



## АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки.

Бакалаврская работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2018.

В бакалаврской работе представлена технология изготовления корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки для серийного производства.

Ключевые слова: деталь - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», заготовка, технологический процесс, станочная оснастка, инструмент, проектирование переходов, производственное время.

В ходе выполнения данной работы достигнуты следующие результаты:

- в разделе «Введение» проанализирована актуальность и цель данной работы;

- в первом разделе произведен анализ исходных данных для проектирования техпроцесса детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- во втором разделе разработан технологический процесс изготовления корпуса поворотного приспособления

- в третьем разделе спроектировано зажимное приспособление, для закрепления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», при обработке на станке, а также проведен литературный анализ способов повышения эффективности производства при изготовлении детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- в четвертом разделе проанализированы мероприятия по охране труда при проектировании техпроцесса изготовления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- в пятом разделе определена экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного приспособления;

- в разделе список использованных источников приведена литература, которая была использована при выполнении данной работы;

- в разделе «Заключение» представлены основные выводы и достижения по данной работе.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку в размере 55 страниц, содержащей 6 таблиц, 5 рисунков, и графическую часть, содержащую 7 листов.

## ANNOTATION

Technological process of manufacturing the body of the rotary device for piece-by-piece loading-unloading.

Bachelor's work. Tolyatti. Togliatti State University, 2018.

In the bachelor's work is presented the technology of manufacturing the body of the rotary device for single-piece loading-unloading for batch production.

Key words: "The body of the rotary device for piece loading-unloading", workpiece, technological process, machine tooling, tools, design of transitions, production time.

In the course of this work, the following results were achieved:

- in the "Introduction" section the relevance and purpose of this work is analyzed;

- in the first section, an analysis of the initial data for the design of the process technology of the detail "Body of a rotary device for piece-loading-unloading";

- in the second section, the technological process for manufacturing the body of the turning device

- in the third section, a clamping device was designed, for securing the part - "Body of the rotary device for piece-loading / unloading", while processing on the machine, and also a literature analysis of ways of increasing the production efficiency in the manufacture of the component - "Body of the rotary device for piece loading-unloading";

- in the fourth section, the measures for labor protection were analyzed in designing the manufacturing process for the workpiece - "Body of a rotary device for piece-by-piece loading and unloading";

- in the fifth section, the economic efficiency of the presented technology of making the body of the turning device is determined;

- in the section of the list of sources used, the literature is used that was used in the performance of this work;

- in the "Conclusion" section the main conclusions and achievements on this work are presented.

Bachelor's work contains an explanatory note in the amount of 55 pages, containing 6 tables, 5 figures, and a graphic part containing 7 sheets.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Описание исходных данных .....	8
2 Технологическая часть работы.....	13
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента .....	23
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	48
ПРИЛОЖЕНИЯ	51

## ВВЕДЕНИЕ.

Автоматизация производственных процессов, является актуальной задачей, стоящей практически перед любым современным производством. Применение высокоавтоматизированных, «безлюдных» производств является общепризнанным мировым трендом развития производства. На решение данной задачи, направлено значительное количество сил и средств, так как это дает быструю и значительную экономическую отдачу.

Решению данной задачи способствует применение различных средств автоматизации: средств автоматизации обработки, контроля, логистики, проектирования и управления, поштучной загрузки и выгрузки изделий и т.д.

Данный комплекс средств позволяет существенно повысить автоматизацию производства, снизить долю рабочего труда, повысить качество продукции и производительность ее выпуска. Причем, как мы видим, автоматизация средств загрузки является необходимой и важной частью таких автоматизированных комплексов. При эксплуатации, к механизмам загрузки предъявляются в основном требования по точности позиционирования и безотказности их работы. Это достигается путем создания современных технологических процессов их изготовления, а при их конструировании, необходимо стремиться к их простоте и снижению габаритов и металлоемкости.

Цель бакалаврской работы – разработка технологического процесса изготовления корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки, с наименьшими затратами.

# 1 Описание исходных данных

## 1.1 Анализ служебного назначения детали

Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки, является главной деталью поворотного механизма поштучной выдачи изделий, который обеспечивает функционирование загрузочного механизма токарно-фрезерного обрабатывающего центра. Для изготовления корпуса поворотного стола агрегатного станка используется сталь 20Л.

## 1.2 Материал корпуса, его анализ

На рисунке 1.1. представлена диаграмма ингредиентов, составляющих сталь 20Л. Как видно из диаграммы основу стали 20Л составляет железо и углерод, кроме этого имеются добавки хрома, никеля, кремния и марганца, а также различных примесей в виде фосфора и серы.

