

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки)

Технология машиностроения

(профиль)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на Технологический процесс изготовления корпуса предохранительного  
гидроклапана

Студент	<u>Е.А. Рыбаков</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов \_\_\_\_\_  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Рыбаков Евгений Алексеевич. Технологический процесс изготовления корпуса предохранительного гидроклапана. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства». ТГУ. Тольятти. 2018 г.

В работе рассмотрен техпроцесс изготовления корпуса предохранительного гидроклапана. Проектирование производится на основе анализа имеющихся данных и типа производства в несколько этапов. На первом этапе обосновывается выбор заготовки. На втором этапе проектируется заготовка на основе расчета припусков на обработку поверхностей. Третий этап посвящен проектированию плана обработки детали и технологических операций. Для совершенствования техпроцесса проектируется трехкулачковый самоцентрирующий патрон для токарной операции и сверло для сверлильной операции. Заключительный этап посвящен расчету экономических показателей.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Исходные данные.....	5
2 Технологическая часть работы.....	9
3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента.....	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	34
5 Экономическая эффективность работы.....	41
Заключение.....	45
Список использованных источников.....	46
Приложения.....	49

## ВВЕДЕНИЕ

Гидроклапана широко применяются в различных технических системах, использующих в качестве рабочей среды масло. При их помощи могут регулироваться направление рабочего потока и его давление. Как правило, данные устройства входят в состав сложных систем находящихся под давлением. Выход из его строя может привести к серьезной аварии, выходу из строя механизмов и даже жертвам. Данные обстоятельства обуславливают необходимость предъявления высоких требований к гидроклапанам по надежности и долговечности. Аналогичные требования предъявляются и ко всем деталям, входящим в их конструкцию. Большинство этих требований обеспечиваются на стадии изготовления деталей. При этом техпроцесс должен обеспечить все важнейшие производственные показатели, т.е. объем выпуска, сроки изготовления и минимальные экономические затраты.

## 1 Исходные данные

### 1.1 Служебное назначение детали и оценка ее технологичности

Оценку служебного назначения детали и ее технологичности выполним по рекомендациям литературы [1].

Корпус гидроклапана служит для установки в нем золотника, клапана, замкового кольца и прокладки клапана.

Корпус присоединяется к переходной муфте при помощи резьбы, выполненной на одном из концов корпуса. С одной стороны корпуса в центральное отверстие монтируется золотник, перемещение которого ограничивается при помощи замкового кольца. С другой стороны устанавливается предохранительный клапан с прокладкой. Радиально к центральному отверстию выполнены два, расположенных под углом друг к другу, отверстия для прохождения масла, к которым крепятся шланги магистрали.

В процессе эксплуатации корпус неподвижен. Однако, в зависимости от давления в гидросистеме могут возникнуть значительные по величине нагрузки. Возможен износ центрального отверстия корпуса вследствие перемещений золотника. Также возможен износ резьбовых поверхностей при выполнении ремонтных работ.

Рабочая среда может быть разнообразной, что обусловлено условиями эксплуатации гидросистемы. Исходя из этого, воздействие окружающей среды также может быть разнообразным. Чаще всего оно проявляется в виде возможной коррозии.

Технологичность конструкции детали начинаем оценивать с ее материала. Корпус гидроклапана выполнен из стали 45 ГОСТ1050-88. Химический состав определяем по рекомендациям [2]: 0,42-0,5% углерода, 0,17-0,37% кремния, 0,5-0,8% марганца, до 0,25% хрома, до 0,04% серы, до 0,035% фосфора, до 0,25% меди. Прочность  $\sigma_B$  в состоянии поставки до 470 МПа.

Механические характеристики обеспечат нормальную работу детали. Термообработка не требует специальных условий. Исходя из коэффициентов обрабатываемости для твердосплавного инструмента  $k_o = 1,0$  и быстрорежущего инструмента  $k_o = 1,0$  данный материал обладает хорошими показателями механической обработки.

Корпус имеет достаточно сложную конфигурацию. Имеются стандартные элементы (фаски, канавки). Механическая обработка поверхностей является типовой.

Исходя из вышесказанного, деталь можно изготавливать по типовому технологическому процессу.

Черновыми базами целесообразно назначить наружные поверхности.

Чистовыми базами целесообразно назначить наружные или внутренние цилиндрические поверхности.

Измерительные базы детали могут быть технологическими.

Обрабатывать необходимо все поверхности, что обусловлено заданной точностью на чертеже детали.

Точность и шероховатость поверхностей детали зависит от условий эксплуатации детали. В случае уменьшения точности поверхностей снизятся точность, долговечность и эксплуатационные показатели. При увеличении шероховатости и уменьшении точности рабочих поверхностей произойдет интенсивное изнашивание и возникнет потеря энергии при работе.

Имеются канавки для выхода режущего инструмента, что позволяет разделить поверхности различного назначения, точности и шероховатости. Данное решение облегчает их обработку.

Деталь технологична по показателям получения заготовки, конфигурации детали, базирования и закрепления, обрабатываемых поверхностей.

## 1.2 Анализ параметров техпроцесса

Проведение анализа параметров техпроцесса проводится на основе данных о типе производства, который определяется по годовой программе

выпуска и исходя из массы детали. Программа выпуска задается заданием и составляет 5000 штук в год. Массу детали лучше всего определять при помощи объемного моделирования в специальном программном обеспечении. Такое решение позволит учесть различные мелкие элементы детали, что трудно сделать традиционными методами расчета. Полученная модель представлена на рисунке 1.1. Масса детали составит 4,87 кг. Значит тип производства среднесерийный.



Рисунок 1.1 – Объемная модель

Далее проводим анализ параметров техпроцесса согласно рекомендаций [3].

В данном случае применима групповая последовательная организация техпроцесса, с возможным применением адаптивных форм организации.

Припуски для проектирования заготовки определяются по статистическим данным для неточных поверхностей и расчетным методом для точных поверхностей. При этом используются стандартные методы обработки. Заготовки, как отмечалось ранее, наиболее рационально получать стандартными методами штамповки.

В качестве базового варианта проектирования техпроцесса лучше всего использовать типовые техпроцессы с применением основных принципов базирования. При этом точность обработки обеспечивается путем работы на заранее настроенном оборудовании, что обеспечивает необходимую производительность.

При анализе средств оснащения техпроцесса следует отметить, что желательнее использование станков оснащенных системами числового управления, но допускается использование универсального оборудования. Оснастка, инструмент и средства контроля используются в основном универсальные и стандартные, но при получении соответствующего обоснования можно использовать специальные.

При проектировании операций наиболее применима последовательная структура операций, но следует по возможности применять последовательно-параллельную структуру. Режимы резания на операции и их нормирование определяются на основе нормативных данных и эмпирических методов расчета

### 1.3 Задачи работы

В результате анализа исходных данных были выявлены задачи, которые необходимо решить при проектировании:

- 1) Проанализировать возможные методы получения заготовки и выбрать наилучший в условиях рассматриваемого типа производства.
- 2) Определить оптимальные методы обработки поверхностей.
- 3) Спроектировать маршрутную технологию и технологические операции.
- 4) Для операций, не отвечающих требованиям предъявляемых к техпроцессу, спроектировать специальные средства оснащения.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение метода получения заготовки

На выбор метода получения заготовки ряд факторов, таких как форма детали, габариты, материал. В данном случае наиболее приемлемы методы штамповки на кривошипном прессе и горизонтально-ковочной машине. Для выбора одного из двух этих методов проводим сравнение экономических расчетов технологических себестоимостей [4].

$$C_T = C_{заг} \cdot Q + C_{мех} (Q - q) - C_{отх} (Q - q) \quad (2.1)$$

где  $C_{заг}$  - стоимость за 1 кг заготовки;

$C_{мех}$  - стоимость удаления 1 кг стружки при механической обработке;

$C_{отх}$  - цена 1 кг стружки.

Определение массы заготовки производим по массе детали  $q$ , которая была определена ранее и коэффициенту, характеризующему способ штамповки и форму заготовки  $K_p$ :

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

Масса заготовки на кривошипном прессе  $Q_1 = 4,87 \cdot 1,4 = 6,6$  кг.

Масса заготовки на горизонтально-ковочной машине  $Q_2 = 4,87 \cdot 1,3 = 6,33$  кг.

