

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

« ___ » _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Дубылкин Андрей Эдуардович гр. ТМбз-1131

1. Тема Разработка технологического процесса изготовления корпуса и технологического процесса сборки головки пневмопатрона

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска
10000 дет/год, 2

смены

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

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Анализ исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

УДК.621.9.01

Дубылкин А.Э. Разработка технологического процесса изготовления корпуса и технологического процесса сборки головки пневмопатрона /. Тольяттинский государственный университет: Тольятти. – 2016. – 64 с.

В работе рассматривается технология обработки корпуса и процесс технологической сборки головки пневмопатрона с использованием современных методов обработки.

Содержание

Введение, цель работы	4
1. Анализ исходных данных	6
2. Технологическая часть	Ошибка! Закладка не определена.
3. Проектирование приспособление	34
4. Проектирование режущего инструмента	35
5. Безопасность и экологичность технического объекта	Ошибка! Закладка не определена.
6. Экономическая эффективность работы..	Ошибка! Закладка не определена. 48
Заключение	62
Список используемой литературы	63
Приложения	65

Введение, цель работы

Технический прогресс производства, его эффективность и качество выпускаемой продукции непосредственно зависят от постоянного развития и последующего внедрения передовых технологий в производство. Очень важно качественно и с минимальными затратами изготовить деталь или механизм, применив высокопроизводительное оборудование, технологическую оснастку и высокоточный инструмент.

Актуальность темы определяется:

- важным значением машиностроения в развитии производства в Российской Федерации;

- необходимостью развития машиностроения в целях обеспечения безопасности Российской Федерации;

В результате применения более совершенного оборудования, инструмента и приспособления, предполагается достичь значительного экономического эффекта.

При выполнении выпускной работы особое внимание уделяется самостоятельному творчеству с целью развития инициативы для решения технических и организационных задач.

Целью данной выпускной работы является разработка прогрессивного технологического процесса изготовления детали «Корпус» и технологического процесса сборки головки пневмопатрона базирующегося на современных достижениях в области машиностроения.

Задачи исследования:

- проведение анализа служебного назначения детали в узле;
- проведение анализа технологичности;
- проектирование заготовки;
- разработка технологического маршрута обработки детали, проектирование плана обработки;
- проектирование технологических операции;

- разработка технологической и конструкторской документации;
- расчет экономической разницы между базовым и проектным вариантом.

Методы исследования: теоретический (расчетно-аналитический), экспериментальный (статистический), моделирование процессов, происходящих при обработке детали «Корпус».

Структура проекта соответствует логике исследования и включает в себя введение, расчетную часть, экономическую часть, конструкторскую часть, заключение, библиографический список, приложения.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Проведем анализ служебного назначения, который необходим для определения правильности назначения точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, исходя из точности и положения сопрягаемых деталей.

Данная деталь является корпусом головки пневматического патрона.

Материал корпуса: Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Воспользовавшись поисковой системой Google, найдем и сведем в таблицу 1 все необходимые для последующих расчетов свойства стали 45.

Таблица 1 – Свойства и химический состав стали 45

Элемент	C	Si	Mn	Cr	Nj	Cu	S	P
					Не более			
Содержание, %	0,37- 0,45	0,17- 0,37	0,50- 0,80	до 0,25	0,30	0,30	0,04	0,035

Состояние поставки: пруток с сечением до 80мм;

Режимы термической обработки: закалка 860 °С, масло, отпуск 500 °С, вода или масло;

Предел прочности $\sigma_b = 650$ МПа;

Предел пропорциональности $\sigma_{0,2} = 355$ МПа;

Относительное сужение $\Psi = 40\%$;

Относительное удлинение при разрыве $\delta_5 = 16\%$

1.2 Классификация поверхностей детали по функциональному назначению

Классификация поверхностей детали проводится для определения поверхностей, выполняющих свое служебное назначение.

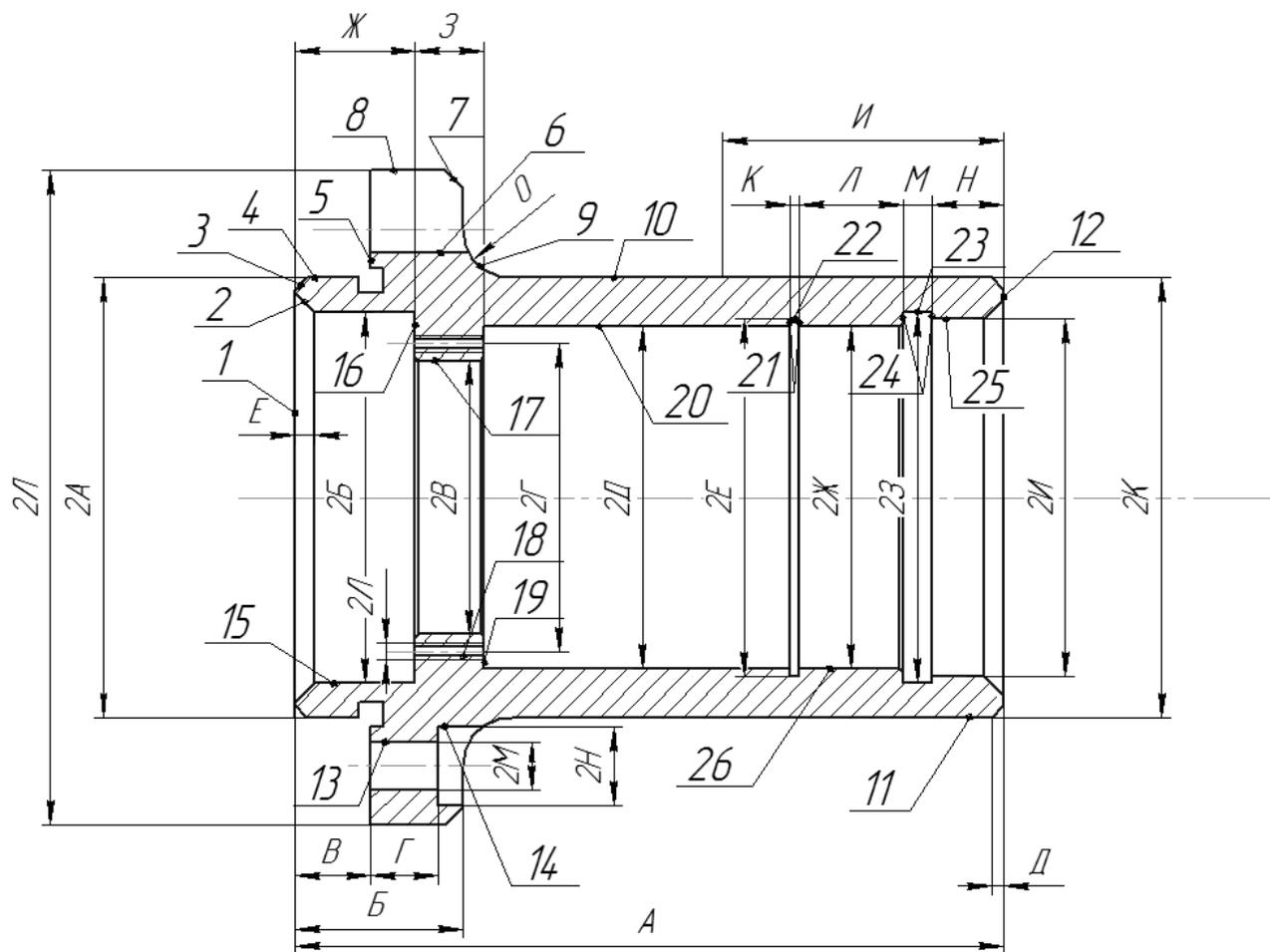


Рисунок 1 - Классификация поверхностей детали "Корпус"

Таблица 2 – Анализ баз детали "Корпус"

Вид поверхности	№ поверхности
Исполнительные поверхности (ИП)	15,16,17,19,20,25
Основные конструкторские базы (ОКБ)	4,5,12,26
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	1,15,16
Свободные поверхности (СП)	Остальные пов.

где ИП - поверхности с помощью которых деталь выполняет свое служебное назначение;

ОКБ - базы, определяющие положение детали в узле;

ВКБ - базы, определяющие положение сопряженных деталей;

СП - свободные поверхности.

Таблица 3 – Основные характеристики поверхностей чертежа детали
«Корпус»

Номер	Вид	Шероховатость Ra, мкм	Точность, IT
1	Плоская	12,5	13
2	Коническая	12,5	13
3	Коническая	12,5	13
4	Цилиндрическая	0,4	6
5	Плоская	12,5	13
6	Цилиндрическая	12,5	13
7	Коническая	12,5	13
8	Цилиндрическая	12,5	13
9	Цилиндрическая	12,5	13
10	Цилиндрическая	12,5	13
11	Цилиндрическая	1,6	7
12	Плоская	12,5	13
13	Цилиндрическая	12,5	13
14	Цилиндрическая	12,5	13
15	Цилиндрическая	12,5	13
16	Плоская	12,5	13
17	Цилиндрическая	0,4	6
18	Цилиндрическая	12,5	13
19	Плоская	12,5	13
20	Цилиндрическая	12,5	13
21,22	Плоская	12,5	13
23,24	Плоская	12,5	13
25	Цилиндрическая	12,5	13
26	Цилиндрическая	0,4	6

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Рассчитаем показатели, влияющие на технологичность конструкции детали:

1.3.1 Коэффициент точности размеров детали:

$$K_T = 1 - \frac{1}{IT_{cp}} \quad (1)$$

где IT_{cp} - средний квалитет точности:

$$IT_{cp} = \frac{\sum_{i=0.1}^{26} n_i IT_i}{n_i} \quad (2)$$

где I - номер квалитета;

n_i - число размеров выполняемых по номеру квалитета.

$$IT_{cp} = \frac{13 * 20 + 6 + 7 + 6 + 6}{26} = 11,5$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,5} = 0,92$$

Вывод: Так как $K_T > 0,8$, то конструкцию детали можно считать технологичной.