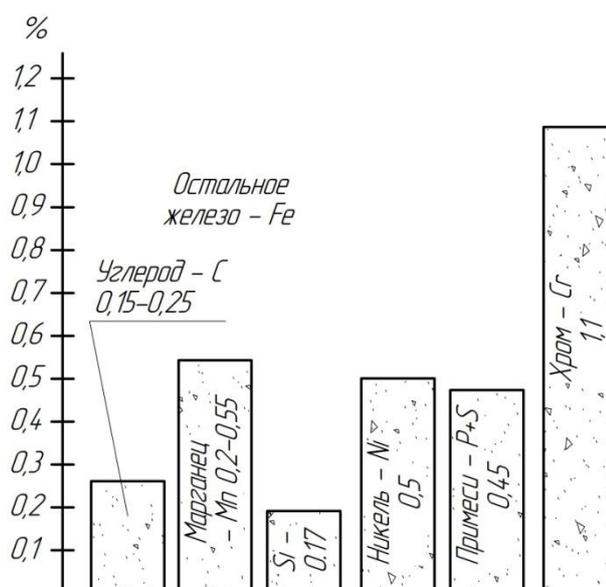


Рисунок 1.1 – Состав стали 20Л

Кроме этого данный материал обладает достаточно высокими механическими свойствами, а так как функционирование узла осуществляется в производственном помещении, то в данном случае не важны требования по коррозионной стойкости. В целом можно сказать, что сталь 20Л удовлетворяет нас для изготовления детали – «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки». Кроме этого возможно для данной детали использовать такую разновидность данной стали, как сталь 20ХЛ или 20ХНЛ.

### 1.3 Классификация поверхностей детали

Для определения характера обработки каждой их поверхностей, необходимо расклассифицировать их по четырем группам: основные (ОКБ) и вспомогательные (ВКБ) конструкторские базы, исполнительные (ИП) поверхности, свободные (С) поверхности. Данные по классификации поверхностей представлены в таблице 1.1. и рисунке 1.2.

Таблица 1.1 – Классификация поверхностей

Группа поверхностей	№ поврхн.
ОКБ	1,7
ВКБ	8
ИП	10,13,16,18
С	2,3,4,5,6,9,11,12,14,15

Анализируя данные таблицы 1.1, можно сказать, что особое внимание, при изготовлении корпуса следует обратить на поверхности с номерами –

1,7,8,10,13,16,18 которые обеспечивают качество и детали и работоспособность механизма загрузки в целом.

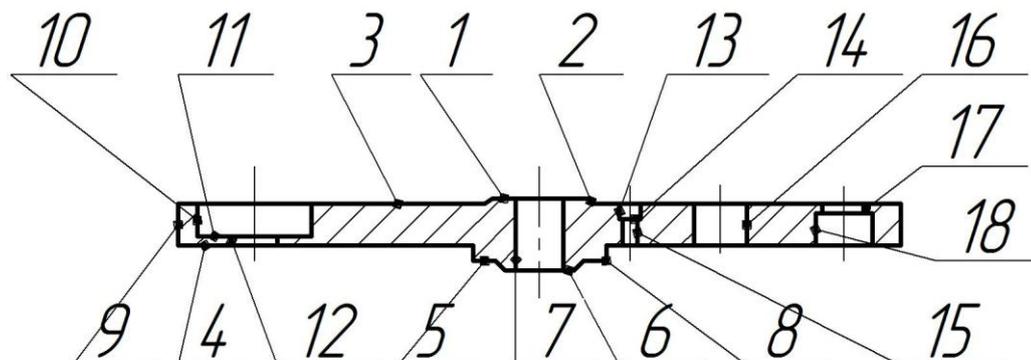


Рисунок 1.2 – Кодированный эскиз детали

#### 1.4 Технологичность детали

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что она обладает не высокой степенью технологичности, так как деталь в своей конструкции, хотя и не имеет элементов, которые затрудняют обработку, но имеет большие габариты, что требует для ее производства специального оборудования.

Для количественной оценки технологичности, проводится расчет по следующим показателям, представленным в формулах 1.1-1.3.

Коэффициент унификации:

$$K_y = \frac{N_y}{N_{\text{общ}}} \quad (1.1)$$

где  $N_y$  и  $N_{\text{общ}}$  – соответственно число унифицированных и общее число поверхностей;

Подставим данные в формулу 1.1., получим:

$$K_v = \frac{18}{18} = 1$$

Коэффициент точности:

$$K_T = \frac{\sum N_i IT_i}{N_{\text{ОБЩ}}} \quad (1.2)$$

где IT – квалитет точности;

Подставим данные в формулу 1.2., получим:

$$K_T = \frac{14 \cdot 11 + 9 \cdot 5 + 7 \cdot 2}{18} = 11,8$$

Коэффициент чистоты обработки:

$$K_T = \frac{\sum N_i Ra_i}{N_{\text{ОБЩ}}} \quad (1.3)$$

где Ra, мкм – параметр шероховатости;