Стоимость механической обработки на 1 кг стружки:

$$C_{мех} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где  $C_C$ ,  $E_H$ ,  $C_K$  - соответствующие затраты и нормативный коэффициент.

$$C_{мех1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки за 1 кг:

$$C_{3AG} = C_{шт} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4).$$

где  $C_{шт}$  - исходная стоимость штамповки;

$h_T, h_M, h_C, h_B, h_{II}$ , - коэффициенты, учитывающие особенности формы детали и процесса штамповки.

$$C_{3AG1} = 27,00 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 23,49 \text{ руб.}$$

$$C_{3AG2} = 27,00 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \cdot 1,0 = 24,67 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 23,49 \cdot 6,6 + 4,6 \cdot (6,6 - 4,87) \cdot 1,4 \cdot (6,6 - 4,87) = 160,57 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 24,67 \cdot 6,33 + 4,6 \cdot (6,33 - 4,87) \cdot 1,4 \cdot (6,33 - 4,87) = 160,83 \text{ руб.}$$

Расчеты показали, что заготовку выгоднее получать на кривошипном прессе. При этом для всей годовой программы выпуска экономический эффект составит:

$$\Delta = (C_{T2} - C_{T1}) \cdot N \quad (2.5)$$

$$\Delta = (160,83 - 160,57) \cdot 5000 = 1300 \text{ руб.}$$

## 2.2 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки производится на основе определения размерных параметров заготовки, которые можно рассчитать, только определив соответствующие припуски на обработку. Для этого необходимо знать, какие переходы необходимы для получения соответствующих параметров шероховатости и точности для каждой поверхности.

Составляем маршрут переходов поверхностей на основе рекомендаций [5]. Каждой поверхности присваиваем свой номер (рисунок 2.1).

Для поверхностей 1, 3, 22, 24, 25 маршрут обработки включает: точение черновое и чистовое, термическую обработку и шлифование.

Для поверхности 4 маршрут обработки включает: точение черновое и чистовое, термическую обработку и шлифование черновое и чистовое.

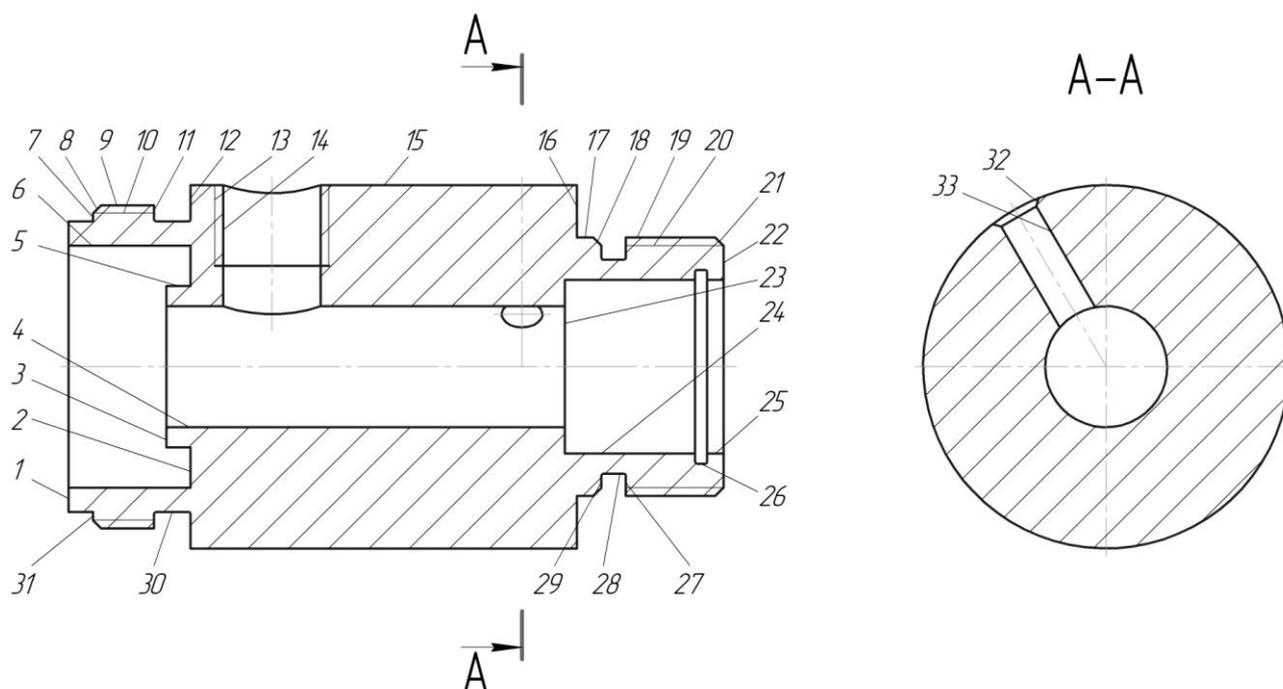


Рисунок 2.1 – Номера поверхностей

Для поверхностей 2, 5, 6, 7, 9, 15, 16, 17, 19, 23, 31 маршрут обработки включает: точение черновое и термическую обработку.

Для поверхностей 8, 11, 12, 18, 21, 26, 27, 28, 29, 30, 34 маршрут обработки включает: точение чистовое и термическую обработку.

Для поверхностей 10, 13, 20 маршрут обработки включает: резбонарезание и термическую обработку.

Для поверхности 14 маршрут обработки включает: сверление и термическую обработку.

Для поверхности 32 маршрут обработки включает: зенкование и термическую обработку.

Для поверхности 33 маршрут обработки включает: сверление, зенкерование и термическую обработку.

Для проведения расчета припусков на обработку самой точной поверхности 4  $\varnothing 30H7^{+0,021}$  применим расчетно-аналитический метод [6].

Для расчета минимального припуска необходимы данные по дефектному слою  $a$ , погрешности установки  $\varepsilon$  и пространственным отклонениям  $\Delta$ .

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,8 + \sqrt{0,625^2 + 0,025^2} = 1,426$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,55 + \sqrt{0,045^2 + 0,020^2} = 0,601$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,60 + \sqrt{0,018^2 + 0,015^2} = 0,623$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,50 + \sqrt{0,007^2 + 0,010^2} = 0,512$$

Расчет максимального припуска выполняется исходя из допусков на размер:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.7)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (TD_0 + TD_1) = 1,426 + 0,5 \cdot (0,5 + 0,4) = 2,876$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (TD_1 + TD_2) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,21 + 0,084) = 0,748$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (TD_{TO} + TD_3) = 0,623 + 0,5 \cdot (0,11 + 0,033) = 0,695$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (TD_3 + TD_4) = 0,512 + 0,5 \cdot (0,033 + 0,021) = 0,539$$

Расчет среднего припуска:

$$Z_{cpi} = \sqrt{Z_{i\max} + Z_{i\min}} \cdot \sqrt{2} \quad (2.8)$$

$$Z_{cp1} = \sqrt{Z_{1\max} + Z_{1\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{2,876 + 1,426} \cdot \sqrt{2} = 2,151$$

$$Z_{cp2} = \sqrt{Z_{2\max} + Z_{2\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,601 + 0,748} \cdot \sqrt{2} = 0,675$$

$$Z_{cp3} = \sqrt{Z_{3\max} + Z_{3\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,623 + 0,695} \cdot \sqrt{2} = 0,659$$

$$Z_{cp4} = \sqrt{Z_{4\max} + Z_{4\min}} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{0,512 + 0,539} \cdot \sqrt{2} = 0,526$$

Операционные размеры для каждого перехода:

$$D_{(i-1)\max} = D_{i\max} - 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

$$D_{(i-1)\min} = D_{(i-1)\max} - TD_{i-1} \quad (2.10)$$

Минимальный диаметр перехода термической обработки:

$$D_{(TO-1)\min} = D_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

$$D_{4\min} = 30,000$$

$$D_{4\max} = 30,021$$

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 30,000 - 2 \cdot 0,512 = 28,976$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 28,976 - 0,033 = 28,943$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 28,943 - 2 \cdot 0,623 = 27,697$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 27,697 - 0,110 = 27,587$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 27,587 \cdot 0,999 = 27,563$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 27,563 - 0,084 = 27,479$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 27,479 - 2 \cdot 0,601 = 26,277$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 26,277 - 0,210 = 25,857$$

$$D_{0\max} = D_{1\max} - 2 \cdot Z_{1\min} = 26,277 - 2 \cdot 1,426 = 23,425$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 23,425 - 2,5 = 20,925$$