1.3.2 Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = \frac{1}{Ra_{cp}} \quad (3)$$

где Ra_{cp} - средняя величина шероховатости поверхностей детали.

$$Ra_{cp} = \frac{\sum_j^k m_j Ra_j}{\sum_j^k m_j} \quad (4)$$

где j - величина параметра Ra в мкм;

m_j - число поверхностей, имеющих j - тую шероховатость;

k - число всех поверхностей детали.

$$Ra_{cp} = \frac{12,5 * 20 + 0,4 + 1,6 + 0,4 + 0,4}{13} = 9,7$$

$$K_{uz} = \frac{1}{9,7} = 0,10$$

Вывод: Так как $K_{uz} < 0,32$, то по рассчитанному показателю деталь можно считать технологичной. По всем определенным показателям деталь соответствует служебному назначению.

1.4 Служебное назначение сборочного изделия

Головка пневматического патрона служит для центрирования и закрепления детали с цилиндрическими базовыми поверхностями. Применение пластинчатых пружин позволяет повысить точность установки обрабатываемой детали.

В состав сборочного изделия входит десять основных деталей и шесть видов стандартных изделий. Каждая деталь изготавливается из разных марок сталей, выбранных исходя из служебного назначения деталей.

1.5 Принцип действия сборочного изделия

Закрепление обрабатываемой детали достигается тем, что при сжатии пакета пластинчатых пружин 8, представляющих собой вогнутые шайбы в форме усеченного конуса с несколькими радиальными несквозными прорезями, происходит увеличение их наружного диаметра и уменьшение внутреннего. Приспособление крепится к переходному фланцу шпинделя станка болтами М12. Деталь в приспособлении базируется по двум поясам. Левый конец детали центрируется по отверстию задней втулки 5, а правый - отверстиями пластинчатых пружин 8 с предварительным центрированием передней втулкой 7 и кольцом 9.

При включении пневматического привода крестовина 2 передвигается влево вместе с шарнирными болтами 3 и втулкой 10. Последняя, упираясь в нажимное кольцо 9, передвигает его и сжимает пакет пластинчатых

пружин 8, которые деформируясь, центрируют и закрепляют обрабатываемую деталь.

Предохранительный винт 11 ограничивает сжатие пакета пластинчатых пружин.

1.6 Разработка технологической схемы сборки

Технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы, из которых собирают изделие. Такими элементами являются детали и сборочные единицы.

Технологическая схема сборки составляется на основе сборочных чертежей изделия и показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу элементы, из которых состоит изделие.

Каждый элемент изделия изображается в виде прямоугольника, разделённого на три части. В его верхней части даётся наименование элемента; в левой нижней части - числовой индекс; в правой нижней части - количество присоединяемых элементов. В качестве индекса для деталей принимают номер детали по спецификации. Для групп - номер базовой детали группы, перед которым ставят буквы СБ. Для подгрупп различных порядков - номер базовой детали подгруппы по спецификации, перед которым ставят цифру, обозначающую порядок подгруппы и буквы СБ.

Базовым элементом называют деталь или группу, подгруппу с которых начинают сборку. Процесс общей сборки изображают горизонтальной линией от прямоугольника изображающего базовый элемент до прямоугольника, обозначающего изделие. Длинные стороны прямоугольников должны быть горизонтальны. Сверху линии в порядке последовательности присоединения располагают прямоугольники, обозначающие детали, снизу узлы (группы). Длинные стороны прямоугольников перпендикулярны линии сборки.

Технологическая схема сборки головки пневмопатрона представлена в графической части данной работы.

1.7 Разработка технологических процессов сборки изделий

Таблица 4 содержит в себе наименование сборочных работ в последовательности, диктуемой технологической схемой общей и узловой сборки, и данные по нормированию всех необходимых видов работ.

Таблица 4 - перечень сборочных работ

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, мин
1	2	3
1. Узловая сборка корпуса		
1	Осмотреть корпус со всех сторон	0,09
2	Установить корпус в приспособление	0,07
3	Осмотреть кольцо упорное	0,07
4	Ввернуть винт с кольцом упорным в корпус предварительно	0,10х6
5	Подтянуть гайковёрт	0,04
6	Ввернуть винт М4х12 с кольцом упорным в корпус окончательно	0,13х6
7	Выключить гайковёрт, выпустить из рук	0,03
8	Переустановить корпус в приспособлении	0,11
9	Осмотреть втулку заднюю	0,07
10	Смазать втулку машинным маслом	0,09
11	Запрессовать втулку в корпус	0,11
12	Осмотреть втулку переднюю	0,07
13	Смазать втулку машинным маслом	0,09
14	Запрессовать втулку в корпус	0,11
15	Осмотреть пружину	0,07
16	Установить пружину в корпус предварительно	0,08
17	Осмотреть кольцо нажимное	0,07
18	Установить кольцо в корпус предварительно	0,08
19	Снять корпус в сборе	0,04
20	Переместить корпус в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		4,43

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, мин
2. Узловая сборка крестовины		
1	Осмотреть крестовину	0,08
2	Установить крестовину в приспособлении	0,06
3	Осмотреть болт шарнирный	0,07
4	Смазать болт шарнирный машинным маслом	0,09
5	Установить болт шарнирный в крестовину предварительно	0,11x3
6	Смазать штифт 12x36 машинным маслом	0,04x3
7	Запрессовать штифт в болт шарнирный	0,13x3
8	Осмотреть фланец переходный	0,07
9	Установить фланец переходный на крестовину предварительно	0,06
10	Снять крестовину в сборе	0,02
11	Переместить крестовину в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		1,18
3. Узловая сборка втулки		
№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, мин
1	Осмотреть втулку	0,08
2	Установить втулку в приспособление	0,04
3	Ввернуть винт М8x25 во втулку предварительно	0,14
4	Навернуть гайку М8 на винт предварительно	0,09
5	Подтянуть гайковёрт	0,04
6	Навернуть гайку М8 на винт окончательно	0,05
7	Выключить гайковёрт, выпустить из рук	0,03
8	Снять втулку в сборе	0,04
9	Переместить вал в сборе на общую сборку	0,02
Итого:		0,53
4. Общая сборка головки пневмопатрона		
1	Осмотреть крестовину в сборе	0,09
2	Установить крестовину в приспособление	0,07
3	Осмотреть корпус в сборе	0,08
4	Установить корпус на крестовину	0,06
5	Ввернуть винт М8x20 в корпус предварительно	0,10x6
6	Подтянуть гайковёрт	0,04
7	Ввернуть винт М8x20 в корпус окончательно	0,13x6
8	Выключить гайковёрт, выпустить из рук	0,03
9	Осмотреть втулку в сборе	0,08
10	Установить втулку на корпус	0,06
11	Навернуть гайку на болт шарнирный предварительно	0,11x6

Продолжение таблицы 4

№	Содержание основных и вспомогательных переходов	Время, мин
12	Подтянуть гайковерт, включить	0,04
13	Навернуть гайку на болт шарнирный окончательно	0,16x6
14	Выключить гайковерт, выпустить из рук	0,03
15	Снять пневматический патрон в сборе	0,04
Итого:		2,17
Всего $\sum t_{on}$		8,31

2. Технологическая часть работы

2.1 Определение типа производства

Масса детали: 6,46 кг;

Годовой объем выпуска изделий N_r : 10000 шт;

Количество рабочих смен: 2

По таблице [1, с. 18, табл. 5.5] определяем тип производства как среднесерийный.

Определим партию запуска по формуле:

$$n = \frac{N_r * a}{254} \quad (5)$$

где a – периодичность запуска в днях (3,6,12,24 дня);

254 – количество рабочих дней.

$$n = \frac{10000*6}{254} = 237 \text{ детали}$$

2.2 Проектирование исходной заготовки

Исходя из конструкторско-технологических соображений, разработаем конструкцию оптимального варианта исходной заготовки детали, рассчитав вариант получения заготовки методом штамповки.

2.2.1 Ориентировочная масса штамповки:

$$M_{ш} = M_d * K_p \quad (6)$$

где M_d - масса детали;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от формы детали,

[1, с. 23, табл. 5.9]

$$M_{ш} = 6,46 * 1,5 = 9,7 \text{ кг}$$

Параметры заготовки определяем по ГОСТ 7505 – 89:

Класс точности: T2;

Степень сложности: С2;

Группа стали: М2;

Исходный индекс: 12

2.2.2 Расчет технико-экономических показателей варианта штамповки

Минимальная величина стоимости изготовления детали является критерием оптимальности выбора заготовки:

$$C_d = C_3 + C_{mo} - C_{отх} \quad (7)$$

где C_3 - стоимость исходной заготовки;

C_{mo} - стоимость последующей механической обработки;

$C_{отх}$ - стоимость отходов при механической обработке.

2.2.3 Вариант горячей штамповки

Рассчитаем стоимость заготовки:

$$C_3 = C_6 * M_{ш} * K_T * K_{сл} * K_B * K_M * K_{п} \quad (8)$$

где C_6 - базовая стоимость 1кг заготовки в руб/кг;

$M_{ш}$ – ориентировочная масса штамповки, кг;

$K_T = 1,05$ - коэффициент, зависящий от класса точности штамповки;

$K_{сл} = 0,84$ - коэффициент, зависящий от степени сложности штамповки;

$K_B = 0,87$ - коэффициент, учитывающий масс заготовки;

$K_M = 1,0$ - коэффициент, зависящий от материала;

$K_{п} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий серийность производства.

Коэффициенты определены по [1, с. 24-26]

$C_6 = 11,2$ руб/кг; [1, с. 24]

$$C_3 = 11,2 * 9,7 * 1,05 * 0,84 * 0,87 * 1,0 * 1,0 = 83,3 \text{ руб}$$

Стоимость механической обработки штамповки:

$$C_{\text{мо}} = M_{\text{ш}} - M_{\text{д}} * C_{\text{уд}} \quad (9)$$

где $C_{\text{уд}}$ – удельные затраты на съем 1 кг материала, руб/кг:

$$C_{\text{уд}} = C_{\text{с}} + E_{\text{н}} * C_{\text{к}} \quad (10)$$

где $C_{\text{с}}$ - текущие затраты, руб/кг; } [1, с. 26, табл. 5.12]

$C_{\text{к}}$ - капитальные затраты, руб/кг; }

$E_{\text{н}}=0,1 \dots 0,2$ – коэффициент эффективности капитальных вложений.

$$C_{\text{уд}} = 14,8 + 0,1 * 32,5 = 18,05 \text{ руб}$$

$$C_{\text{мо}} = 9,7 - 6,46 * 18,05 = 58,5 \text{ руб}$$

Стоимость отходов:

$$C_{\text{отх}} = M_{\text{ш}} - M_{\text{д}} * C_{\text{отх}} \quad (11)$$

где $C_{\text{отх}}$ - цена отходов, руб/кг.