Подставим данные в формулу 1.3., получим:

$$K_T = \frac{2,5 \cdot 2 + 3,2 \cdot 5 + 12,5 \cdot 11}{18} = 8,8$$

## 1.5 Задачи работы

Для достижения цели бакалаврской работы, сформулированной в разделе «Введение» настоящей работы, необходимо решить следующие

задачи:

- произвести анализ исходных данных для проектирования техпроцесса детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- на основе экономического анализа подобрать способ получения заготовки, и спроектировать ее;

- разработать технологический процесс (ТП) корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки;

- спроектировать зажимное приспособление, для закрепления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», при обработке на станке;

- провести литературный анализ способов повышения эффективности производства при изготовлении детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- проанализировать мероприятия по охране труда при проектировании техпроцесса изготовления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;

- определить экономическую эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного приспособления.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Выбор типа производства

Тип производства для детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки» определяется с целью установления необходимой стратегии организации её производства. Для этого необходимо определить два базовых критерия: массу, как характеристику сложности детали и программу выпуска, которая согласно задания составляет – 1000 дет./год. Используя программу КОМПАС 3D, определим объем корпуса поворотного стола –  $2484086 \text{ мм}^3$ , при плотности -  $7,85 \text{ г/см}^3$ , получаем массу детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки» равной – 19,5 кг. Такой массе и объему выпуска соответствует среднесерийный тип производства.

Вкратце опишем стратегию изготовления детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки». По виду для изготовления данной детали будем применять последовательную стратегию, с переменнo-поточной организацией ТП, незначительными партиями. В качестве заготовки для данных исходных условий можно предложить два варианта изготовления заготовки: заготовка получена отливкой в песчаные или земляные формы; заготовка полученная отливкой по выплавляемым моделям. Последовательность обработки определяем по удельным затратам, на базе типового ТП, припуски по таблицам. Соблюдение принципа постоянства баз и принципа единства баз является основой для базирования детали на операциях ТП. Оборудование, оснастка, режущий и мерительный инструменты необходимо выбирать универсальными, но предназначенными для обработки габаритных изделий.

### 2.2 Проектирование заготовки

### 2.2.1 Выбор метода получения заготовки

Для данных исходных условий можно предложить два варианта изготовления заготовки:

- 1) заготовка получена отливкой в песчаные или земляные формы;
- 2) заготовка полученная отливкой по выплавляемым моделям.

### 2.2.2 Литье в песчаные формы

В соответствии [4] определяем для отливки: ряд припусков - 5, класс точности – 7, припуски и допуски на размеры отливки по [4].

Литейные уклоны –  $7^\circ$  назначаем по [4], литейные радиусы- 3мм, назначаем по [4].

Определив размеры отливки, требуется определить через специальный коэффициент, характеризующий количество материала ушедшего в стружку.

$$K_M = \frac{q}{Q} \quad (2.1)$$

где, масса детали  $q=19,5$  кг и заготовки  $Q=28,2$  кг;

По зависимости (2.1)  $K_M$  равно:

$$K_M = \frac{19,5}{28,2} = 0,69$$

### 2.2.3 Отливка из выплавляемых моделей

В соответствии [4] определяем для отливки: ряд припусков - 2, класс точности – 6, припуски и допуски на размеры отливки по [4].

Литейные уклоны –  $3^\circ$  назначаем по [4], литейные радиусы- 3мм, назначаем по [4].

Определив размеры отливки, определяем ее массу, она равна – 25,6 кг. По зависимости (2.1)  $K_M$  равно:

$$K_M = \frac{19,5}{25,6} = 0,76$$

#### 2.2.4 Экономическое сравнение вариантов заготовок получения заготовок

Используя данные пунктов 2.2.2 и 2.2.3 определяем, стоимость заготовок:

Технологическая себестоимость, определяется по формуле (2.2):

$$C_m = \frac{q}{R_M} C_{заг} + C_{мех} - C_{отх} \cdot K_M \quad (2.2)$$

где  $C_{заг}$ ,  $C_{мех}$ ,  $C_{отх}$  - соответственно стоимости килограмма заготовок, механической обработки и килограмма отходов, руб./кг.

Для стали 20Л:  $C_{отх} = 11,4$  руб./кг.