Средние диаметры для каждого перехода:

$$D_{icc} = \sqrt{D_{i\max} + D_{i\min}} \quad (2.12)$$

$$D_{cp0} = \sqrt{D_{0\max} + D_{0\min}} = \sqrt{23,425 + 20,925} = 22,175$$

$$D_{cp1} = \sqrt{D_{1\max} + D_{1\min}} = \sqrt{26,277 + 25,857} = 26,067$$

$$D_{cp2} = \sqrt{D_{2\max} + D_{2\min}} = \sqrt{27,563 + 27,479} = 27,521$$

$$D_{cpTO} = \sqrt{D_{TO\max} + D_{TO\min}} = \sqrt{27,697 + 27,587} = 27,642$$

$$D_{cp3} = \sqrt{D_{3\max} + D_{3\min}} = \sqrt{28,976 + 28,943} = 28,960$$

$$D_{cp4} = \sqrt{D_{4\max} + D_{4\min}} = \sqrt{30,021 + 30,000} = 30,0105$$

Суммарные припуски:

$$2Z_{\min} = D_{4\max} - D_{0\min} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (Z_{\min} + Z_{\max}) \quad (2.15)$$

$$2Z_{\min} = 30,021 - 20,925 = 9,096$$

$$2Z_{\max} = 9,096 + 2,5 + 0,021 = 11,617$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (9,096 + 11,617) = 10,357$$

Припуски для остальных поверхностей определяем по статистическим данным [7]. Согласно этой методике сначала определяется по таблицам минимальный припуск, а затем по формуле 2.7 максимальный. Получаем следующие результаты.

Для поверхности 1 переходов точения черного  $Z_{\min} = 2,0$  мм,  $Z_{\max} = 3,8$  мм; точения чистового  $Z_{\min} = 1,0$  мм,  $Z_{\max} = 1,28$  мм; шлифования  $Z_{\min} = 0,5$  мм,  $Z_{\max} = 0,66$  мм.

Для поверхности 3 переходов точения черного  $Z_{\min} = 1,8$  мм,  $Z_{\max} = 3,4$  мм; точения чистового  $Z_{\min} = 0,8$  мм,  $Z_{\max} = 1,08$  мм; шлифования  $Z_{\min} = 0,4$  мм,  $Z_{\max} = 0,56$  мм.

Для поверхности 6 перехода точения черного  $Z_{\min} = 0,9$  мм,  $Z_{\max} = 2,45$  мм.

Для поверхности 9 перехода точения черного  $Z_{\min} = 1,3$  мм,  $Z_{\max} = 2,85$  мм.

Для поверхности 12 перехода точения черного  $Z_{\min} = 2,0$  мм,  $Z_{\max} = 3,45$  мм.

Для поверхности 15 перехода точения черного  $Z_{\min} = 1,5$  мм,  $Z_{\max} = 3,075$  мм.

Для поверхности 16 перехода точения черного  $Z_{\min} = 2,0$  мм,  $Z_{\max} = 3,8$  мм.

Для поверхности 17 перехода точения черного  $Z_{\min} = 1,3$  мм,  $Z_{\max} = 2,85$  мм.

Для поверхности 19 перехода точения черного  $Z_{\min} = 1,3$  мм,  $Z_{\max} = 2,85$  мм.

Для поверхности 22 переходов точения черного  $Z_{\min} = 2,0$  мм,  $Z_{\max} = 3,8$  мм; точения чистового  $Z_{\min} = 1,0$  мм,  $Z_{\max} = 1,28$  мм; шлифования  $Z_{\min} = 0,5$  мм,  $Z_{\max} = 0,66$  мм.

Для поверхности 23 перехода точения черного  $Z_{\min} = 1,8$  мм,  $Z_{\max} = 3,6$  мм.

Для поверхности 24 переходов точения черного  $Z_{\min} = 0,8$  мм,  $Z_{\max} = 2,325$  мм; точения чистового  $Z_{\min} = 0,5$  мм,  $Z_{\max} = 0,675$  мм; шлифования  $Z_{\min} = 0,4$  мм,  $Z_{\max} = 0,47$  мм.

Для поверхности 32 перехода точения черного  $Z_{\min} = 0,1$  мм,  $Z_{\max} = 0,204$  мм.

### 2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали проектируется на базе типовых маршрутов [8, 9]. Процесс проектирования включает в себя выбор маршрута-аналога и дальнейшую его доработку. В процессе доработки необходимо учесть особенности детали, технологические возможности производственного участка и характерные особенности типа производства. В результате получаем следующие результаты.

005 Токарная обрабатываемые поверхности: 15, 16, 19, 22, 23, 24.

010 Токарная обрабатываемые поверхности: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12.

015 Токарная обрабатываемые поверхности: 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29.

020 Токарная обрабатываемые поверхности: 1, 3, 4, 8, 10, 11, 12, 30.

025 Сверлильная обрабатываемые поверхности: 13, 14, 32, 33.

030 Термическая обрабатываемые поверхности: все.

035 Плоскошлифовальная обрабатываемые поверхности: 1, 22.

040 Внутришлифовальная обрабатываемые поверхности: 3, 4.

045 Внутришлифовальная обрабатываемые поверхности: 24.

050 Внутришлифовальная обрабатываемые поверхности: 4.

На основании полученного маршрута разрабатывается план изготовления [10].

#### 2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Выбор средств оснащения состоит из выбора для каждой операции станков, технологической оснастки, режущего инструмента и контрольных приспособлений.

Задача выбора средств оснащения комплексная, т.е. все описанные выше этапы взаимосвязаны и выбор решения на одном из этапов приводит к изменению решений на других этапах. Для корректного выбора воспользуемся правилами и справочными данными [11, 12, 13, 14, 15].

В соответствии с ними при выборе металлорежущего оборудования необходимо чтобы технические характеристика станка были минимальными достаточными, станок обеспечивал максимальную концентрацию переходов на операции, позволяли увеличить его загрузку в случае недогрузки за счет изготовления других деталей выпускаемых на данном производстве. Желательно применение станков с числовым программным управлением. Станок должен отвечать требования экологии, безопасности и эргономики.

Для выбора станочных приспособлений необходимо, чтобы приспособление реализовывало теоретические схемы базирования, обеспечивало надежное закрепление заготовки, обладало достаточным быстродействием, зажим заготовки осуществляло автоматически. Проектирование специальных приспособлений производится только в случае отсутствия стандартных, нормализованных и универсально-сборным приспособлений.

Также следует учесть, что тип приспособления и его конструкция зависят от типа и модели станка, метода обработки поверхностей, от теоретической

схемы базирования, формы базовых поверхностей, от состояния (точность, шероховатость), расположения базовых и обрабатываемых поверхностей и формы заготовки.

Для выбора инструмента необходимо знать методы обработки, типы и модели станков, расположение обрабатываемых поверхностей, состояние обрабатываемой поверхности и марку обрабатываемого материала, форму и размеры обрабатываемой поверхности.

Инструментальный материал выбирается исходя из требований с одной стороны минимальной стоимости, а с другой максимальной стойкости. Проектирование специального режущего инструмента выполняется в случае необходимости при условии выполнения экономического анализа.

Для выбора средств контроля необходимо, чтобы точность измерительных инструментов и приспособлений была выше, чем контролируемых размеров, как можно больше были использованы стандартизированные мерительные инструменты.

Таблица 2.1 – Металлорежущие станки

№ операции	Наименование	Переходы	Номера поверхностей	Точность	Модель станка
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение, расточивание шеек, торцев	15, 16, 19, 22, 23, 24	12	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10
010	Токарная	Точение, расточивание шеек, торцев	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12	12	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10
015	Токарная	Точение, расточивание шеек, торцев	18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29	10	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10
020	Токарная	Точение, расточивание шеек, торцев	1, 3, 4, 8, 10, 11, 12, 30	10	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10
025	Сверлильная	Сверление, зенкерование,	13, 14, 32, 33	10	Вертикально- сверлильный 2Н135Ф2

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6
		развертывание отверстий, нарезание резьбы			
030	Термическая	ТО	все		
035	Плоскошлифовальная	Шлифование торцев	1, 22	8	Плоскошлифовальный 3Г71
040	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия, торца	3, 4	8	Внутришлифовальный 3К228Б
045	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	24	8	Внутришлифовальный 3К228Б
050	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	4	7	Внутришлифовальный 3К228Б
055	Моечная	Мойка	Все		
060	Контрольная	Контроль	Все		

Таблица 2.2 - Выбор приспособлений

№ операции	Наименование	Переходы	Опорные элементы	Элементы закрепления	Приспособление
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый специальный
010	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
015	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
020	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
025	Сверлильная	Сверление, зенкерование,	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
		развертывание отверстий, нарезание резьбы			
030	Термическая	ТО			
035	Плоскошлифовальная	Шлифование торцев	Плита	Магниты	Плита магнитная 72080115 ГОСТ 16528-87
040	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия, торца	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
045	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
050	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Упор	Лепестки цанги	Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85
055	Моечная	Мойка			
060	Контрольная	Контроль			