Для конструкционных легированных сталей $C_{\text{отх}} = 0,4$ руб/кг [2, с. 26]

$$C_{\text{отх}} = 9,7 - 6,46 * 0,4 = 1,3 \text{ руб}$$

$$C_{\text{д}} = 83,3 + 58,5 - 1,3 = 140,5 \text{ руб}$$

2.3 Проектирование исходной заготовки

Изобразим расчетную схему определения габаритов заготовки с принятым исходным индексом "12"

Таблица 5 – Определение параметров заготовки

Параметры детали				Параметры заготовки		
№ пов.	Код размера	Размер, мм	Шероховатость R_a , мкм	Припуск, мм	Допуск, мм	Размер, мм
1;12	А	140	12,5	$X_1 = 1,5$ $X_2 = 1,5$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$A^3 = 143^{+1,6}_{-0,9}$
9	Б	34	12,5	$X_3 = 1,3$	$2,0^{+1,3}_{-0,7}$	$B^3 = 35,3^{+1,3}_{-0,7}$
16	В	25	12,5	$X_4 = 1,3$	$2,0^{+1,3}_{-0,7}$	$B^3 = 26,3^{+1,3}_{-0,7}$
5	Г	17	12,5	$X_5 = 1,3$	$2,0^{+1,3}_{-0,7}$	$\Gamma^3 = 18,3^{+1,3}_{-0,7}$
19	Е	101	12,5	$X_6 = 1,5$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$E^3 = 102,5^{+1,6}_{-0,9}$
8	2А	120	12,5	$X_7 = 1,5$	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$2A^3 = 123^{+1,6}_{-0,9}$
4	2Б	85	0,4	$X_8 = 1,9$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$2B^3 = 88,8^{+1,4}_{-0,8}$
15	2В	72	12,5	$X_9 = 1,4$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$2B^3 = 69,2^{+1,4}_{-0,8}$
17	2Г	52	0,4	$X_{10} = 1,9$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$2\Gamma^3 = 48,2^{+1,4}_{-0,8}$
25	2Д	72	12,5	$X_{11} = 1,4$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$2D^3 = 69,2^{+1,4}_{-0,8}$
26	2Е	85	1,6	$X_{12} = 1,7$	$2,2^{+1,4}_{-0,8}$	$2E^3 = 88,4^{+1,4}_{-0,8}$

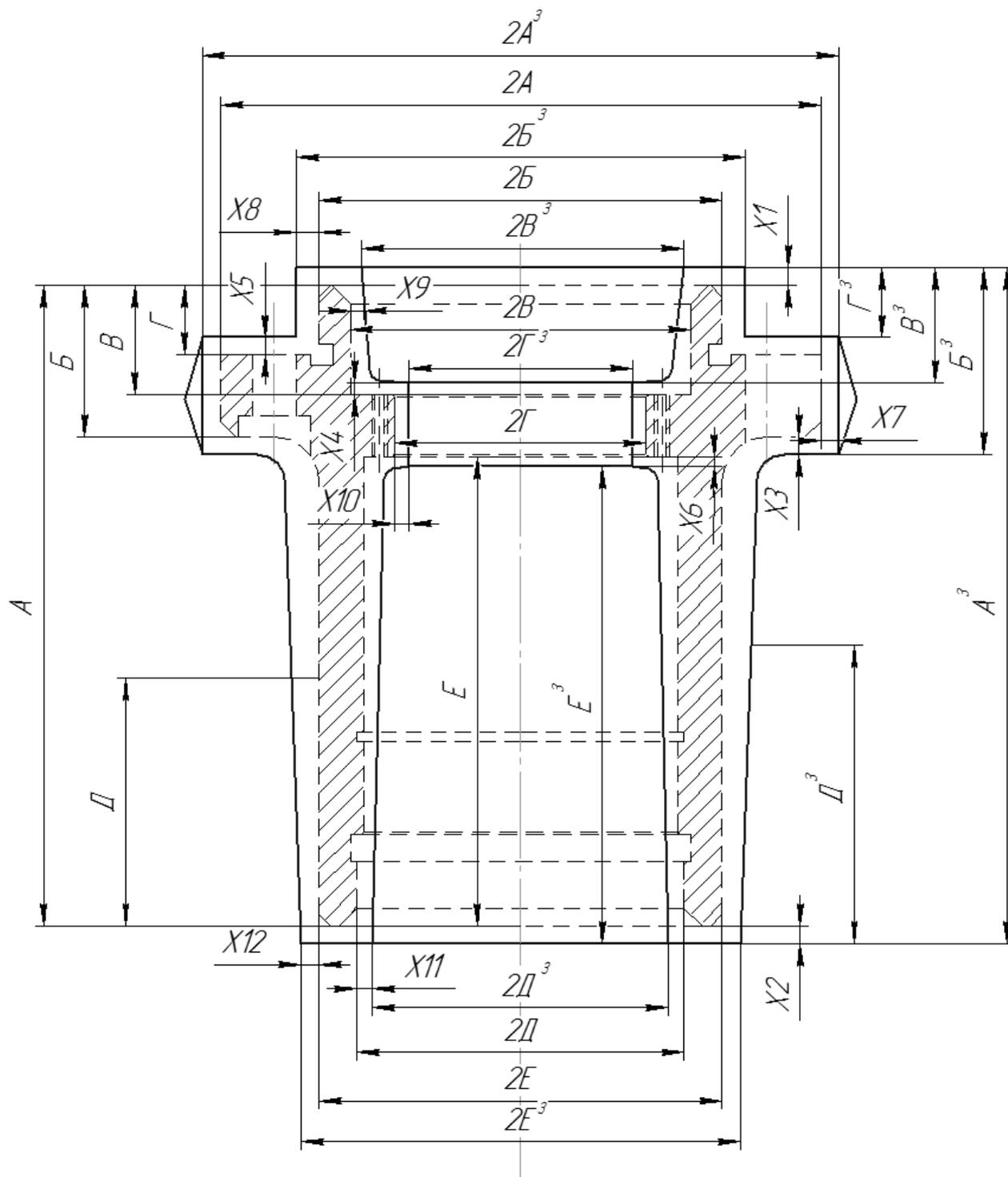


Рисунок 2 – Кодировка размеров

По ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски» определяем основные припуски на номинальные размеры детали. [4, с. 12, табл. 3]

Штамповочное оборудование: Горячештамповочный пресс

Дополнительные припуски, учитывающие:

- смещение разъема штампа – 0,2 мм [4, с. 14, табл. 4];
- отклонение от плоскости – 0,2 мм [4, с. 12, табл. 5].

Допуски на штамповку в зависимости от исходного индекса и габаритов штамповки принимаем по [4, с. 17, табл. 8].

Рассчитываем значения диаметров поверхностей исходной заготовки и внесем в таблицу 5.

$$B^3 = B + X_3 = 34 + 1,3 = 35,3 \text{ мм} \quad (12)$$

Рассчитаем величины размеров исходной заготовки в продольном направлении и внесем в таблицу 5.

$$2A^3 = 2A + X_7 * 2 = 120 + 1,5 * 2 = 123 \text{ мм} \quad (13)$$

Штамповочный уклон:

- на внутренней поверхности – не более 5°;
- на наружной поверхности – не более 3°;
- допускаемая величина остаточного слоя – 0,7 мм [4, с. 21, табл. 10];
- радиусы закругления наружных углов – 2,0 мм (минимальный) принимается 2,5 мм [4, с. 15, табл. 7];
- шероховатость поверхности заготовки – Rz 80 мкм

2.4 Маршрут обработки отдельных поверхностей детали

Таблица 6 – Маршруты обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	Операционные размеры		Точность поверхностей				Шероховатость Ra, мкм	Твердость, HRC	Технологический маршрут	Коэффициент трудоемкости
		d	l	Размеров, мм		Формы	Расположения				
				d	l						
1	П	85	140	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
2	К	4x45°	-	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
3	К	2,5x4 5°	-	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
4	Ц	85	17	6	6	0,0 12	0,00 5	0,4	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО+ Ш _{круг} (6)	3,6
5	П	120	17	8	8	-	0,08	3,2	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО+ Ш _{круг} (8)	3,4
6	Ц	10	105	13	13	-	-	12,5	35	Свер(13)+ТО	1,3
7	К	2,5x4 5°	-	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
8	Ц	120	17	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
9	Ц	20	-	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
10	Ц	85	100	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
11	Ц	85	56	7	7	-	-	1,6	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО+ Ш _{круг} (7)	3,5
12	П	85	140	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
13	Ц	11	14	13	13	-	-	12,5	35	Свер(13)+ТО	1,3
14	Ц	16	3	13	13	-	-	12,5	35	Свер(13)+ТО	1,3
15	Ц	72	25	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
16	П	72	25	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
17	Ц	52	14	6	6	0,0 1	-	0,4	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО +Ш _{внутр} (6)	3,6
18	Ц	M4	14	13	13	-	-	12,5	35	Сверл(13)+PH(13)+ТО	2,6
19	П	72	25	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
20	Ц	65	64	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
21	П	67	2	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
22											
23	П	75	6	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
24											
25	Ц	72	14	13	13	-	-	12,5	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО	2,2
26	Ц	65	21	6	6	0,0 12	0,00 5	0,4	35	T _{черн} (13)+T _{чист} (10)+ТО +Ш _{внутр} (6)	3,6

где: $T_{\text{чер}}$ – обтачивание черновое;
 $T_{\text{чист}}$ – обтачивание чистовое;
 РН – резьбонарезание;
 Свер – сверление;
 ТО – термообработка;
 $\text{Ш}_{\text{внутр}}$ - внутреннее шлифование;
 $\text{Ш}_{\text{круг}}$ - круглое шлифование.

2.5 Выбор технологических баз

При токарной обработке в качестве баз используем поверхности 25 и 15 с торцами 12 и 5.

В качестве баз при сверлении и резьбонарезании используем поверхности 10 и 12.

В плане обработки приведены условные обозначения принятых технологических баз на все операции технологического процесса изготовления корпуса.