Стоимость обработки определим по формуле (2.3):

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

где  $C_c = 25$  - затраты для съема одного килограмма стружки с отливки, руб./кг;

$E_n = 0,1$  – коэфф. нормативной коррекции эффективности вложений в основной капитал;

$C_k = 22$  руб./кг. - капитальные затраты на один килограмм стружки,

Тогда по формуле, стоимость обработки составляет (2.3):

$$C_{\text{мех}} = 25 + 0,1 \cdot 22 = 27,2$$

Стоимость одного кг заготовки, полученной методом литья в песчаные формы, находится по формуле (2.4):

$$C_{\text{заг1}} = C_{\text{отл}} \times K_T \times K_c \times K_B \times K_M \times K_{\text{п}} \quad (2.4)$$

где  $C_{\text{отл}}$  - стоимость килограмма отливок,  $C_{\text{отл}} = 29$  руб. – для заготовок получаемы литьем в песчаные формы;

$K_T$  – коэффициент коррекции, учитывающий точность отливки, здесь

$K_T = 1,0$  - для 2-го класса точности;

$K_c$  - коэффициент коррекции, учитывающий сложность отливки, здесь

$K_c = 1,2$  - для 4-ой группы сложности отливки;

$K_B$  - коэффициент коррекции, по массе отливки, здесь

$K_B = 1,6$ ;

$K_M$  - коэффициент коррекции, по материалу отливки, здесь

$K_M = 0,5$  - для стали;

$K_{\Pi}$  - коэффициент коррекции, учитывающий группу серийности, здесь

$$K_{\Pi} = 0,5$$

Подставим значения в формулу (2.4):

$$C_{\text{заг.лит.}} = 29 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5 = 13,92 \text{ руб.}$$

Общая технологическая себестоимость заготовки по формуле (2.2) будет равна:

$$C_{T_1} = \frac{28,2}{0,89} [3,92 + 7,2 - 11,4 - 0,89] = 495 \text{ руб.}$$

Стоимость одного кг заготовки, полученной методом отливки в выплавляемые модели, находится по формуле (2.5):

$$C_{\text{заг1}} = C_{\text{отл}} \times K_T \times K_C \times K_B \times K_M \times K_{\Pi} \quad (2.5)$$

где  $C_{\text{отл}}$  - стоимость килограмма отливок,  $C_{\text{отл}} = 65$  руб. – для заготовок, получаемых литьем по выплавляемым моделям;

$K_T$  – коэффициент коррекции, учитывающий точность отливки, здесь

$K_T = 1,0$  - для 2-го класса точности;

$K_C$  - коэффициент коррекции, учитывающий сложность отливки, здесь

$K_C = 1,2$  - для 4-ой группы сложности отливки;

$K_B$  - коэффициент коррекции, по массе отливки, здесь

$$K_B = 1,6;$$

$K_M$  - коэффициент коррекции, по материалу отливки, здесь

$K_M = 0,5$  - для стали;

$K_n$  - коэффициент коррекции, учитывающий группу серийности, здесь

$$K_n = 0,5$$

Подставим значения в формулу (2.5):

$$C_{\text{заг.2}} = 65 \times 1,0 \times 1,2 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5 = 31,2$$

Тогда, по формуле (2.3):

$$C_{T_2} = \frac{25,6}{0,89} [1,2 + (7,2 - 11,4) \times (-0,89)] = 947 \text{ руб.}$$

Анализируя, приведенные выше зависимости можно сделать вывод: применение отливки в песчаные формы более эффективно. Условную экономию от применения данного метода определим следующим образом:

$$\mathcal{E}_{T_1} = (C_{T_2} - C_{T_1}) \times N_T = (947 - 495) \times 1000 = 452000 \text{ руб.} \quad (2.6)$$

Основываясь на данных формулы (2.6) окончательно в качестве заготовки для данной детали принимаем – отливку в песчаные формы. Чертеж заготовки – отливки приведен в графической части бакалаврской работы.

### 2.3 Разработка ТП изготовления корпуса

В ходе разработки ТП изготовления детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», в соответствии с типом

производства и принятой стратегией припуски на обработку определяем табличным способом по общемашиностроительным нормативам.

При проектировании схем базирования в качестве постоянных технологических баз при обработке корпуса используем плоские и цилиндрические поверхности, которые имеют достаточную протяженность и точность для базирования. На всех операциях ТП изготовления корпуса поворотного приспособления базирование осуществляется: по комбинации установочной, направляющей и опорной баз.

На основании вышеизложенных данных сформируем ТП изготовления корпуса поворотного приспособления:

000 Заготовительная – отливка.

010 Токарная.

Станок – токарный FANUC SKE G450Z

$R_a = 12,5$ , IT12 точение поверхностей 1,2,3,7.

020 Токарная.

Станок – токарный FANUC SKE G450Z

$R_a = 12,5$ , IT12 точение поверхностей 4,5,6,8.

030 Токарная.

Станок – токарный FANUC SKE G450Z

$R_a = 6,3$ , IT9 точение поверхностей 7,8.

040 Сверлильная.

Станок – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 AT6.