Таблица 2.3 - Инструмент

№ операции	Наименование	Переходы	Режущий материал	Название инструмента	Типоразмер инструмента
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	GC4225, GC4215	Резец расточной, резец контурный	Резец расточной TCMT 09 02 02-PF GC4225 "Sandvik", резец контурный CCMT 12 04 04-PF GC4215 "Sandvik"
010	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	GC4225, GC4215, GC1125	Резец контурный, резец расточной, резец канавочный	Резец расточной TCMT 09 02 02-PF GC4225 "Sandvik", резец контурный CCMT 12 04 04-PF GC4215 "Sandvik", резец канавочный N123K2-0600-0002-GF GC1125 "Sandvik"
015	Токарная	Точение, растачивание шеек, торцев	GC4215, GC1125	Резец расточной, резец канавочный,	Резец расточной DNMX 11 04 04-WF GC4215 "Sandvik", резец контурный CNMG 09 03 08-WF GC4215 "Sandvik", резец

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
				резец контурный, резец резьбовой	канавочный N123K2-0600-0004- CR GC1125 "Sandvik", резец резьбовой 266RG- 16MM01A200M GC1125 "Sandvik", резец канавочный N123H2-0400-0001-CF GC1125 "Sandvik"
020	Токарная	Точение, расточивание шеек, торцев	GC4215, GC1125	Резец расточной, резец канавочный, резец контурный, резец резьбовой	Резец расточной DNMX 11 04 04- WF GC4215 "Sandvik", резец контурный CNMG 09 03 08-WF GC4215 "Sandvik", резец канавочный N123K2-0600-0004- CR GC1125 "Sandvik", резец резьбовой 266RG- 16MM01A200M GC1125 "Sandvik"
025	Сверлильная	Сверление,	T15K10,	Сверло, зенкер,	Сверло специальное T15K10,

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы	P6M5	развертка, метчик	метчик G3/4 ГОСТ3266-81 P6M5, зенковка Ø16 ГОСТ14953-80 P6M5, зенкер Ø10 ГОСТ12489-71 P6M5, сверло Ø9,8 ГОСТ10902- 77 P6M5
030	Термическая	ТО			
035	Плоскошлифовальная	Шлифование торцев	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1 – 500x40x127 23A46K5V
040	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия, торца	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 11-50x32x13 23A60K7V30м/с1А, круг шлифовальный 1-25x40x13 23A60K5V40м/с1А
045	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1-25x40x13 23A60K5V40м/с1А
050	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный	Круг шлифовальный 1-25x40x13 24A50K5V40м/с1А

Таблица 2.4 - Контрольные приспособления

№ операции	Название	Точность	Наименование приспособления
005	Токарная	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89
010	Токарная	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89,
015	Токарная	10	Скоба индикаторная ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88, калибр резьбовой
020	Токарная	10	Скоба индикаторная ГОСТ11098-75, нутромер ГОСТ10-88, калибр резьбовой
025	Сверлильная	10	Калибр, калибр резьбовой
035	Плоскошлифовальная	10	Скоба индикаторная ГОСТ11098-75
040	Внутришлифовальная	8	Нутромер НМ-75 ГОСТ10-88, скоба индикаторная ГОСТ11098-75
045	Внутришлифовальная	8	Нутромер ГОСТ10-88
050	Внутришлифовальная	7	Нутромер ГОСТ10-88

## 2.5 Определение режимов резания

С целью проектирования технологических операций необходимо определить режимы резания на выполнение каждой операции. Значения

режимов резания зависят от ряда факторов. В первую очередь это глубина резания, марка обрабатываемого материала, используемое технологическое оборудование, режущий инструмент и его геометрия.

Выбор методики определения режимов резания зависит от используемого инструмента. В данном случае целесообразно для импортного инструмента применить методику фирмы-изготовителя [14], а для остального инструмента рекомендации [16].

Таблица 2.5 - Режимы резания

№ перехода	$S_o$	$V$	$n$	$L_{PX}$	$T_o$	$T_{шт.к.}$
1	2	3	4	5	6	7
005 Токарная						
1	0,4	353	1250	158	0,32	0,48
2	0,32	320	2420	47	0,06	
010 Токарная						
1	0,4	353	1250	47	0,1	0,5
2	0,32	320	1800	138	0,24	
3	0,1	265	1400	8	0,06	
015 Токарная						
1	0,2	380	1890	14	0,04	0,32
2	0,15	325	2400	42	0,12	
3	0,12	266	1600	7	0,04	
4	0,1	316	1900	5	0,03	
5	2	198	980	26	0,02	
020 Токарная						
1	0,2	380	1350	17	0,07	0,53
2	0,15	325	2500	109	0,29	
3	0,12	266	1180	6	0,05	

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
4	2	198	790	17	0,01	
025 Сверлильная						
1	0,258	39	500	35	0,32	1,1
2	1,5	13	160	48	0,2	
3	0,225	34	1100	35	0,16	
4	0,32	19	500	4	0,03	
5	0,32	20	630	35	0,17	
035 Плоскошлифовальная						
1	0,015	10		166	3,3	4,13
040 Внутришлифовальная						
1	0,010	40	360	44	2,1	6,88
2	0,014	30	360	102	3,4	
045 Внутришлифовальная						
1	0,014	30	360	38	1,9	2,38
050 Внутришлифовальная						
1	0,008	25	360	102	3,9	4,88

Полученные результаты используются для разработки технологических наладок и технологической документации.

### 3 Проектирование станочного приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

На черновой токарной операции, представленной на рисунке 3.1, отсутствует зажимное приспособление с механизированным приводом, что приводит к увеличению времени на снятие и установку детали и снижению точности обработки вследствие нестабильности сил зажима.

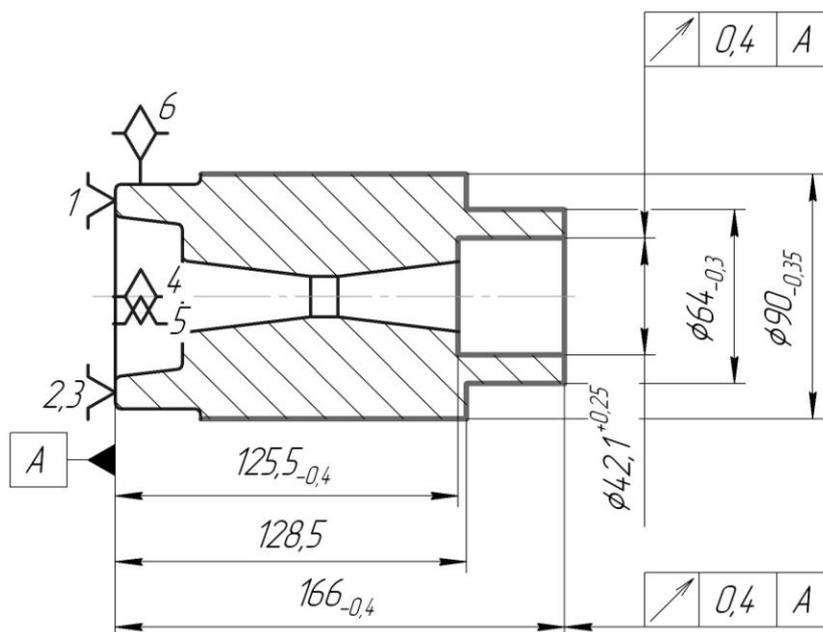


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Для устранения недостатков спроектируем соответствующее приспособление оснащенное механизированным приводом [17; 18].

В данном случае при закреплении заготовок с соотношением  $\frac{d_{\text{сп}}}{l} < 2,5$  используется схема консольного закрепления заготовки.

Определяем момент, возникающий от касательной составляющей силы резания:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} + \frac{P_z \cdot d_1}{2} = \frac{2 \cdot P_z \cdot d_1}{2} = P_z \cdot d_1 \quad (3.1)$$

Получим:  $M_p = 4209,8 \cdot 99,2 \cdot 10^{-3} = 417,6$  Н м.

Момент от силы, которая не дает провернуть заготовку:

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2} \quad (3.2)$$

где  $W$  – суммарная сила, обеспечиваемая тремя кулачками;  
 $f$  – коэффициент трения поверхности кулачка и заготовки.