Таблица 7 – Классификация технологических баз

№ операции	№ опорной точки	Наименование базы, № базовой поверхности	Характер проявления		Реализация				№ обрабатываемой поверхности	Единство баз	Постоянство баз
			Явная	Скрытая	Естественная	Искусственная	Станочное приспособление				
005 010	1,2,3 ,4	Двойная направляющая	-	+	-	+	Патрон трех- кулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2615-80	10,12,2 5,24,23 ,22,21, 20,19,7 ,9,1,2,3 ,4,5,15, 16,17	+	+	
	5	Опорная	+	-	+	-		+	+		
	6	Опорная	+	-	+	-		+	+		

Продолжение таблицы 7

015	1,2,3	Установочная	+	-	+	-	Кулачковая оправка ГОСТ 23857-91	13,14,6 ,8,18	+	+
	4,5	Направляющая	+	-	+	-			+	+
	6	Опорная	+	-	+	-			+	+
025	1,2,3 ,4	Двойная направляющая	-	+	-	+	Патрон мембранный ОСТ 3-3843-77	4,5,11	+	+
	5	Опорная	+	-	+	-			+	+
	6	Опорная	+	-	+	-			+	+
030	1,2,3	Установочная	-	+	-	+	Патрон мембранный ОСТ 3-3843-77	26,17	+	+
	4,5	Направляющая	+	-	+	-			+	+
	6	Опорная	+	-	+	-			+	+

2.6 Технологический маршрут изготовления детали

Таблица 8 – Выбор оборудования, разработка и проектирование операций

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
000	Заготовительная	Горячештамповочный пресс	Штамповать заготовку
005	Токарная (черновая)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6163Z	Установ А. Установить, снять заготовку. Точить поверхности 7,9,10,26,12,20,19 начерно.
			Установ Б. Установить, снять заготовку. Точить поверхность 8,5,4,2,1,15,16,17 начерно.
010	Токарная (чистовая)	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6163Z	Установ А. Установить, снять заготовку. Точить поверхности 10,9,7,25,26,20,19 начисто. Подрезать фаску 2,3. Точить проточку 21,22,23,24.
			Установ Б. Установить, снять заготовку. Точить поверхности 8,5,4,1,15,16,17 начисто. Подрезать фаску 2,3. Проточить канавку на торце 5.
015	Сверлильная	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6	Установить, снять заготовку. Просверлить отверстие 13,14. Просверлить сквозное отверстие 6. Просверлить отверстие и нарезать резьбу 18.

Продолжение таблицы 8

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции
020	Термическая обработка		Закалка
025	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-grind 2160 CNC	Установить, снять заготовку. Шлифовать поверхности 11,4
030	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок с ЧПУ I-grind 200D	Установить, снять заготовку. Шлифовать поверхности 26,17
035	Моечная	Камерная моечная машина	Промыть, обдуть горячим воздухом
040	Контрольная	Контрольный стол	Окончательно контролировать основные параметры

Таблица 9 - выбор инструментального обеспечения

Наименование операции	Режущий и вспомогательный инструмент	Контрольный инструмент
005 Токарная (черновая)	Резец токарный MCLNR 2020 R12, фирмы Sandvik; Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная, T15K6. $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$, $h=14$, $b=14$, $L=140$ ОСТ 2И.101-83	Калибр проходной ГОСТ 16085-80 Скоба проходная ГОСТ 18355-73

Продолжение таблицы 9

Наименование операции	Режущий и вспомогательный инструмент	Контрольный инструмент
010 Токарная (чистовая)	<p>Резец токарный MCLNR 2020 R12, фирмы Sandvik;</p> <p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина трехгранная, T15K6. $\varphi=92^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$, $h=14$, $b=14$, $L=140$</p> <p>ОСТ 2И.101-83</p> <p>Резец токарный подрезной отогнутый с пластинами из твердого сплава спец. заточки 20x16; T15K6</p> <p>ГОСТ 18880-73;</p> <p>Резец токарный фасонный из быстрорежущей стали P6M5</p> <p>ГОСТ 18875-73</p>	<p>Штангенциркуль ШЦ11-250-0,05 ГОСТ 166-89</p> <p>Индикатор ИЧ 0-10-0,01</p> <p>ГОСТ 577-68</p> <p>Калибр проходной ГОСТ 16085-80</p> <p>Угломер ГОСТ 5378-88</p>
015 Сверлильная	<p>Зенковка обратная автоматическая Ø16 мм</p> <p>Комбинированное сверло-метчик М4 из быстрорежущей стали P6M5</p> <p>ГОСТ 14952-75</p> <p>Сверло спиральное Ø11 мм P6M5K5, ГОСТ 10902-77;</p> <p>Фреза концевая Ø10 мм P6M5, ГОСТ 26595-85</p>	<p>Калибр резьбовой М4</p> <p>ГОСТ 6485-69</p> <p>Индикатор ИЧ 0-10-0,01</p> <p>ГОСТ 577-68</p>
020 Термическая	-	
025 Круглошлифовальная	<p>Шлифовальный круг 1 - 350x12/2x55 90A60K5V</p> <p>ГОСТ Р 52781-2008</p>	<p>Микрометр типа МЗ, ГОСТ 6507-80.</p> <p>Индикатор ИГМ, тип 1, ГОСТ 9696-61</p>
030 Внутришлифовальная	<p>Круг 2A50x40x13</p> <p>ЛКВ40 160/125 С1К27 100%</p> <p>ГОСТ Р 52781-2008</p>	<p>Нутромер SOLEX.</p> <p>Индикатор ИГМ, тип 1, ГОСТ 9696-61</p> <p>Профилометр Surfcomer SE500</p>
035 Моечная		
040 Контрольная		Контрольно-измерительная машина Hofler.

2.7 Определение режимов резания

2.7.1 Расчет на внутришлифовальную операцию 030;

Исходные данные:

- Деталь- корпус;
- Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88, 600 мПа;
- Заготовка – штамповка;
- Обработка – шлифовальная;
- Тип производства – среднесерийный;
- Приспособление – мембранный патрон.

Расчет режимов резания

- Глубина резания $t = 0,01$ мм. [2, с. 282]
- Скорость круга $V_k = 30$ м/с.
- Скорость заготовки $V_3 = 60$ м/мин.

8.1.3 Назначаем минутную подачу при шлифовании:

$$S = 0,25 * B = 0,25 * 40 = 10 \frac{\text{М}}{\text{МИН}} [2, \text{с. 286, табл. 38}] \quad (14)$$

где: B – толщина круга

$$S_o = S * \frac{\pi * d}{1000 * V_3} = \frac{3,14 * 47}{1000 * 65} = 0,03 \frac{\text{ММ}}{\text{ОБ}} \quad (15)$$

Рассчитываем частоту вращения круга :

$$n = \frac{1000 * V_k * 60}{\pi * D_k} \quad (16)$$

где $D_k = 50$ мм - диаметр шлифовального круга.

$$n = \frac{1000 * 30 * 60}{3,14 * 50} = 11465 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка $n_k = 11000$ об/мин

Рассчитаем частоту вращения заготовки для максимального диаметра:

$$n = \frac{1000 * V_3}{\pi * D_3} = \frac{1000 * 60}{3,14 * 65} = 146,9 \quad (17)$$

Принимаем по паспорту станка $n_3 = 140$ об/мин

Назначаем эффективную мощность:

$$N = C_N * V_3^r * t^x * s^y * d^q \quad (18)$$

где: $C_N = 0,27$ - поправочный коэффициент; [2, с. 273]

r,x,y, q – показатели степени; x = 0,4; y=0,4; r= 0,5;q=0,3; [2, с. 273]

$$N = 0,27 * 60^{0,5} * 0,0025^{0,4} * 0,03^{0,4} * 47^{0,3} = 0,13 \text{ кВт}$$

Проверим мощность станка:

$$N_e \leq N_{\text{Э,дв}} * \eta, \quad (19)$$

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

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия привода

$$0,13 \leq 10 * 0,9 = 0,13 \leq 9$$

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

2.7.2 Расчет на сверлильную операцию 015;

Исходные данные:

- Деталь- корпус;
- Материал – Сталь 45 ГОСТ 1050-88, 600 мПа;
- Заготовка – штамповка;
- Обработка – сверлильная;
- Тип производства – среднесерийный;

- Приспособление – кулачковая оправка ГОСТ 23857-91.

Структура операции:

Переход 1: Сверлить отверстие 13, выдержать размер \varnothing 11мм;

Переход 2: Зенкеровать отверстие 13, выдержать размер \varnothing 16 мм;

Переход 3: Сверлить отверстие 18, выдержать размер \varnothing 4 мм.

Произведем выбор инструмента:

Переход 1: Сверло спиральное \varnothing 11мм ГОСТ 10902-77; $l = 40$ мм;
P6M5K5;

Переход 2: Зенковка обратная автоматическая \varnothing 16, P6M5

Переход 3: Комбинированное сверло-метчик М4 ГОСТ 14952-75;

$l = 40$ мм; P6M5;

Данные станка:

- Модель - многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6

Расчет режимов резания:

Переход 1: $t=D/2 = 11/2=5,5$ мм.