$R_a = 3,2$ , IT9 сверление отверстий 13.14.15.16.17.18.

050 Сверлильная.

Станок – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 AT6.

$R_a = 3,2$ , IT9 сверление отверстий 10,11,12.

060 Термическая – закалка, отпуск – HB400±10.

070 Шлифовальная

Станок –шлифовальный SHO-321MG-1320 E.

$R_a = 2,5$ , IT7, шлифовка поверхности 8.

080 Внутришлифовальная

Станок – внутришлифовальный WAGNER.

$R_a = 1,25$ , IT7, шлифовка поверхности 7.

090 Моечная

100 Контрольная

Теоретические схемы базирования приведены в плане обработке детали в графической части данной работы.

## 2.4 Средства технологического оснащения (СТО)

С целью обеспечения выполнения технологического процесса, необходимо подобрать для каждой операции СТО, данные по выбранным СТО представлены ниже в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Средства технологического оснащения

№ наим. операции	Наименование и модель оборудования	Наименование приспособления	Наименование режущего инструмента	Наименование контрольного измерительного средства
1	2	3	4	5
010,020,030 Токарная	Станок – токарный FANUC SKE G450Z.	Специальное приспособление	Пластина режущая 16×20 SANDVIK	
			Пластина режущая 16×20 SANDVIK	
			Пластина режущая 16×20 SANDVIK	
040, 050 Сверлильная	Станок – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 AT6.	Специальное приспособление	Сверло SANDVIK Ø11 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрическим хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN; Сверло SANDVIK Ø28 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрическим хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN; Сверло SANDVIK Ø30	штангенциркуль

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
			<p>CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрически м хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN;</p> <p>Сверло SANDVIK Ø24 CORODRILL® 805 8-12 X DC цилиндрически м хвостовиком и лыской по ISO 9766, покрытие TiN</p>	
070 Шлифовальная	Станок – шлифовальный SHO-321MG- 1320 E.	Специальное приспособление	Круг шлифовальный 1-850×150×150 91AF90L7B	
080 Внутришлифовальная	Станок – внутришлифо ва льный WAGNER	Специальное приспособление	Круг шлифовальный 1-20×20×10 91AF90L7B	

## 2.5 Проектирование операций

С целью определения режимов обработки целесообразно будет воспользоваться современным интернет приложением «Walter - Онлайн калькулятор режимов обработки» фирмы «Walter». Данное приложение позволяет быстро в онлайн режиме определять параметры резания, исходя из заданных условий обработки. Результаты данных расчетов показаны в

таблице 2.2

Таблица 2.2 – Результаты расчета параметров резания

№ Операц ии	№ пере хода	D, мм	L, мм	t, мм	S, мм/ми н	V, м/ми н	P, Н	N, кВт	n, об/ми н	T <sub>о</sub> , мин	T <sub>шт</sub> , мин
010	1	25	25	3	0,25	35	6900	4,6	400	0,75	1,6
020	1	380	25	3	0,25	35	7200	4,2	400	0,52	1,2
030	1	25	25	3	0,25	35	7600	4	400	0,35	0,9
040	1	-	-	-	0,1	30	5200	2,1	1200	1,52	2,95
050	1	-	-	-	0,1	30	4600	2,4	1200	1,8	3,7
070	1	70	5	0,1	0,1	30	2300	3,8	2500	0,25	0,52
080	1	25	25	0,1	0,1	30	2900	3,2	2500	0,33	0,7

Следует сделать примечание: в таблице 2.2 на 040 и 050 операции время обработки определено для двенадцати отверстий.

При своей работе приложение «Walter - Онлайн калькулятор режимов обработки» фирмы «Walter» использует эмпирические зависимости, характерные для соответствующего метода обработки.

### 3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления – цангового патрона

Вся сверлильная обработка в ТП корпуса поворотного приспособления производится на станке – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 АТ6. На нем для закрепления инструмента используются специальное приспособление - цанговый патрон.

##### 3.1.1 Исходные данные

Станок – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 АТ6.

Приспособление – специальное - цанговый патрон.

Режимы обработки – пункт 2.5. данной работы.

##### 3.1.2 Определение усилия зажима

При сверлении на заготовку будет действовать система сил – силы резания и силы закрепления. Их сбалансированное равенство – это неперенное условие функционирования приспособления. По формуле (3.1) вычисляем усилие зажима от сил резания:

$$W_{\text{сум}} = \left( \frac{K}{f} \right) \cdot \sqrt{M^2 / r^2 + P_x^2} \quad (3.1)$$

где  $K$  – корректирующий коэффициент по запасу;

$f=0,25$  – корректирующий коэффициент по трению.