Приравняв  $M_p$  и  $M_3$  находим искомое усилие закрепления:

$$W = \frac{2KM_p}{fd_2} = \frac{2KP_z d_1}{fd_2} \quad (3.3)$$

где  $K$  - суммарный коэффициент условий обработки.

Для нашего случая:

$$K_{Pz} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5.$$

Подставляем в формулу (3.3) исходные данные:

$$W = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4209,8 \cdot 99,2}{0,4 \cdot 24} = 1305038 \text{ Н}$$

Усилие зажима  $W_1$ , которое необходимо приложить к постоянным кулачкам будет больше из-за особенности конструкции проектируемого патрона:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3l_K}{H_K} \cdot f_1 \right)} \quad (3.4)$$

где  $l_K$ ,  $H_K$  - параметры кулачка;

$f$  - коэффициент трения между кулачками и корпусом патрона.

$l_K$  и  $H_K$  принимаются из опытных данных.

$$W_1 = \frac{1305038}{1 - \left( \frac{3 \cdot 51}{80} \cdot 0,1 \right)} = 1613648 \text{ Н.}$$

Выбор зажимного механизма зависит от наружного диаметра патрона:

$$D_{II} \cong d_2 + 2H_K \quad (3.5)$$

$$D_{II} = 24 + 2 \cdot 80 = 184 \text{ мм.}$$

При диаметре патрона менее 200 мм, рекомендуется применять клиновой зажимной механизм.

Необходимо рассчитать передаточное отношение данного механизма:

$$i_{c.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1} \quad (3.6)$$

где  $\alpha$  – угол клина;

$\varphi$ ,  $\varphi_1$  – углы трения соответственно для поверхностей кулачков и направляющей втулки.

$$\varphi = \operatorname{arctg}f_1 = \operatorname{arctg}0,1 = 5^{\circ}43, \text{ принимаем } \varphi = \varphi_1 \cong 6^{\circ}.$$

Подставляем исходные данные формулу (3.6):

$$i_{c.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20 + 6) + \operatorname{tg}6} = 1,1$$

Определяем усилие  $Q$ , создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.7)$$

$$Q = \frac{1613648}{1,1} = 1466953 \text{ Н.}$$

Данный патрон может применяться на рассматриваемой операции, если его точность не будет превышать допустимой погрешности установки:

$$\varepsilon_y^{don} = Z_{min}^{чист} \quad (3.8)$$

где  $Z_{min}^{чист}$  - минимально допустимый припуск на следующей операции.

$$Z_{min}^{чист} = 296 \text{ мкм.}$$

Определение точности патрона производится на основании составленной на рисунке 3.2 схемы определения погрешности установки.

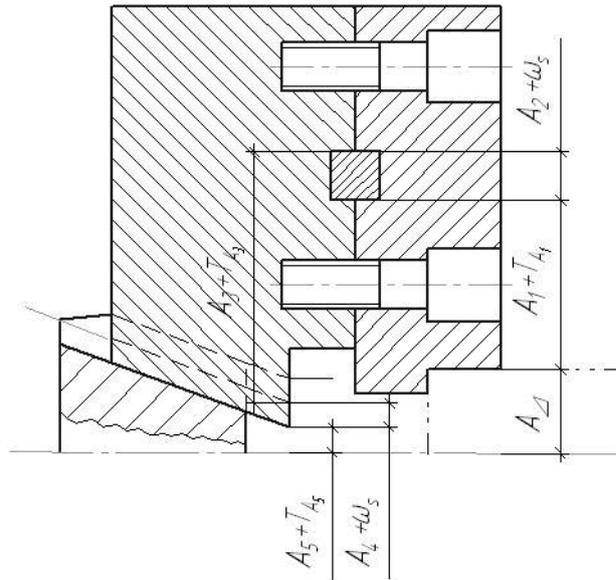


Рисунок 3.2 - Схема определения погрешности установки

Погрешность установки в данном патроне определяется:

$$E_y = \frac{\omega_{A_4}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.9)$$

где  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$  - соответствующие допуски на изготовление деталей приспособления и изменения зазоров сопряжений.

$$\varepsilon_y^{расч} = 0,5 \cdot \sqrt{25^2 + 30^2 + 15^2 + 10^2} = 21 \text{ мкм.}$$

При расчетах была принята точность звеньев соответствующая 7 качеству. Расчетная точность удовлетворяет допустимой, поэтому оставляем данную точность размерной цепи.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

Анализ показал, что на 025 Сверлильной операции переход сверления отверстия  $\varnothing 24,5^{+0,21}$  обладает неудовлетворительными характеристиками по стойкости инструмента и режимам обработки. Для решения данных проблем воспользуемся методикой и данными [19].

Диаметр сверла определяется исходя из минимального диаметра выполняемого отверстия  $D_{\min}$  и допуска на размер  $TD$  :

$$D_{инстр} = D_{\min} + \frac{TD}{2} \quad (3.10)$$

$$D_{инстр} = 24,50 + \frac{0,21}{2} = 24,605 \text{ мм.}$$

Допуск рабочего диаметра инструмента принимается на два квалитета точнее, чем выполняемый размер, т.е.  $\varnothing 24,605_{-0,084}$ .

Для увеличения стойкости сверла и применения более интенсивных режимов резания режущую часть изготовим из твердого сплава Т15К10. Однако данный материал достаточно дорогой, поэтому выполнять всю режущую часть из него экономически не выгодно, поэтому выполним ее в виде пластин, наклеенных на корпус инструмента.

Исходя из размеров сверла хвостовик выполним коническим. Для этого необходимо определить номер конуса Морзе путем определения расчетного диаметра:

$$d = \frac{6\mu_{cp} \cdot \sin\theta}{\mu \cdot P_0(1 - 0,04\Delta\theta)} \quad (3.11)$$

где  $\mu_{cp}$  – момент гашения сил резания;

$\theta$  - угол конусность;

$\Delta\theta$  - отклонение угла  $\theta$ ;

$\mu$  – коэффициент, характеризующий трение;

$P_o$  – сила, возникающая при сверлении.

$$d = \frac{6 \cdot 3,47 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,1 \cdot 39,6(1 - 0,04 \cdot 5)} \approx 19,3 \text{ мм}$$

Данное значение диаметра соответствует конусу Морзе №3.

Основная геометрия сверла зависит от требуемых параметров шероховатости поверхности и представлена на рабочем чертеже сверла.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Задачей раздела является определение основных вредных факторов, которые могут возникнуть на участке по изготовлению корпуса предохранительного гидроклапана.

Выявление опасных факторов и разработку мероприятий по снижению их влияния на работников производим по методике [20].

### 4.1 Назначение и планировка участка

Участок механической обработки, рассматриваемый в данной работе, предназначен для изготовления корпуса предохранительного гидроклапана в условиях среднесерийного производства. Также на данном участке возможно изготовление других деталей данного типа.

Планировка участка выполняется в соответствии с нормами и правилами технологического проектирования. Оборудование на участке расставлено по групповому принципу, согласно типу производства. Чертеж планировки участка представлен на рисунке 4.1.