Назначим подачу станка: [2, с. 277]

$$S = 0,08 - 0,10 \text{ мм/об} \quad (20)$$

Определим расчетную скорость резания: [2, с. 276]

$$V = \frac{C_u * D^q}{T^m * S^y} * K_u \quad (21)$$

где $C_u=7,0$ - поправочный коэффициент; [2, с. 278]

$T = 40$ мин - стойкость инструмента;

$m=0,2$; $q=0,4$; $y=0,7$ - показатели степени;

K_u - коэффициент, учитывающий условия резания:

$$K_u = K_{mv} * K_{uv} * K_{iv} \quad (22)$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

K_{iv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$$K_{mu} = K_{\Gamma} * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right) \quad (23)$$

где $K_{\Gamma} = 1,0$ - коэффициент, характеризующий группу стали;

$n_u = 0,9$ - показатель степени

$$K_{mu} = 1,0 * \left(\frac{750}{650}\right)^{0,9} = 1,14;$$

$$K_u = 1,0 * 0,8 * 1,14 = 0,91;$$

$$V_{\text{пер } 1} = \frac{7,0 * 11^{0,4}}{45^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,91 = 41,4 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

$$V_{\text{пер } 2} = \frac{7,0 * 16^{0,4}}{45^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,91 = 47,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

$$V_{\text{пер } 3} = \frac{7,0 * 4^{0,4}}{45^{0,2} * 0,1^{0,7}} * 0,91 = 27,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

Определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} \quad (24)$$

$$n_{\text{пер } 1} = \frac{1000 * 41,4}{3,14 * 11} = 1198,6 \text{ МИН}^{-1};$$

$$n_{\text{пер } 2} = \frac{1000 * 47,7}{3,14 * 16} = 949,4 \text{ МИН}^{-1};$$

$$n_{\text{пер } 3} = \frac{1000 * 27,7}{3,14 * 4} = 2205,4 \text{ МИН}^{-1}$$

Принимаем по паспорту станка:

$$n_{\text{пер } 1} = 1200 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\text{пер } 2} = 960 \text{ мин}^{-1};$$

$$n_{\text{пер } 3} = 2250 \text{ мин}^{-1};$$

Определим крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10C_{\text{м}} * D^q * S^y * K_p \quad (25)$$

Определим осевую силу:

$$P_o = 10C_p * D^q * S^y * K_p \quad (26)$$

где $C_{\text{м}} = 0,0345$; $C_p = 68$ - поправочные коэффициенты;

для крутящего момента $q = 2,0$; $y=0,8$;

для осевой силы $q = 1,0$; $y=0,7$;

K_p - поправочный коэффициент:

$$K_p = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right) \quad (27)$$

где $n=0,75$ - показатель степени;

$$K_p = (650/750)^{0,75} = 0,89;$$

$$M_{\text{кр (пер1)}} = 10 * 0,0345 * 11^2 * 0,1^{0,8} * 0,89 = 5,9 \text{ Н * м};$$

$$M_{\text{кр (пер2)}} = 10 * 0,0345 * 16^2 * 0,1^{0,8} * 0,89 = 12,6 \text{ Н * м};$$

$$M_{\text{кр (пер3)}} = 10 * 0,0345 * 4^2 * 0,1^{0,8} * 0,89 = 0,78 \text{ Н * м};$$

$$P_{o(\text{пер1})} = 10 * 68 * 11^1 * 0,1^{0,7} * 0,89 = 1331,4 \text{ Н};$$

$$P_{o(\text{пер2})} = 10 * 68 * 16^1 * 0,1^{0,7} * 0,89 = 1936,6 \text{ Н};$$

$$P_{o(\text{пер1})} = 10 * 68 * 4^1 * 0,1^{0,7} * 0,89 = 484,1 \text{ Н}$$

Режимы резания на остальные операции техпроцесса, рассчитаем табличным методом, пользуясь справочником [3, с. 18-245]

Таблица 10 - Определение режимов резания табличным методом

№ оп.	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t, мм	Табличная подача S, мм/об	Табличная скорость резания V, м/мин	Частота вращения шпинделя n, об/мин
005	Токарная (черновая) Установ А	Точить Ø 85;	1,2	0,5	146,8	700
		Точить Ø 65	1,2	0,5	123,2	800
	Токарная (черновая) Установ Б	Точить Ø 120;	1,2	0,5	278,5	630
		Точить Ø 85;	1,2	0,5	146,8	700
Точить Ø 72;		1,2	0,5	113,9	950	
	Точить Ø 52;	1,2	0,5	201,0	1250	
010	Токарная (чистовая) Установ А	Точить Ø 85;	0,4	0,25	356,4	1000
		Точить Ø 65;	0,4	0,25	193,1	1000
	Токарная (чистовая) Установ Б	Точить Ø 120;	0,4	0,25	439,6	1000
		Точить Ø 85;	0,4	0,25	356,4	1000
Точить Ø 72;		0,4	0,25	228,6	1500	
	Точить Ø 52;	0,4	0,25	316,5	2000	
015	Сверлильная	Сверлить Ø 11	5,5	0,08	41,4	1200
		Сверлить Ø 16	8	0,08	47,7	960
		Сверлить Ø 4	2	0,08	27,7	2250
		Фрезеровать Ø 11;	5,5	0,08	50,2	1400
		Нарезать резьбу М4	2	0,1	35,1	900
025	Кругло-шлифовальная	Шлифовать Ø 85	0,07	0,4	35	240
030	Внутришлифовальная	Шлифовать Ø 52	0,01	0,03	50	140

2.8 Нормирование технологических операций

Расчет норм времени на внутришлифовальную операцию 030.

2.8.1 Определим основное технологическое время выполнения операции: [5, с. 55]

$$T_o = \frac{L_o * a}{S_{мин}} \quad (28)$$

где a - припуск на шлифование.

$$T_o = \frac{65 * 0,06}{10} = 0,39 \text{ мин}$$

2.8.2 Рассчитаем вспомогательное время, мин: [5, с. 101]

$$T_v = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) * K_{ср} \quad (29)$$

где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие заготовки, мин; [5, с. 197, табл. 5.1]

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали, мин; [5, с. 201, табл. 5.7]

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин; [5, с. 205, табл. 5.9]

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин; [5, с. 206, табл. 5.10]

$K_{ср} = 1,85$ - коэффициент для среднесерийного производства.

$$T_v = 0,04 + 0,024 + 0,14 + 0,08 * 1,85 = 0,52 \text{ мин}$$

2.8.3 Рассчитаем операционное время, мин:

$$T_{оп} = T_v + T_o = 0,39 + 0,52 = 0,91 \text{ мин} \quad (30)$$

2.8.4 Рассчитаем время на обслуживание рабочего места, отдых, мин:

$$T_{об} = T_{оп} \frac{a}{100} \quad (31)$$

где a - процент, зависящий от типа оборудования; [5, с. 209, табл. 5.17]

$$T_{об} = 0,91 * \frac{15}{100} = 0,13 \text{ мин}$$

2.8.5 Определим величину штучного времени, мин: [2, с. 56]

$$T_{шт} = T_o + T_e + T_{об} = 0,91 + 0,52 + 0,13 = 1,56 \text{ мин} \quad (32)$$

2.8.6 Определим величину штучно-калькуляционного времени, мин :
[2, с. 56]

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (33)$$

где $T_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время на обработку партии заготовок, мин;

n - количество заготовок в партии запуска;

$T_{п.з.}$ для шлифовальной операции 18 мин

$$T_{шт-к} = 1,56 + \frac{18}{237} = 1,63 \text{ мин}$$

Аналогично рассчитываем нормы времени на остальные операции.

Таблица 11 - Нормы времени

№ оп.	Наименование оп.	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб мин	Тшт мин	Тшт-к мин
005	Токарная (черновая) Установ А	1,86	0,33	2,19	0,33	2,52	2,6
	Токарная (черновая) Установ Б	1,31	0,33	1,64	0,24	1,88	1,95
010	Токарная (чистовая) Установ А	0,86	0,33	1,19	0,18	1,37	1,44
	Токарная (чистовая) Установ Б	1,01	0,33	1,34	0,2	1,54	1,61
015	Сверлильная (Поз 1)	1,08	0,41	1,49	0,22	1,71	1,78
	Сверлильная (Поз 2)	1,44	0,38	1,82	0,27	2,09	2,16
	Сверлильная (Поз 3)	1,26	0,35	1,61	0,24	1,85	1,92
	Сверлильная (Поз 4)	1,11	0,33	1,44	0,21	1,65	1,72
025	Кругло- шлифовальная	0,61	0,52	1,13	0,17	1,3	1,37
030	Внутришлифо- вальная	0,39	0,52	0,91	0,13	1,56	1,63

3 Проектирование приспособления

Представленная кулачковая оправка используется на сверлильной операции. Данное приспособление позволяет осуществить закрепление заготовки, необходимое для многопереходной обработки отверстий, что исключает необходимость проектирования дополнительного станова.

3.1 Описание конструкции станочного приспособления

Кулачковая оправка устанавливается на конец шпинделя и крепится с помощью болтов 16. Патрон состоит из корпуса 11, клинового механизма 14 и подкулачника 13. К подкулачникам винтами 15 крепятся сменные кулачки 12. Клин 15 крепится к винту 10 с помощью гайки. Винт 10 соединяется с тягой 8 с помощью муфты 9. Тяга 8 вкручивается в шток и затягивается с помощью гайки 17. Шток устанавливается в конусное отверстие поршня 4, и затягивается гайкой 5 со стопорным винтом 18.

Для предотвращения ударов поршня о стенки корпуса 7 и крышки 2 на поршне установлены демпферы 3

Для предотвращения перепускания воздуха при работе поршня в пневмоцилиндре, на поршне 4 и крышке 2 устанавливаются уплотнительные кольца 19.

3.2 Описание работы приспособления

Оправка работает следующим образом: при подаче воздуха через штуцеры в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 4 через шток 6, тягу 8, муфту 9 и винт 10 сдвигается вверх задвигая клин 14 в подкулачник 13. За счет это из подкулачника под действием клинового механизма выдвигаются сменные кулачки 12 осуществляя зажим заготовки.

Сборочный чертеж агрегатного зажимного приспособления представлен в графической части данной работы.

4 Проектирование режущего инструмента

Конфигурация детали "Корпус" на большинстве операциях позволяет осуществлять обработку односоставным или многосоставным механизированным инструментом. Благодаря широкому применению станков с ЧПУ, деталь можно обрабатывать поочередно или одновременно несколькими инструментами не меняя базирования заготовки.

Однако на сверлильной операции 015 возникает затруднение обработки. Необходимо просверлить двухступенчатое отверстие $\varnothing 11$ и $\varnothing 16$, где больший диаметр находится с обратной стороны торца. Используя простое спиральное сверло, возникает необходимость разработки дополнительного установа, на котором будет осуществляться зенковка под $\varnothing 16$. При этом, из-за повышенной длины заготовки, необходимо использовать сверло нестандартной длины, что повлечет за собой повышенное биение.

Решением данной проблемы послужило использование обратной автоматической зенковки для сверлильных станков с ЧПУ. Данный тип сверла предназначен для обработки торцов отверстий, расположенных внутри замкнутого пространства заготовки. Зенковка включает корпус 11, к которому прикреплен фланец 12. В корпусе закреплен сменный хвостовик 3, в котором на оси 14 размещен поворотный резец 13. На хвостовик 3 по шпонке 4 надета сменная обойма 1, которая с помощью гайки 5 присоединяется к ползуну 6, имеющему возможность во взаимодействии с пружиной 7 перемещаться по цилиндрической посадке H7/f7 вдоль оси зенковки. На ползуне 6 расположена втулка 8, на которой равномерно размещены шесть шипов 9. Шипы 9 входят в пазы фланца 12, имеющего на торце двенадцать зубьев, между которыми расположены впадины в виде полуцилиндров с радиусом, равным радиусу шипов. Против зубьев фланца 12 расположены со смещением 15° зубья венца 10.

