим процессом обработки и намечены базы наилучшим образом обеспечивающие принцип единства баз (совмещение конструкторских, измерительных и технологических баз).
- Определение межоперационных припусков – рассчитана необходимая и достаточная величина припуска, для достижения заданной по чертежу геометрической точности и шероховатости детали, при минимальных затратах времени на ее обработку.
- Расчет режимов резания – рассчитаны оптимальные параметры для изготовления детали, зависящие от материала режущего инструмента и обрабатываемой заготовки, от величины припуска, от геометрии режущего инструмента, от жесткости станка, скорости обработки и т.п.
- Проектирование станочного приспособления – позволило рассчитать необходимое приспособление, обеспечивающее условия автоматизированного производства, точности обработки и усилия зажима.

- Выбор контрольно-измерительного приспособления – выбрано необходимое измерительное приспособление,
- Безопасность и экологичность технического объекта – описан перечень средств и мероприятий, обеспечивающих безопасность труда слесаря механосборочных работ.
- Техничко-экономические показатели – рассчитана экономическая выгода от внедрения универсального высокоточного оборудования для механической обработки вместо оборудования, применяемого в базовом техпроцессе и срок его (оборудования) окупаемости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

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

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

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 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.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 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.

9 www.vniiinstrument.ru

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

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

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

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

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

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

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев,

А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраимова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

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

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

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

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

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности

«Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Christman, T. An Experiment and Numerical Study of eformation in Metal – Ceramic Composite / T. Christman, A. Needlemani, S. Suresh // ActaMatall. – No 37. – P. 3029 –3050.

40 Mechanical Engineering / Ed. Murat Gokcek. – InTech, 2012. – 682p.

41 Pabla, S. CNC Machines / . S. Pabla, M. Adithan. – New Age International, 1994. – 107 p.

42 Smid Peter CNC Programming Techniques / Peter Smid, – 1 th ed. – Industrial Press, Inc., 2005. – 360 p.

43 Overby, Alan. CNC Machining Handbook: uilding, Programming, and Implementation / Overby A. – 1 th ed. – McGraw–Hill Education TA, 2010. – 272 p.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист	Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>							
A1				16.07.ТМ.64 7.06.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>							
б/4			1	16.07.ТМ.64 7.06.001	Плита	1	
б/4			2	16.07.ТМ.64 7.06.002	Основание	1	
б/4			3	16.07.ТМ.64 7.06.003	Шарик Ø8	1	
б/4			4	16.07.ТМ.64 7.06.004	Призма	1	
б/4			5	16.07.ТМ.64 7.06.005	Призма	1	
б/4			6	16.07.ТМ.64 7.06.006	Стойка	1	
б/4			7	16.07.ТМ.64 7.06.007	Стойка индикаторная	1	
<i>Стандартные изделия</i>							
б/4			8		Болт М12-60 ГОСТ 12201-66	9	
б/4			9		Винт М6-6д×20.58 ГОСТ 14 77-75	8	
б/4			10		Гайка М12 ГОСТ 5927-70	8	
б/4			11		Штифт 6х40 ГОСТ 3128-70	1	
				16.07.ТМ.64 7.06.000			
Инв. № подл.		Изм. № подл.		Взам. инв. №		Подп. и дата	
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Разраб.		Провер.		Нач. контр.		Утв.	
Макаревич С.С.		Левашкин Д.Г.		Виткалов В.Г.		Бодоровский А.В.	
Приспособление контрольное						ТГУ, МСД-1203	
						Лит. Лист Листов 1 2	
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Гост 3.1118-82										Форма 1				
Цех	Сд	РМ	Илва	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	У	КР	КМ	ЕН	ОП	Конт.	Лист
Вал первичный делительного приспособления														
Сталь 45 ГОСТ 1050-88														
М 01	Код	ЕВ	ММ	ЕН	Н. расх	КМ	Код загот.	Профиль и размеры	КМ	МЗ				
М 02	-	166	4,4	1			прокат	Ø130*150	1	6,3				
А	Цех	Сд	РМ	Илва	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	У	КР	КМ	ЕН	ОП	Конт.
Б	Код наименования оборудования													
А 03	005 Заготовительная ИОТ													
Б 04	Резка проката													
05														
06	010 4110 Токарная													
07	381101 мод. JET GHB-1310S													
08	18 217 3 Н 1 1 1 1 10 1 186 4,0													
09	015 Сборочно-сварочная													
10	Сварочный пост													
11	3 Н 1 1 1 1 10 - 203 3,4													
12	020 4269 Фрезерно-центровальная													
13	381825 мод. МР76М													
14	18 809 3 Н 2 1 1 1 10 1 14 2,2													
15	025 4112 Токарная с ЧПУ													
16	381113 мод. JET GHB-1310S													
МК	18225 4 Н 2 1 1 1 10 1 228 3,2													

										Гост. 3.1118-82				Форма 1а			
Цифл.	Взам.	Подл.															
Взамл.	Плпф.	Иконтл.															
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИИ	ЕН	ОП	Конт.	Плз	Типт.	
Б	Код. наименование обработки																
А 01					030	4.112	Токарная с ЧПУ										
Б 02					381113	мод. JET	GHB-1310S	18 225	4	Н	2	1	1	10	1	14,2	102
03																	
04					035	XXXX	Многоцелевая										
05					XX	XXXX	мод. ИС800ПМФ4	17 335	3	Н	2	1	1	10	1	25,3	8,83
06																	
07					040	5010	Термическая										
08					5130	Закалка до 4.2...	4.7HRC	18 186	3	Н	1	1	1	10	1	0,2	0,1
09																	
10					045	Очистная											
11					Правка центральных отверстий												
12																	
13					050	XXXX	Многоцелевая										
14					XX	XXXX	мод. ИС800ПМФ4	17 335	4	Н	2	1	1	10	1	24,2	0,59
15																	
16					055	4.130	Шлифовальная										
17					38131.3.153			18 873	3	Н	2	1	1	10	1	17,0	0,69
МК																	

										Гост 3.1118-82				Форма 1а	
Детал.	Взам.	Подл.													
Взамл.	Проф.	Испол.													
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИИ	ЕН	ОП	Конт.	Тип
Б	Код наименования оборудования		Обозначение документа												
А 01					060 0190	Слесарная									
Б 02						Верстак слесарный	18 217	2	Н	1	1	1	10	1	0,05 12,2
03															
04					065 0245	Контрольная									
05						Контрольный стол	12877	2	Н	1	1	1	10	1	6,94
06															
07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
															МК