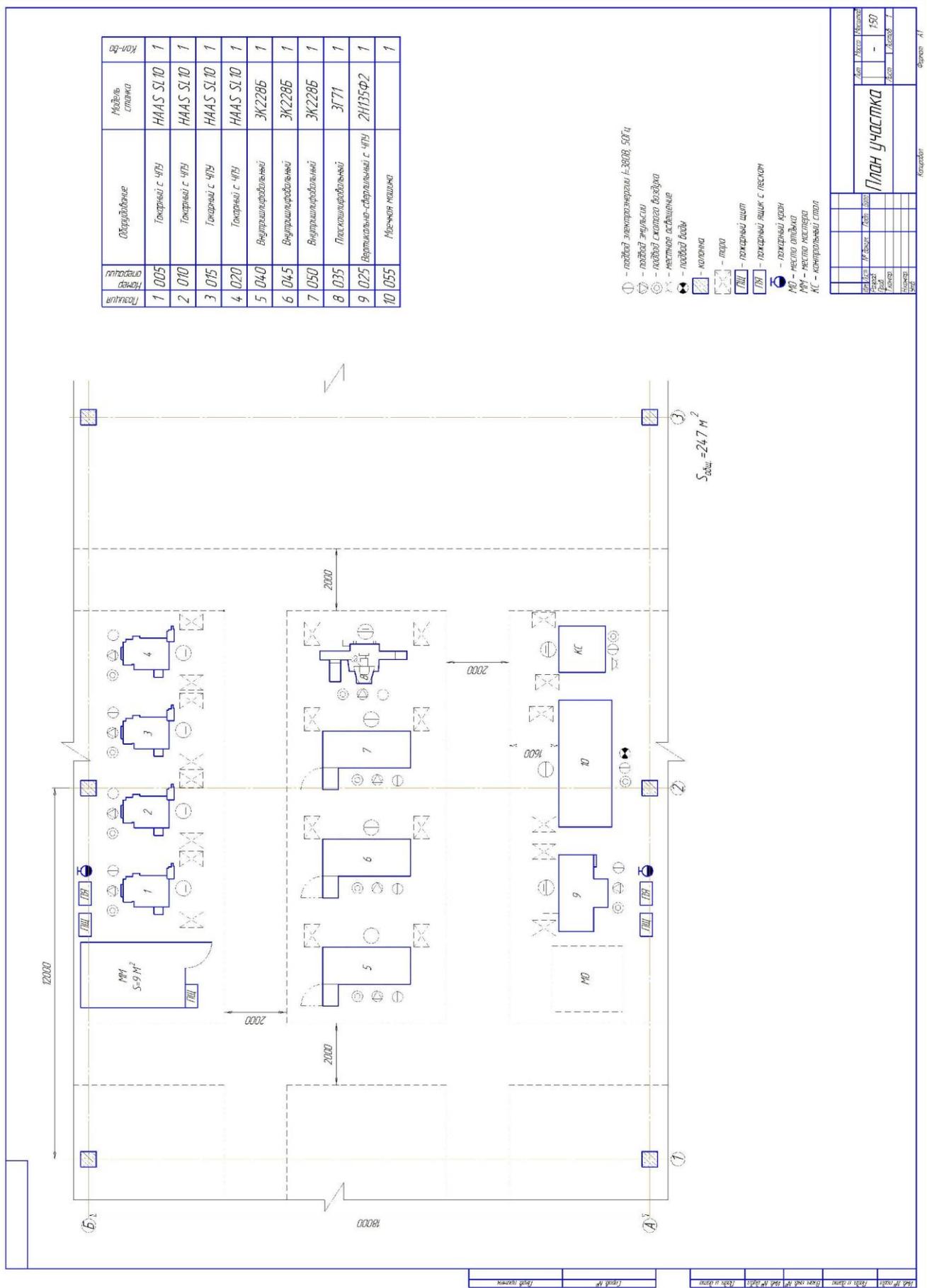


Рисунок 4.1 – План участка

## 4.2 Состав оборудования

Основное технологическое оборудование, применяемое для изготовления корпуса предохранительного гидроклапана, представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10	4
2	Вертикально-сверлильный 2Н135Ф2	1
3	Плоскошлифовальный 3Г71	1
4	Плоскошлифовальный 3Б722	1
5	Внутришлифовальный 3К228Б	3
6	Моечная машина	1
Итого:		10

## 4.3 Технологический маршрут изготовления

Спроектированный ранее технологический маршрут изготовления корпуса предохранительного гидроклапана представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления корпуса предохранительного гидроклапана

Наименование цеха	Номер опера ции	Наименован ие операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5
Кузнечный	000	Заготовитель ная	ГКШП	Получение заготовки

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Механический	005	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10	Точение, расточивание шеек, торцев
Механический	010	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10	Точение, расточивание шеек, торцев
Механический	015	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10	Точение, расточивание шеек, торцев
Механический	020	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS SL-10	Точение, расточивание шеек, торцев
Механический	025	Сверлильная	Вертикально- сверлильный 2Н135Ф2	Сверление, зенкерование, развертывание отверстий, нарезание резьбы
Термический	030	Термообрабо тка	-	Закалка заготовки
Механический	035	Плоскошлиф овальная	Плоскошлифоваль ный 3Г71	Шлифование торцев
Механический	040	Внутришлиф овальная	Внутришлифоваль ный 3К228Б	Шлифование отверстия, торца
Механический	045	Внутришлиф овальная	Внутришлифоваль ный 3К228Б	Шлифование отверстия

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5
Механический	050	Внутришлиф овальная	Внутришлифоваль ный 3К228Б	Шлифование отверстия
Механический	055	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка
Механический	060	Контрольная	-	Контроль основных параметров

В ходе совершенствования техпроцесса были изменены 005 Токарная и 025 Сверлильная операции, путем проектирования механизированного зажимного приспособления для 005 операции и режущего инструмента для 025 операции. Идентификацию вредных производственных факторов проведем для данных операций.

#### 4.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 4.3 – Вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	2	3	4
1	Точение	1. Отлетающая стружка. 2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали.	1. Использование защитных очков и спецодежды. Использование защитного экрана. 2. Использование

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>3. Испарения СОЖ при механической обработке.</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>СОЖ на синтетической основе.</p> <p>3. Использование местной вытяжки.</p> <p>4. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p> <p>Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>
2	Сверление	<p>1. Отлетающая стружка.</p> <p>2. Повышенная температура на поверхности обрабатываемой детали.</p> <p>3. Испарения СОЖ при механической</p>	<p>1. Использование защитных очков и спецодежды.</p> <p>Использование защитного экрана.</p> <p>Использование средств автоматизации для удаления стружки.</p> <p>2. Использование СОЖ на</p>

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>обработке.</p> <p>4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования.</p>	<p>синтетической основе.</p> <p>3. Использование местной вытяжки.</p> <p>4. Использование акустических экранов и средств индивидуальной защиты слуха (противошумные наушники, беруши).</p> <p>Установка оборудования на виброгасящие опоры.</p>

В результате выполнения раздела проведен анализ вредных факторов на участке по изготовлению корпуса предохранительного гидроклапана и на его основе предложены мероприятия, направленные на снижение воздействия данных опасных факторов на работников участка.

## 5. Экономическая эффективность работы

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

Особенностью совершенствования технологического проекта является то, что на токарной операции 005 предлагается использовать токарный станок с числовым программным управлением, модель HAAS SL-10, вместо токарно-винторезного станка с числовым программным управлением, модель 16К20Ф3. Также предлагается заменить патрон 3-хкулачковый с ручным зажимом на 3-хкулачковый патрон механизированный, а в качестве инструмента использовать резец проходной CCMT 12 04 04-PF GC2415 «Sandvik».

На сверлильной операции 030 в качестве инструмента предлагается использовать сверло специальное Ø24 с напаянными пластинами T15K10 и каналом для подвода смазочно-охлаждающей жидкости

Кроме описания изменяющихся технических параметров процесса изготовления, для проведения расчетов, связанных с определением экономической эффективности, потребуется знание программы выпуска, которая была выдана руководителем работы и составляет 5000 штук в год.

Так как масса заготовки и способ ее получения не меняются в ходе совершенствования технологического процесса изготовления детали, поэтому расходы, связанные с основными материалами проводить не целесообразно, потому что они останутся без изменения и на результат всех расчетов оказывать влияния не будут.

Для определения всех остальных параметров данного раздела будет применена следующая методика расчета [21]:

- методика расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование;
- методика определения технологической себестоимости;

- методика калькулирования себестоимости;
- методика экономического обоснования эффективности предлагаемых мероприятий.

Расчеты по представленным методикам проводились с применением пакета программного обеспечения Microsoft Excel.

Для проведения соответствующих расчетов, кроме описания технологии изготовления и программного обеспечения, также необходимы следующие значения:

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;
- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;
- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя все необходимые данные, были получены значения: удельных капитальных вложений на единицу продукции, технологической и полной себестоимости, по сравниваемым вариантам, которые представлены на рисунке 5.1.

Анализируя представленные на рисунке 5.1 значения, можно сказать, что при изменении технологического процесса увеличатся удельные затраты на единицу продукции на 22,49 руб., что составит около 51%. Это вызвано тем, что возникает необходимость приобретения нового оборудования, оснастки, инструмента и появлением дополнительных затрат, связанных с проектированием нового технологического процесса.

Но, не смотря на это, технологическая и полная себестоимость уменьшатся на 30,36% и 33,46%, соответственно. Это вызвано тем, что благодаря замене оборудования, сократилась трудоемкость изготовления, что привело к уменьшению заработной платы, а также сократились расходы на

содержание и эксплуатацию оборудования, за счет уменьшения расходов на инструмент, электроэнергию и приспособление.