В рабочем положении режущая кромка резца 13 расположена перпендикулярно к оси зенковки и удерживается в этом положении пружиной 2. По окончании подрезки торца зенковку перемещают в направлении обрабатываемой детали. После того как гайка 5 упрется в деталь, ползун 6, сжимая пружину 7, перемещает шипы 9 до их выхода из пазов фланца 12.

Зубья венца 10 направляют шипы 9 во впадины фланца 12, и все подвижные части зенковки фиксируются в крайнем, ближнем к корпусу 11 положении. При этом обойма 1 поворачивает (сжимая пружину 2) резец 13 вокруг оси 14 и удерживает его в пазу хвостовика 3. В таком положении зенковка может быть извлечена из отверстия обрабатываемой детали.

Для подрезки следующего торца зенковку вводят в отверстие с упором в деталь до тех пор, пока шипы 9 не перейдут из впадин в пазы фланца 12. Обойма 1 переместится в крайнее, дальнее от корпуса 11 положение, в резец 13 под действием пружины 2 выдвинется в окно обоймы.

Сборочный чертеж обратной автоматической зенковки представлен в графической части данной работы. Спецификация к чертежу представлена в приложении.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Технологическая характеристика объекта

Таблица 12 - Технологический паспорт объекта

№ оп	Наименование операции	Вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего операцию	Оборудование	Материалы вещества
000	Заготовительная	Штамповка	Оператор	Горячештамповочный пресс	
005	Токарная (черновая)	Точение	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6163Z	Твердосплав T15K6; СОЖ
010	Токарная (чистовая)	Точение, подрезание канавки	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ DMTG SKE6163Z	Твердосплав T15K6; Быстрорежущая сталь P6M5 СОЖ
015	Сверлильная	Сверление	Оператор станков с ЧПУ	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6	Быстрорежущая сталь P6M5 Масло
020	Термическая	Закалка и низкий отпуск	Термист		
025	Круглошлифовальная	Шлифование	Оператор станков с ЧПУ	Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-grind 2160 CNC	Абразивные материалы, алмазосодержащие материалы, СОЖ
030	Внутришлифовальная	Шлифование	Оператор станков с ЧПУ	Внутришлифовальный станок с ЧПУ I-grind 200D	Абразивные материалы, алмазосодержащие материалы, СОЖ
035	Моечная	Мойка	Мойщик	Камерная моечная машина	СОЖ
040	Контрольная	Измерение	Контролер	Контрольный стол	

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 13 - Идентификация профессиональных рисков

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
000	Заготовительная	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; движущиеся механизмы и машины; повышенные уровни шума и вибрации; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест;	Производственный цех, оборудование, материал изделия производства.
005	Токарная (черновая)	Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.	Производственный цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.

Продолжение таблицы 13

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
010	Токарная (чистовая)	Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.	Производственный цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
015	Сверлильная	Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.	Производственный цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.

Продолжение таблицы 13

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
020	Термическая	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест	Производственный цех; оборудование; материал изделия производства.
025	Кругло-шлифовальная	Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ.	Производственный цех; оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
030	Внутри-шлифовальная		
035	Моечная	Высокие влажность и скорость движения воздуха.	Пары моечной жидкости
040	Контрольная	Повышенная яркость света и пульсация светового потока	Производственный цех

5.3 Метода и средства снижения профессиональных рисков

Таблица 14 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№ оп	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
000	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; движущиеся механизмы и машины; повышенные уровни шума и вибрации; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест;	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; ограждения и разметка зон повышенной опасности; стационарное освещение на рабочих местах.	СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда
005	Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.	Беспрерывная подача СОЖа на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	СИЗ; беруши, респиратор; защитные очки; спец. одежда.

Продолжение таблицы 14

№ оп	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
010	Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.	Беспрерывная подача СОЖа на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	СИЗ; беруши, респиратор; защитные очки; спец. одежда.
015	Недостаточная освещенность рабочих мест; повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенная температура поверхностей оборудования и материала; химический ожог кожного покрова.	Стационарное освящение на рабочих местах; защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования;	СИЗ; беруши, респиратор; защитные очки; спец. одежда.
020	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; стационарное освящение на рабочих местах;	СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.

Продолжение таблицы 14

№ оп	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
025	Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ.	Защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.
030	Химический ожог кожного покрова; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений; испарение токсичных веществ.	Защитный экран рабочей зоны; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	СИЗ; беруши, респиратор; спец. одежда.
035	Высокая влажность и скорость движения воздуха.	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	СИЗ; Спец. одежда.
040	Повышенная яркость света и пульсация светового потока	Искусственное подавление светового потока.	СИЗ; Спец. одежда.

5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Таблица 15 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ оп	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
000	Металлургическое производство	Горячештамповочный пресс	A2; B1;B2	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
005	Механосборочное производство	Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
010	Механосборочное производство	Токарный станок с ЧПУ DMTG СКЕ6163Z	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение таблицы 15

№ оп	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
015	Механосборочное производство	Многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
020	Механосборочное производство		A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
025	Механосборочное производство	Круглошлифовальный станок с ЧПУ R-grind 2160 CNC	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение таблицы 15

№ оп	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
030	Механосборочное производство	Внутришлифовальный станок с ЧПУ I-grind 200D	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
035	Механосборочное производство	Камерная моечная машина	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
040	Контрольно-измерительная лаборатория	Контрольный стол	A2; B1;B2; E	Пламя и искры;	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 16 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализации
Вода; Песок; Земля	Пожарный автомобиль	Водяная и порошковая система	Пожарный извещатель прибор управления	Пожарный кран; огнетушитель	Перчатки; очки; шлем;	Лом; лопата; топор; багор.	Автоматическая установка пожарной сигнализации

6 Экономическая эффективность работы

Таблица 17 – Основные данные сравниваемых вариантов

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>Операция 015 – Сверлильная</p> <p>На операции 015 осуществляется сверление отверстий</p> <p><u>Оборудование</u> – многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6.</p> <p><u>Оснастка</u> – Агрегатное приспособление.</p> <p><u>Инструмент</u> – сверло спиральное.</p>	<p>Операция 015 – Сверлильная</p> <p>На операции 015 осуществляется сверление отверстий</p> <p><u>Оборудование</u> – многоцелевой вертикальный станок с ЧПУ ГФ217С6.</p> <p><u>Оснастка</u> – Агрегатное приспособление.</p> <p><u>Инструмент</u> – зенковка обратная автоматическая.</p>
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная.</p> <p>Материал корпуса: Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p> <p>Масса детали: 6,46 кг;</p> <p>Масса штамповки: 9,7 кг.</p>	

Таблица 18 – Исходные данные необходимые для расчета сравниваемых вариантов.

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в т.ч. машинное время	$T_{шт}, мин.$	3,13	2,09
		$T_{маш}, мин.$	2,16	1,44

Продолжение таблицы 18

3	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{ТР.ПР}$, час	—	
4	Часовая тарифная ставка: - Рабочего-оператора 4 разряда: - Наладчиков 6 разряда:	$C_{Ч}$, руб. $C_{ЧН}$, руб.	72,24 93,81	
5	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{Ч.ТЕХ}$, руб/час	—	
6	Цена единицы оборудования	$Ц_{ОБ}$, руб.	1991310	1991310
7	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{Р.ОБ}$, руб.	99565,5	99565,5
8	Установленная мощность электродвигателя станка	$M_{У}$, кВт.	13	13
9	Тариф платы за электроэнергию	$Ц_{Э}$, руб./кВт	2,582	2,582
10	Цена единицы приспособления	$Ц_{ПР}$, руб.	18154,8	18154,8
11	Выручка от реализации изношенного приспособления (20% от цены)	$B_{Р.ПР}$, руб.	3630,96	3630,96
12	Цена (себестоимость изготовления) единицы инструмента	$Ц_{И}$, руб.	34	555,2
13	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов на ОСтавку инструмента	$K_{ТР}$	1,02	1,02
14	Выручка от реализации изношенного инструмента по цене металлолома (20% от цены)	$B_{РИ}$, руб.	6,8	111,04
15	Количество переточек инструмента до полного износа	$H_{ПЕР}$	62	0

Продолжение таблицы 18

16	Стоимость одной переточки	$C_{ПЕР}, руб.$	114,72	0
17	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$	1,1	1,1
18	Стойкость инструмента между переточками	$T_{И}, час.$	0,5	6
19	Удельный расход воды для охлаждения на один час работы станка	$У_{В}, м^3/час$	0,6	0,6
20	Площадь, занимаемая одним станком	$P_{УД}, м^2$	8,1	8,1
21	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	$K_{Д.ПЛ}$	4,0	4,0
22	Стоимость эксплуатации 1м2 площади здания в год	$Ц_{ПЛ}, руб/м^2$	4500	4500
23	Затраты на разработку одной программы	$З_{У.П}, руб.$	50000	50000
24	Период выпуска деталей данного наименования	$T_{ПЕР}, лет$	3	3
25	Величина запуска деталей (размер партии запуска)	$H_{ЗАП}, шт$	63	63
26	Межоперационное время на передачу партии деталей	$T_{МО}, час$	0,5	0,5
27	Коэффициент, учитывающий потребность в восстановлении программы для станков с ЧПУ	$K_{В.ПР}$	1,1	1,1

6.1 Определим количество оборудования и коэффициент загрузки

Все неуказанные коэффициенты взяты с методики [6, прил.1-11]

$$N_{\text{ОБ.РАСЧ}} = \frac{T_{\text{шт}} \cdot \Pi_{\Gamma}}{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}} \quad (34)$$

Базовый вариант:

$$N_{\text{ОБ.РАСЧ}} = \frac{3,13 \cdot 10000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,108 = 1 \text{шт.}$$

Проектный вариант:

$$N_{\text{ОБ.РАСЧ}} = \frac{2,09 \cdot 10000}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,072 = 1 \text{шт.}$$

$$K_{3, \text{СР}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_3}{m} \quad (35)$$

$$K_{3, \text{СР} \langle \text{ГАЗ} \rangle} = \frac{0,108}{1} = 0,108$$

$$K_{3, \text{СР} \langle \text{ИР} \rangle} = \frac{0,072}{1} = 0,072$$

6.1.1 Определим дополнительные данные для станков с ЧПУ

$$N_{\text{ДЕТ}} = \sum_1^m \frac{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60}{T_{\text{шт}} \cdot \Pi_{\Gamma}} \quad (36)$$