Коэффициент запаса  $K$  можно определить, определив заданные условия при выполнении обработки на технологической операции. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{z, y} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.2)$$

где  $K_0$  – коэффициент, для коррекции значение гарантированного запаса исходя данных условий, при данных условиях  $K_0=1,5$ ;

$K_1$  - коэффициент, для коррекции исходя из неровности поверхности заготовки, при данных условиях  $K_1=1$ ;

$K_2$  - коэффициент, для коррекции исходя из затупления инструмента, при данных условиях  $K_2=1$ ;

$K_3$  - коэффициент, для коррекции исходя из прерывистости резания заготовки, при данных условиях  $K_3=1$ ;

$K_4$  - коэффициент, для коррекции исходя из учета постоянства сил зажима, при данных условиях  $K_4=1$ ;

$K_5$  - коэффициент, для коррекции исходя из механизации зажима заготовки, при данных условиях  $K_5=1$ ;

$K_6$  - коэффициент, для коррекции исходя из плоскостности баз заготовки, при данных условиях  $K_6=1,5$ .

Таким образом, по формуле (3.2) коэффициент  $K$  будет равен

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,25$$

Тогда, по формуле (3.1), рассчитываем необходимую для нашего случая зажимную силу:

$$W_{сум} = \frac{2,25}{0,25} \cdot \sqrt{13700^2 / 6^2 + 5200^2} = 3750 \text{ H}$$

### 3.1.3 Расчет зажимного механизма

Для данной конструкции специального приспособления справедливо будет такое выражение:

$$Q = \frac{W_1}{i_c}, \quad (3.3)$$

где  $i_c=2,25$  – передаточное отношение, характерное для конструкции нашего приспособления, тогда:

$$Q = \frac{3750}{2,25} = 1670 \text{ Н.}$$

#### 3.1.4 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Приспособление специальное – цанговый патрон, предназначено для крепления заготовок корпуса поворотного приспособления для обработки на 040, 050 операциях.

Приспособление содержит корпус 1, на который напрессована оправка 2. Втулка 3 с внутренней цангой фиксируется шайбой 7. Внутри, с ней соприкасается зажимная цанга 4, с закрепленной в ней сверлом или фрезой - 5,6.

#### 3.2 Усовершенствование инструмента

Совершенствование инструмента – фрезы концевой, применяемой в ТП изготовления корпуса поворотного приспособления на сверлильной операции, имеет своей целью увеличение стойкости и производительности обработки. Данное усовершенствование, является результатом анализа патентного фонда РФ и других мировых источников, в части касающейся решения данного вопроса.

Сталь можно считать относительно трудным для обработки материалом, так как его свойства могут приводить к быстрому износу концевой фрезы.

Такой износ, как полагают, теоретически, происходит по меньшей мере частично, из-за передачи тепла от обрабатываемого изделия, изготовленного из стали, к концевой фрезе, выполняющей механическую обработку заготовки.

Помимо теплопередачи, другим учитываемым фактором при разработке конструкции концевых фрез является удаление стружек. Форму канавки соответственно рассчитывают во время разработки конструкции концевой фрезы. В патентах CN 20145538, CN 102303158 и CN 202199817 раскрыты концевые фрезы, имеющие форму канавок в соответствии с различными математическими моделями.

Еще одним фактором является уменьшение вибрации концевой фрезы. Уменьшение вибрации может быть достигнуто, по идее, разработкой концевых фрез с несимметричными элементами, например, как раскрыто в патенте США 6991409, патенте США 7306408 и патенте США 8007209. В то время как многие концевые фрезы кажутся аналогичными, при внимательном изучении часто существуют множественные незначительные, но характерные различия, некоторые различия являются важными относительно того, может ли концевая фреза обеспечить заданную операцию механической обработки материала конкретного типа или в конкретных условиях фрезерования.

Режущие кромки обычно расположены под различными центральными углами друг относительно друга, углы наклона винтовой линии, радиальный передний угол и осевой передний угол могут изменяться у различных кромок и даже могут изменяться вдоль одной режущей кромки. Ориентация, местоположение и размер каждого элемента концевой фрезы могут иметь существенное влияние на ее работу.

Ввиду чрезвычайно большого количества возможных вариантов конструкции, продолжается выполнение исследований по осуществлению и определению более производительных концевых фрез, в особенности для механической обработки таких материалов, как сталь.

Задачей настоящего исследования является создание новой и усовершенствованной концевой фрезы.

Оказалось, что концевая фреза, совмещающая в себе конкретную форму зубьев и конкретную форму канавок, может обеспечивать поразительную долговечность при механической обработке стали в определенных условиях.

Точнее, форма зуба содержит притупленную режущую кромку (режущую кромку, находящуюся на пересечении передней режущей подповерхности и задней поверхности) и углубленную подповерхность передней поверхности (далее «переднюю углубленную подповерхность»), продолжающуюся от передней режущей подповерхности.