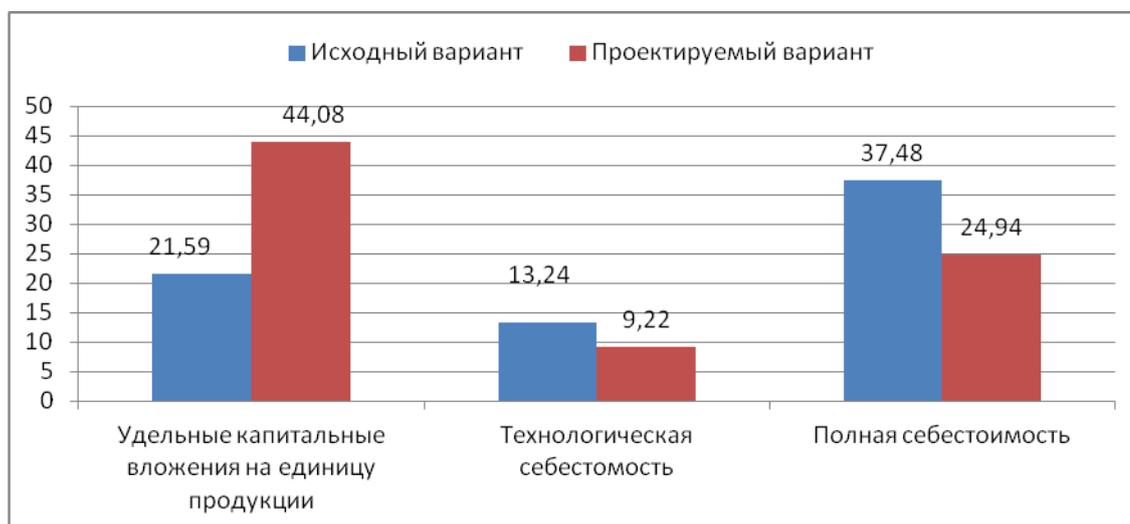


Рисунок 5.1 – Величины капитальных вложений, технологической и полной себестоимости по вариантам, руб.

В виду того, что расчеты показали положительные изменения в себестоимости изготовления, возникает необходимость провести расчеты с точки зрения экономической целесообразности внедрения изменений в производство. Чтобы подтвердить или опровергнуть целесообразность, необходимо определить следующие показатели:

- чистая прибыль;
- срок окупаемости;
- чистый дисконтируемый доход;
- индекс доходности

Полученные значения позволят сделать окончательный вывод о целесообразности изменений.

Для определения перечисленных показателей также будет использован пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значения показателей эффективности внедрения

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$ , руб.	50160
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$ , лет	3
3	Чистый дисконтированный доход	$\Delta_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$ , руб.	18480,92
4	Индекс доходности	ИД, руб.	1,19

Анализируя полученные в ходе расчетов данные, можно сделать заключение о целесообразности предлагаемого мероприятия по частичной замене оборудования, оснастки и инструмента, как это описано выше.

Как видно из таблицы 5.1, окупаемость наступит в течение 3-х лет, что позволяет говорить о необходимости внедрения данного предложения. В данном случае выполняется условие, о не превышении срока окупаемости порога в 4 года.

Еще один показатель, также подтверждающий необходимость внедрения, это индекс доходности, величина которого должна находиться в интервале от 1,12 до 1,25 руб./руб. В нашем случае этот показатель находится в середине этого интервала – 1,19 руб./руб.

И наконец, чистый дисконтированный доход или интегральный экономический эффект составляет 18480,92 руб. Данная величина по расчетам получилась положительной, что дает право, также говорить о необходимости внедрения предлагаемого мероприятия по совершенствованию технологического процесса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения квалификационной работы был разработан технологический процесс корпуса предохранительного гидроклапана.

Для этого, основываясь на соответствующих экономических расчетах, была выбрана и спроектирована заготовка. Определены методы обработки для каждой поверхности, которые позволят достигнуть требуемых параметров обработки. Рассчитаны припуски для всех поверхностей и определены основные параметры технологических операций. Разработана маршрутная технология изготовления. Так же с целью совершенствования было спроектировано специальное сверло, которое позволило использовать более производительные режимы резания при сверлении отверстия и повысить стойкость режущего инструмента. Для обеспечения схемы базирования на 005 токарной операции спроектирован трехкулачковый самоцентрирующий патрон. В результате была достигнута цель, сформулированная во введении.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пухаренко, Ю. В. Механическая обработка конструкционных материалов [Электронный ресурс] : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / Ю. В. Пухаренко, В. А. Норин. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.
2. [https://www.prombirga.ru/informaciya/novosti/primeneniye-stali-45-pri-proizvodstve-reduktorov.\\_294.html](https://www.prombirga.ru/informaciya/novosti/primeneniye-stali-45-pri-proizvodstve-reduktorov._294.html)
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
4. Меринов, В. П. Технология изготовления деталей : курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В. П. Меринов, А. М. Козлов, А. Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 263 с.
5. Скворцов, В. Ф. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Скворцов. - 2-е изд. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 330 с.
6. 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.
7. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку : учеб. пособие для студентов машиностроит. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 255 с.
8. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 387 с.
9. Сысоев, С. К. Технология машиностроения : Проектирование технол. процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки дипломир. специалистов "Конструкторско-технол. обеспечение

машиностр. пр-в" / С. К. Сысоев, А. С. Сысоев, В. А. Левко. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2016. - 349 с.

10.Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с.

11.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.

12.Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

13. <http://www.haascnc.com>

14. <http://www.coromant.sandvik.com>

15.Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ф. Пелевин. - Минск : Новое знание, 2017 ; Москва : ИНФРА-М, 2017. - 273 с.

16.Назначение рациональных режимов резания при механической обработке [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Кишуров [и др.]. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 216 с.

17.Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. - 536 с.

18.Клепиков, В. В. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

19.Клименков, С. С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении

[Электронный ресурс] : учебник / С. С. Клименков. - Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 459 с.

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

21.Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова ; ТГУ ; Ин-т финансов, экономики и управления ; каф. "Торговое дело и управление производством". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Справ. №	Подп. и дата
				<u>Документация</u>				
A1			18.БР.ОТМП.4 14.65.000.00СБ	Сборочный чертеж				
				<u>Детали</u>				
A3	1		18.БР.ОТМП.4 14.65.001.00	Корпус	1			
A4	2		18.БР.ОТМП.4 14.65.002.00	Муфта	1			
A4	3		18.БР.ОТМП.4 14.65.003.00	Крышка гидроцилиндра	1			
A4	4		18.БР.ОТМП.4 14.65.004.00	Корпус гидроцилиндра	1			
A4	5		18.БР.ОТМП.4 14.65.005.00	Шток	1			
A4	6		18.БР.ОТМП.4 14.65.006.00	Поршень	1			
A4	7		18.БР.ОТМП.4 14.65.007.00	Клин	3			
A4	8		18.БР.ОТМП.4 14.65.008.00	Постоянный кулачек	3			
A4	9		18.БР.ОТМП.4 14.65.009.00	Тяга	1			
A4	10		18.БР.ОТМП.4 14.65.010.00	Сменный кулачек	3			
				<u>Стандартные изделия</u>				
		11		Гайка М14 ГОСТ8918-69	1			
		12		Винт М8х35 ГОСТ11738-84	5			
		13		Винт стопорный М5х10 ГОСТ1479-93	1			
		14		Винт М10х30 ГОСТ11738-84	6			
		15		Винт М4х12 ГОСТ1479-93	3			
		16		Кольцо ГОСТ 1567-68	3			
		17		Демпфер ГОСТ 8754-79	2			
			18.БР.ОТМП.4 14.65.000.00					
Изм. Лист		№ док.м.		Подп.		Дата		
Разраб. Рыбаков								
Пров. Козлов								
Н.контр. Виткалов								
Утв. Логинов								
Станочное приспособление						Лит.	Лист	Листов
ТГУ, ТМБз-1331Д						В	1	2



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты

Лицл.																
Взам.																
Подп.																
Разработал	Рыбаков															
Проверил	Козлов															
Утвердил	Лагинав															
Н. контр.																
M01	Сталь 45 ГОСТ 1050-88															
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ						
M02		166	4,87	1		0,74	41203	φ93х168	1	6,6						
A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	праф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
B	Код, наименование обработки															
A03	XX XX XX 000 Заготовительная															
B04	КГШП															
05																
A06	XX XX XX 005 4110 Токарная															
B07	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 0,48															
0.08	Точить поверхности 15, 16, 19, 22, 23, 24 в размер φ64 <sub>0,3</sub> , φ90 <sub>0,35</sub> , φ41,2 <sub>0,25</sub> , 166 <sub>0,4</sub> , 128,5 <sub>0,4</sub> , 125,5 <sub>0,4</sub> .															
T.09	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ТСМТ090202-PF Sandvik GC4225;															
T.10	392190 Резец контурный ССМТ120404-PF Sandvik GC4215; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.															
11																
A.12	XX XX XX 010 4110 Токарная															
B.13	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 0,5															
0.14	Точить поверхности 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12 в размер φ80 <sub>0,3</sub> , φ72 <sub>0,3</sub> , φ60 <sub>0,3</sub> , φ40 <sub>0,25</sub> , φ26,277 <sub>0,21</sub> .															
0.15	164 <sub>0,4</sub> , 139,7 <sub>0,4</sub> , 156,5 <sub>0,4</sub> , 132,5 <sub>0,4</sub> .															
T.16	396190 Оправка цанговая ГОСТ 31.1066.02-85; 392190 Резец расточной ТСМТ090202-PF Sandvik GC4225;															
МК																