Базовый вариант:

$$N_{\text{ДЕТ}} = \frac{4015 \cdot 60}{3,13 \cdot 10000} = 7,7 \approx 8 \text{шт.}$$

Проектный вариант:

$$N_{\text{ДЕТ}} = \frac{4015 \cdot 60}{2,09 \cdot 10000} = 11,6 \approx 12 \text{шт}$$

$$\Pi_{\text{СУТ}} = \frac{\Pi_{\Gamma}}{360} \quad (37)$$

$$\Pi_{\text{CUT}} = \frac{10000}{360} = 27,777 \approx 28$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{H_{\text{зап}} \cdot T_{\text{шт}} + 2 \cdot T_{\text{МО}}}{16} \quad (38)$$

$$T_{\text{ц(ГАЗ)}} = \frac{63 \cdot 3,13 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 0,268$$

$$T_{\text{ц(ИР)}} = \frac{63 \cdot 2,09 / 60 + 2 \cdot 0,5}{16} = 0,199$$

6.2 Определим капитальные вложения по сравниваемым вариантам

$$K_{\text{ОБ}} = \sum_1^m H_{\text{ОБ}} \cdot K_3 \cdot \text{ц}_{\text{ОБ}} \quad (38)$$

$$K_{\text{ОБ(ГАЗ)}} = (0,108) \cdot 1991310 = 215061,48 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБ(ИР)}} = (0,072) \cdot 1991310 = 143374,31 \text{ руб.}$$

6.2.1 Определим сопутствующие капитальные вложения

$$З_{\text{ПР}} = T_{\text{ТР.ПР}} \cdot C_{\text{ч.ТЕХ}} \quad (39)$$

$$З_{\text{ПР(ПР)}} = 720 \cdot 77,8 = 56013,96 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{МОИТ}} \quad (40)$$

$$K_{\text{М(ГАЗ)}} = 215061,48 \cdot 0,21 = 45162,91 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{М(ИР)}} = 143374,31 \cdot 0,21 = 30108,60 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ТР}} = K_{\text{ОБ}} \cdot 0,05 \quad (41)$$

$$K_{\text{ТР(ГАЗ)}} = 215061,48 \cdot 0,05 = 10753,07 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ТР(ИР)}} = 143374,31 \cdot 0,05 = 7168,71 \text{ руб.}$$

$$K_{IP} = \sum_1^m H_{IP} \cdot K_3 \cdot U_{IP} \quad (42)$$

$$K_{IP \text{ (43)}} = 0,108 \cdot 18154,8 = 1960,72 \text{ руб.}$$

$$K_{IP \text{ (IP)}} = 0,072 \cdot 18154,8 = 1307,14 \text{ руб.}$$

$$K_{II} = \sum_1^m \frac{U_{II} \cdot T_{МАШ} \cdot \Pi_{Г} \cdot K_{УБ}}{T_{II} \cdot (H_{ПЕР} + 1) \cdot 60} \quad (43)$$

$$K_{II \text{ (43)}} = \frac{34 \cdot 2,6 \cdot 10000 \cdot 1,1}{0,5 \cdot (2 + 1) \cdot 60} = 514,5 \text{ руб.}$$

$$K_{II \text{ (IP)}} = \frac{555,2 \cdot 1,44 \cdot 10000 \cdot 1,1}{6 \cdot (1 + 1) \cdot 60} = 24428,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{Э.ПЛ}} = \sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{УД} \cdot K_{Д.ПЛ} \cdot U_{\text{Э.ПЛ}} \quad (44)$$

$$K_{\text{Э.ПЛ} \text{ (43)}} = 0,108 \cdot 8,1 \cdot 4,0 \cdot 4500 = 15746,4 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{Э.ПЛ} \text{ (IP)}} = 0,072 \cdot 8,1 \cdot 4,0 \cdot 4500 = 10497,6 \text{ руб.}$$

$$K_A = 0,06 \cdot \sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot U_{OB} \quad (45)$$

$$K_A \text{ (43)} = 0,06 \cdot 0,108 \cdot 1991310 = 12903,68 \text{ руб.}$$

$$K_A \text{ (IP)} = 0,06 \cdot 0,072 \cdot 1991310 = 8602,46 \text{ руб.}$$

$$HЗП = \Pi_{CVT} \cdot T_{Ц} \cdot C_{TEX} \quad (46)$$

$$HЗП \text{ (43)} = 28 \cdot 0,268 \cdot 11,54 = 86,6 \text{ руб.}$$

$$HЗП \text{ (IP)} = 28 \cdot 0,199 \cdot 12,204 = 68 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}} = Z_{\text{ПР}} + K_M + K_{\text{ТР}} + K_{\text{ПР}} + K_H + K_{\text{Э.ПЛ}} + K_A + \text{НЗП} \quad (47)$$

$$K_{\text{СОП}(\text{ГАЗ})} = 45162,91 + 10753,07 + 1960,72 + 514,5 + 15746,4 + 12903,68 + 86,6 = 87128,6 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{СОП}(\text{ПР})} = 56013,96 + 30108,6 + 7168,71 + 1307,14 + 24428,8 + 10497,6 + 8602,46 + 68 = 138195,27 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}} = K_{\text{ОБ}} + K_{\text{СОП}} \quad (48)$$

$$K_{\text{ОБЩ}(\text{ГАЗ})} = 215061,48 + 87128,9 = 302190,1 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ОБЩ}(\text{ПР})} = 143374,31 + 138195,27 = 281569,58 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{УД}} = \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{\Pi_{\Gamma}} \quad (49)$$

$$K_{\text{УД}(\text{ГАЗ})} = \frac{302190,1}{10000} = 30,22 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{УД}(\text{ПР})} = \frac{281569,58}{10000} = 28,16 \text{ руб.}$$

6.3 Определим технологическую себестоимость на оба варианта

$$Z_{\text{ПЛ.ОП}} = \frac{\sum T_{\text{ШГ}} \cdot C_{\text{Ч}}}{60} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{ВН}} \quad (50)$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП}(\text{ГАЗ})} = \frac{3,13 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 7,27 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.ОП}(\text{ПР})} = \frac{2,09 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,08 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 4,85 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.Н}} = \frac{\Phi_{\text{ЭР}} \cdot C_{\text{ЧН}} \cdot H_{\text{ОБ.ОБЩ}} \cdot K_{\text{З.СР}}}{H_{\text{ОБСЛ}} \cdot \Pi_{\Gamma}} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \quad (51)$$

$$Z_{\text{ПЛ.Н}(\text{ГАЗ})} = \frac{1731 \cdot 96,81 \cdot 1 \cdot 0,108}{17 \cdot 10000} \cdot 1,12 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 = 0,17 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ПЛ.Н}}(\text{IP}) = \frac{1731 \cdot 93,81 \cdot 1 \cdot 0,072}{17 \cdot 10000} \cdot 1,12 \cdot 1,14 \cdot 1,1 \cdot 1,08 \cdot 1,1 = 0,11 \text{ руб}$$

$$H_{\text{ЗПЛ}} = (Z_{\text{ПЛ.ОП}} + Z_{\text{ПЛ.Н}}) \cdot K_C \quad (52)$$

$$H_{\text{З.ПЛ}}(\text{АЗ}) = (4,27 + 0,17) \cdot 0,3 = 2,23 \text{ руб}$$

$$H_{\text{З.ПЛ}}(\text{IP}) = (4,85 + 0,11) \cdot 0,3 = 1,49 \text{ руб}$$

6.3.1 Определим расходы по содержанию и эксплуатации оборудования

$$P_{\text{Р.ОБ}} = \frac{\sum_1^m (U_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{МОИТ}} - B_{\text{Р.ОБ}}) \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}} \cdot K_P \quad (53)$$

$$P_{\text{Р.ОБ}}(\text{АЗ}) = \frac{(991310 \cdot 1,21 - 99565,5) \cdot 1 \cdot 0,108}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,68 \text{ руб}$$

$$P_{\text{Р.ОБ}}(\text{IP}) = \frac{(991310 \cdot 1,21 - 99565,5) \cdot 1 \cdot 0,072}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2} = 0,45 \text{ руб}$$

$$P_A = \frac{\sum_1^m (U_{\text{ОБ}} \cdot K_{\text{МОИТ}} - B_{\text{Р.ОБ}}) \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}} \cdot 100} \cdot H_A \quad (54)$$

$$P_A(\text{АЗ}) = \frac{(991310 \cdot 1,21 - 99565,5) \cdot 1 \cdot 0,108}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} = 0,006 \text{ руб}$$

$$P_A(\text{IP}) = \frac{(991310 \cdot 1,21 - 99565,5) \cdot 1 \cdot 0,072}{4015 \cdot 60 \cdot 1,2 \cdot 100} = 0,005 \text{ руб}$$

$$P_{\text{Э}} = \frac{\sum_1^m M_{\text{У}} \cdot T_{\text{МАШ}}}{\text{КПД} \cdot 60} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot K_M \cdot K_B \cdot K_{\text{П}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}} \quad (55)$$

$$P_{\text{Э}}(\text{АЗ}) = \frac{13 \cdot 2,16}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,95 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 1,07 \cdot 2,582 = 0,81 \text{ руб}$$

$$P_{\text{Э}}(\text{IP}) = \frac{13 \cdot 1,44}{0,9 \cdot 60} \cdot 0,95 \cdot 0,78 \cdot 0,76 \cdot 1,07 \cdot 2,582 = 0,54 \text{ руб}$$

$$P_{CЖ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \Phi_{\varnothing} \cdot Y_{CЖ} \cdot \Pi_{CЖ} \quad (60)$$

$$P_{CЖ(43)} = \frac{1 \cdot 0,108}{10000} \cdot 4015 \cdot 0,14 \cdot 0,28 = 0,001 \text{ руб}$$

$$P_{CЖ(IP)} = \frac{1 \cdot 0,072}{10000} \cdot 4015 \cdot 0,14 \cdot 0,28 = 0,001 \text{ руб}$$

$$P_{ПЛ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{уд} \cdot K_{д.ПЛ}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \Pi_{\varnothing.ПЛ} \quad (61)$$