Несмотря на то, что притупленные режущие кромки можно рассматривать как имеющие негативные особенности из-за относительно повышенного потребления энергии при механической обработке, экспериментальные результаты показали иное.

Более конкретно, притупленная режущая кромка определяется как содержащая действительный внутренний угол заострения, образованный на пересечении передней режущей подповерхности и задней поверхности, действительный внутренний угол заострения имеет величину больше, чем воображаемый внутренний угол заострения, образованный на пересечении воображаемых продолжений линий передней углубленной подповерхности и задней поверхности.

Подразумевается, что использование термина «притупленный» при ссылке на режущую кромку также является взаимозаменяемым с приведенным выше определением. Выполнение передней углубленной подповерхности смежно с передней режущей подповерхностью, как полагают, теоретически, уменьшает теплопередачу к концевой фрезе при механической обработке стали.

Аналогично, сведение к минимуму длины передней режущей подповерхности, также, как полагают, должно уменьшать теплопередачу, уменьшая контакт стружек с передней поверхностью концевой фрезы.

Рассмотрим теперь форму вышеупомянутой канавки, канавка содержит вогнуто сформированный изогнутый участок, следующий за выпукло сформированным выталкивающим участком определенного размера.

Изогнутый участок выполнен с формой для изгиба стружек из стали во время операции фрезерования. Канавка, содержащая изогнутый участок, отображена в патенте CN 102303158.

В целом, выпукло сформированные участки канавки могут обеспечивать конструкционную прочность зуба (то есть, позволяя его увеличенную толщину) и увеличенный момент инерции. Наличие такого выпуклого участка, однако, уменьшает форму канавки в поперечном сечении, что, как полагают, оказывает негативное влияние на удаление стружки из канавки. Канавка без такого выпуклого участка отображена в патенте CN 102303158.

Выяснилось, что выполнение выпуклого участка, хотя определенного размера, может обеспечивать предпочтительное удаление стружки во время механической обработки заготовки из стали (вследствие этого, участок выпуклой формы по существу настоящей заявки назван «выталкивающим участком»). Более конкретно, было определено, что такие выталкивающие участки обеспечивают лучшие технические характеристики при механической обработке стали во время выполнения операций по прорезанию канавок, которые имеют ограниченное пространство для удаления стружки, с весьма хорошими результатами, показанными на относительно высоких скоростях механической обработки стали.

Другое преимущество при механической обработке стали заключается в уменьшении вибрации, в основном благодаря асимметричным элементам концевой фрезы. Несмотря на очевидные преимущества асимметрии, концевая фреза с симметричным расположением центральных углов канавок, как оказалось, имела сравнительно длительную стойкость.

В целях описания и формулы изобретения, концевая фреза с симметричным расположением центральных углов определена как фреза, где

на режущей торцевой поверхности каждая канавка имеет величину центрального угла идентичную величине центрального угла противоположащей канавки. И наоборот, концевая фреза с асимметричным расположением центрального угла является фрезой, которая не подпадает под такое определение

В соответствии с первым объектом по существу настоящей заявки предложена концевая фреза для механической обработки стали, концевая фреза, включает в себя режущую часть, содержащую зубья со спиральными канавками и с диаметром  $D_E$  режущей части; каждый зуб содержит притупленную режущую кромку, образованную на пересечении передней режущей подповерхности и задней поверхности, и переднюю углубленную подповерхность с заглублением в зуб больше, чем передняя режущая подповерхность; каждая канавка содержит в плоскости, перпендикулярной к оси вращения концевой фрезы, изогнутый участок вогнутой формы, соединенный с выталкивающим участком выпуклой формы, выталкивающий участок имеет высоту  $E$ , удовлетворяющую условию  $0,010D_E < E < 0,031D_E$ .

Предложена концевая фреза для механической обработки стали, имеющая продольно продолжающуюся ось  $A_R$  вращения и содержащая: хвостовую часть и режущую часть, продолжающуюся от хвостовой части к режущей торцевой поверхности и выполненную за одно целое с по меньшей мере четырьмя режущими зубьями, чередующимися со спиральными канавками и с диаметром режущей части  $D_E$ ; каждый зуб содержит переднюю поверхность, заднюю поверхность, режущую кромку, образованную на пересечении передней и задней поверхностей, и заднюю кромку, расположенную на расстоянии от режущей кромки и образованную на пересечении задней поверхности и смежной поверхности канавки, следующей за зубом. Каждая передняя поверхность содержит переднюю углубленную подповерхность, переднюю режущую подповерхность, расположенную от оси вращения дальше, чем передняя углубленная подповерхность и выступающую выше передней углубленной