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проект	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Т 19	392190 Резец контурный ССМТ120404-PF Sandvik GC4215; 392190 Резец канавочный N123K2-0600-											
Т 20	0002-GF Sandvik GC1125; 393311 Штангенциркуль ШЦ-II ГОСТ 166-89.											
21												
А 22	XX XX XX 015 4110 Токарная											
Б 23	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 0.32											
О 24	Точить поверхность 18, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29 в размер $\phi 42^{+0,1}$ , $\phi 53^{+0,1}$ , M64, 163, 162,5 <sub>0,16</sub> , 162,5 <sub>0,16</sub> .											
О 25	3 <sub>0,04</sub> , 132,5 <sub>0,16</sub> , 6											
Т 26	396190 Оправка цанговая ГОСТ31.1066.02-85; 392190 Резец расточной ДНМХ110404-WF SandvikGC4215;											
Т 27	392190 Резец контурный СМГ090308-WF Sandvik GC4215; 392190 Резец канавочный N123K2-0600-											
Т 28	0004-CR Sandvik GC1125; 392190 Резец канавочный N123H2-0400-0001-CF Sandvik GC1125;											
Т 29	392190 Резец резьбовой 266RG-16MM01AA200M Sandvik GC1125; 394300 Скаба индикаторная СИ-200											
Т 30	ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-75 ГОСТ10-88.											
31												
А 32	XX XX XX 020 4110 Токарная											
Б 33	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 422 1P 1 1 1 1200 1 0.53											
О 34	Точить поверхность 1, 3, 4, 10, 8, 11, 12, 30 в размер $\phi 72^{+0,3}$ , $\phi 28,976^{+0,084}$ , M80, 162 <sub>0,16</sub> , 168,5 <sub>0,16</sub> .											
О 35	155,5 <sub>0,16</sub> , 137,5 <sub>0,16</sub> , 131,5 <sub>0,16</sub> , 9 <sub>0,15</sub>											
Т 36	396190 Оправка цанговая ГОСТ31.1066.02-85; 392190 Резец расточной ДНМХ110404-WF SandvikGC4215;											
Т 37	392190 Резец контурный СМГ090308-WF Sandvik GC4215; 392190 Резец канавочный N123K2-0600-											
Т 38	0004-CR Sandvik GC1125; 392190 Резец резьбовой 266RG-16MM01AA200M Sandvik GC1125; 394300											
Т 39	Скаба индикаторная СИ-200 ГОСТ 11098-75; 393450 Нутромер НМ-75 ГОСТ10-88.											
40												
А 41	XX XX XX 025 4120 Сверлильная											
МК												



A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						Код, наименование обработки	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД
0.65	<i>Шлифовать поверхность 24 в размер <math>\phi 43^{+0,039}</math></i>											
T.66	<i>396190 Оправка цапговая ГОСТ311066.022-85. 39810 Круг шлифовальный. 393450 Диаметр ИМ-75</i>											
T.67	<i>ГОСТ 10-88.</i>											
68												
A.69	<i>XX XX XX 050 4132 Внутршлифовальная</i>											
B.70	<i>381312 Внутршлифовальный ЗК228Б 3 18873 312 1Р 1 1 1200 1 4.88</i>											
0.71	<i>Шлифовать поверхность 4 в размер <math>\phi 30^{+0,021}</math></i>											
T.72	<i>396190 Оправка цапговая ГОСТ311066.022-85. 39810 Круг шлифовальный. 393450 Диаметр ИМ-75</i>											
T.73	<i>ГОСТ 10-88.</i>											
74												
A.75	<i>XX XX XX 055 Моечная.</i>											
76												
A.77	<i>XX XX XX 060 Контрольная.</i>											
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
МК												

# ПРИЛОЖЕНИЕ В

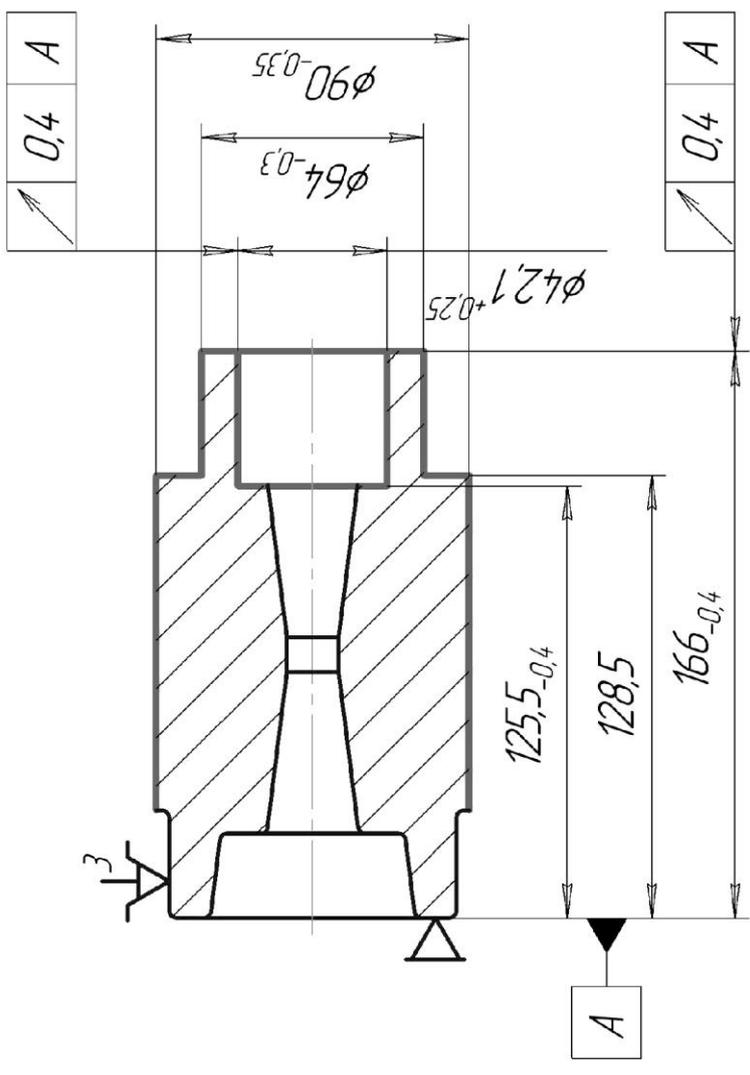
## Операционные карты





Разраб.	Раджаб	ТГУ, Кафедра ОТМП	БР	005
Проверил	Казлаб			
Исполн.		Корпус		

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



Дцл.																						
Взм.																						
Подп.																						
Разраб.	<i>Рыбкобай</i>																					
Проверил	<i>Козлов</i>																					
Исполн.																						
Наименование операции																						
<i>Токарная</i>																						
Оборудование, устройство ЧПУ																						
<i>HAAS SL-10</i>																						
Материал																						
<i>Сталь 45 ГОСТ 1050-88</i>																						
Твердость																						
<i>HВ 200</i>																						
ЕВ																						
166																						
МД																						
4,87																						
Профиль и размеры																						
<i>φ93x168</i>																						
М3																						
6,6																						
КОМД																						
1																						
Цех																						
Уч.																						
Р.М.																						
Опер.																						
005																						
01																						
02																						
03																						
04																						
05																						
06																						
07																						
08																						
09																						
10																						
11																						

1. Установить заготовку

396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392190 Резец расточной ТСМТ090202-PF Sandvik

ГС4225; 392190 Резец контурный ССМТ120404-PF Sandvik ГС4215.

2. Точить поверхность 5, 16, 19, 22, 23, 24 выдерживая размеры согласно эскиза.

1 | 2,0 | 0,4 | 1250 | 353

2 | 4,0 | 0,32 | 2420 | 320

3. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.