$$P_{ПЛ(43)} = \frac{K_{ПЛ(43)}}{\Pi_{\Gamma}} = \frac{15746,4}{10000} = 1,574 \text{ руб}$$

$$P_{ПЛ(IP)} = \frac{K_{ПЛ(IP)}}{\Pi_{\Gamma}} = \frac{10497,6}{10000} = 1,05 \text{ руб}$$

$$P_{Y.ПР} = \frac{\sum_{i=1}^m Z_{YП} \cdot K_3 \cdot H_{ДЕТ} \cdot K_{B.ПР}}{T_{ПЕР} \cdot \Pi_{\Gamma}} \quad (62)$$

$$P_{Y.ПР(43)} = \frac{50000 \cdot 0,108 \cdot 8 \cdot 1,1}{3 \cdot 10000} = 1,584$$

$$P_{Y.ПР(IP)} = \frac{50000 \cdot 0,072 \cdot 12 \cdot 1,1}{3 \cdot 10000} = 1,584$$

$$P_{\varnothing.OB} = P_{P.OB} + P_{\varnothing} + P_{ПР} + P_{И} + P_{CM} + P_B + P_{CЖ} + P_{ПЛ} + P_{Y.ПР} \quad (63)$$

$$P_{\varnothing.OB(43)} = 0,68 + 0,808 + 0,06 + 0,166 + 0,014 + 0,11 + 0,001 + 1,574 + 1,584 = 4,997 \text{ руб}$$

$$P_{\varnothing.OB(IP)} = 0,45 + 0,54 + 0,04 + 2,003 + 0,009 + 0,077 + 0,001 + 1,05 + 1,584 = 5,754 \text{ руб}$$

6.4 Определим калькуляцию себестоимости

$$З_{ПЛ.ОСН} = З_{ПЛ.ОП} + З_{ПЛ.Н} \quad (64)$$

$$З_{ПЛ.ОСН(БАЗ)} = 7,27 + 0,17 = 7,44 \text{ руб}$$

$$З_{ПЛ.ОСН(ПР)} = 4,85 + 0,11 = 4,96 \text{ руб}$$

$$C_{ТЕХ} = З_{ПЛ.ОСН} + Н_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ} \quad (65)$$

$$C_{ТЕХ(БАЗ)} = 7,44 + 2,23 + 4,997 = 14,767 \text{ руб.}$$

$$C_{ТЕХ(ПР)} = 4,96 + 1,49 + 5,754 = 12,204 \text{ руб.}$$

$$P_{ЦЕХ} = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ} \quad (66)$$

$$P_{ЦЕХ(БАЗ)} = 7,44 \cdot 1,72 = 12,8 \text{ руб}$$

$$P_{ЦЕХ(ПР)} = 4,96 \cdot 1,72 = 8,53 \text{ руб}$$

$$C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ} \quad (67)$$

$$C_{ЦЕХ(БАЗ)} = 14,767 + 12,8 = 27,567 \text{ руб}$$

$$C_{ЦЕХ(ПР)} = 12,204 + 8,53 = 20,734 \text{ руб}$$

$$P_{ЗАВ} = З_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ} \quad (68)$$

$$P_{ЗАВ(БАЗ)} = 7,44 \cdot 1,97 = 14,65 \text{ руб}$$

$$P_{ЗАВ(ПР)} = 4,96 \cdot 1,97 = 9,77 \text{ руб}$$

$$C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ} \quad (69)$$

$$C_{ЗАВ(БАЗ)} = 27,567 + 14,65 = 42,217 \text{ руб}$$

$$C_{ЗАВ(ПР)} = 20,734 + 9,77 = 30,504 \text{ руб}$$

$$P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП} \quad (70)$$

$$P_{ВН(БАЗ)} = 42,217 \cdot 0,003 = 0,12 \text{ руб}$$

$$P_{ВН(ПР)} = 30,504 \cdot 0,003 = 0,092 \text{ руб}$$

$$C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН} \quad (71)$$

$$C_{ПОЛ(БАЗ)} = 42,217 + 0,12 = 42,337 \text{ руб.}$$

$$C_{ПОЛ(ПР)} = 30,504 + 0,092 = 30,596 \text{ руб.}$$

6.5 Определим приведенные затраты и выбор оптимального варианта

$$З_{ПР.ЕД} = C_{ПОЛ} + E_H \cdot K_{УД} \quad (72)$$

$$З_{ПР.ЕД(БАЗ)} = 42,337 + 0,33 \cdot 30,22 = 52,31 \text{ руб}$$

$$З_{ПР.ЕД(ПР)} = 30,596 + 0,33 \cdot 28,16 = 39,89 \text{ руб}$$

$$З_{ПР.ГОД} = З_{ПР.ЕД} \cdot П_Г \quad (73)$$

$$З_{ПР.ГОД(БАЗ)} = 52,31 \cdot 10000 = 523100 \text{ руб}$$

$$З_{ПР.ГОД(ПР)} = 39,89 \cdot 10000 = 398900 \text{ руб}$$

6.6 Определим показатели экономической эффективности проектируемого варианта

6.6.1 Ожидаемая прибыль

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.ОБЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г}. \quad (74)$$

$$П_{ОЖ} = Э_{УГ} = (2,337 - 30,596) \cdot 10000 = 117810 \text{ руб.}$$

6.6.2 Налог на прибыль

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (75)$$

$$Н_{ПРИБ} = 117810 \cdot 0,2 = 23562 \text{ руб.}$$

6.6.3 Чистая ожидаемая прибыль

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ} \quad (76)$$

$$П_{ЧИСТ} = 117810 - 23562 = 94248 \text{ руб.}$$

6.6.4 Срок окупаемости капитальных вложений

$$K_{ВВ.ПР} = Z_{ПР} + K_{И} + K_{А} + НЗП. \quad (77)$$

$$K_{ВВ.ПР} = 56013,96 + 24428,8 + 8602,46 + 68 = 89113,22 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (78)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{89113,22}{94248} + 1 = 1,95 \text{ года}$$

Расчетный срок окупаемости принимаем $T = 2$ года

6.7 Определим экономическую эффективность

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = П_{ЧИСТ.ДИСК} \cdot \sum_1^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (79)$$

$$D_{\text{диск.общ}} = \sum_1^3 P_{\text{чист}} \cdot \left(\frac{1}{(1+0,3)^1} + \frac{1}{(1+0,3)^2} \right),$$

$$D_{\text{общ.диск}} = Pr_{\text{чист.диск}} \cdot (94248 \cdot (0,769 + 0,455)) = 115359,55 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = ЧДД = D_{\text{общ.диск}} - K_{\text{вв.пр}} \quad (80)$$

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = 115359,55 - 89113,22 = 26246,33 \text{ руб.}$$

Так как общая стоимость доходов больше текущей стоимости затрат, то проект можно считать эффективным

6.8 Определим индекс доходности

$$ИД = \frac{D_{\text{общ.диск}}}{K_{\text{вв.пр}}} \quad (81)$$

$$ИД = \frac{115359,55}{89113,22} = 1,29 \text{ руб./руб.}$$

В результате замены спирального сверла на обратную автоматическую зенковку удалось снизить себестоимость изготовления детали «Корпус». Следовательно, это позволяет получить предприятию чистую прибыль в размере 94248 рублей. В течении двух лет окупятся капитальные вложения, а интегральный экономический эффект составит 26246,33 рубля, поэтому данный проект можно считать эффективным.

Заключение

При выполнении данной выпускной квалификационной работы были выполнены следующие задачи:

- проведен анализ служебного назначения корпусной детали в узле, описана конструкция узла, спроектирована технология сборки узла, описан принцип действия узла;
- на основании технико-экономического расчета была спроектирована заготовка, полученная методом горячей штамповки;
- разработан план обработки корпусной детали;
- спроектировано станочное приспособление и режущий инструмент;
- определена безопасность и экологичность объекта;
- разработана технологическая и конструкторская документация;
- рассчитана экономическая разница между базовым и проектным вариантом.

В результате замены спирального сверла на обратную автоматическую зенковку, мы получили интегральный экономический эффект в размере 26246,33 рублей.

Список используемой литературы

1. Михайлов А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» - Тольятти, ГТК, 2008.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / Ю. А. Абрамов [и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1985. - 495 с.
3. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов/ Ю.В. Барановский. - М.: Машиностроение, 1972. - 409 с.
4. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 52с.
5. Зубкова Н.В., Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения» Тольятти, изд-во ТГУ, 2012.
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
7. Поисковая интернет система Google.
8. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
9. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./А.Ф. Горбачев, Шкред В.А. - Минск, "Высш. Школа", 1983 - 256 с.
10. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.

11. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.
12. 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.

Приложения

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A2			16.07.559.51.000.СБ	Сборочный чертёж	1	
<i>Детали</i>						
Слав №	1		16.07.559.51.001.СБ	Штуцер	2	
	2		16.07.559.51.002.СБ	Крышка пневмоцилиндра	1	
	3		16.07.559.51.003.СБ	Демпфер	4	
	4		16.07.559.51.004.СБ	Поршень	1	
	5		16.07.559.51.005.СБ	Гайка	1	
	6		16.07.559.51.006.СБ	Шток	1	
	7		16.07.559.51.007.СБ	Корпус пневмоцилиндра	1	
	8		16.07.559.51.008.СБ	Тяга	1	
	9		16.07.559.51.009.СБ	Муфта	1	
	10		16.07.559.51.010.СБ	Винт	1	
	11		16.07.559.51.011.СБ	Корпус	1	
	12		16.07.559.51.012.СБ	Кулачок	2	
	13		16.07.559.51.013.СБ	Подкулачник	1	
	14		16.07.559.51.014.СБ	Клин	2	
<i>Стандартные изделия</i>						
Взам. инв. №	15			Болт М12х20 ГОСТ Р ИСО 4014-2013	2	
	16			Болт М16х20 ГОСТ Р ИСО 4014-2013	2	
	17			Гайка М18 ГОСТ Р ИСО 4032-2013	1	
Подп. и дата	18			Болт М18х20 ГОСТ Р ИСО 4014-2013	1	
	19			Кольца уплотнительное	3	
16.07.559.51.000.СП						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Дубылкин А.Э.			Лит
	Проб.		Расторгуев Д.А.			Лист
	Н.контр.		Виткалов В.Г.			Листов
Утв.		Бодровский А.В.				1
				Кулачковая оправка		ТМБЗ-1131
				<i>Копировал</i>		<i>Формат А4</i>