подповерхности относительно воображаемой радиальной линии, проходящей через режущую кромку, и переднюю прерывистость, образованную на пересечении передней углубленной и передней режущей подповерхностей. Причем каждый зуб содержит действительный внутренний угол заострения, образованный на пересечении передней режущей подповерхности и задней поверхности, при этом действительный внутренний угол заострения имеет величину больше, чем воображаемый внутренний угол заострения, образованный на пересечении воображаемых линий продолжения передней углубленной подповерхности и задней поверхности; причем каждая канавка, в плоскости, перпендикулярной к оси  $A_R$  вращения, содержит выпукло сформированный выталкивающий участок и вогнуто сформированный изогнутый участок, соединяющий выталкивающий участок и переднюю углубленную подповерхность; причем выталкивающий участок имеет высоту  $E$ , которая измеряется между вершиной выталкивающего участка и воображаемой прямой линией, продолжающейся от нижней точки смежного изогнутого участка до смежной задней кромки, при этом высота  $E$  имеет величину, удовлетворяющую условию  $0,010D_E < E < 0,031D_E$ ; и причем центральные углы канавок на режущей торцевой поверхности расположены симметрично.

Подразумевается, что вышеупомянутое является сущностью усовершенствования концевой фрезы, и что любой из вышеприведенных объектов может, кроме того, содержать любые из описанных ниже особенностей. В частности, нижеследующие особенности или по отдельности или в сочетании могут соответствовать любым из вышеупомянутых объектов:

1. Высота  $E$  может быть величиной, которая удовлетворяет условию  $0,014D_E < E < 0,029D_E$ . Для уточнения, диапазон  $0,010D_E < E < 0,031D_E$  считается подходящим для механической обработки стали, тогда как в диапазоне  $0,014D_E < E < 0,029D_E$  получены хорошие результаты во время испытания. Теоретически, такая средняя высота (то есть

$0,010D_E < E < 0,031D_E$ ) может усиливать соответствующую прочность зуба (позволяя подходящую ширину зуба) и момент инерции.

2. В каждой плоскости, перпендикулярной к оси  $A_R$  вращения рабочей режущей части концевой фрезы, может находиться выталкивающий участок, и изогнутый участок. В каждой плоскости выталкивающий участок может иметь высоту  $E$ , удовлетворяющую вышеупомянутым условиям (то есть,  $0,010D_E < E < 0,031D_E$ , или  $0,014D_E < E < 0,029D_E$ ).
3. Один по меньшей мере угол наклона винтовой линии может отличаться от другого угла наклона винтовой линии.
4. Угол наклона винтовой линии и радиус выталкивающего участка одной из канавок может быть меньше, чем соответствующий угол наклона винтовой линии и радиус выталкивающего участка другой одной из канавок.
5. Углы наклона винтовой линии, которые являются более близкими к наибольшему углу наклона винтовой линии среди канавок, чем к наименьшему углу наклона винтовой линии среди канавок, можно рассматривать в качестве относительно больших углов наклона винтовой линии. А углы наклона винтовой линии, которые являются более близкими к наименьшему углу наклона винтовой линии, чем к наибольшему углу наклона винтовой линии среди канавок, можно рассматривать в качестве относительно малых углов наклона винтовой линии. Каждая канавка с относительно большим углом наклона винтовой линии может иметь радиус выталкивающего участка больше, чем выталкивающий участок каждой канавки с относительно малым углом наклона винтовой линии.
6. Угол наклона винтовой линии и радиус изогнутого участка одной из канавок могут быть меньше, чем соответствующий угол наклона винтовой линии и радиус изогнутого участка другой одной из канавок.
7. Углы наклона винтовой линии, которые являются более близкими к наибольшему углу наклона винтовой линии среди канавок, чем к

наименьшему углу наклона винтовой линии среди канавок, можно рассматривать как относительно большие углы наклона винтовой линии. А углы наклона винтовой линии, которые являются более близкими к наименьшему углу наклона винтовой линии, чем к наибольшему углу наклона винтовой линии среди канавок, можно рассматривать как относительно малые углы наклона винтовой линии. Каждая канавка с относительно большим углом наклона винтовой линии может иметь радиус изогнутого участка больше, чем радиус изогнутого участка каждой канавки с относительно малым углом наклона винтовой линии.

8. Радиус изогнутого участка одной из канавок может быть меньше чем радиус ее выталкивающего участка. Радиус изогнутого участка каждой канавки может быть меньше чем радиус выталкивающего участка канавки.
9. Потенциально предпочтительное расположение утолщенных участков для концевых фрез с симметричным расположением центральных углов может быть, например, следующим. Только некоторые из канавок могут содержать на режущей торцевой поверхности вогнуто сформированный утолщенный участок, соединяющий выталкивающий участок и заднюю кромку. Такие утолщенные участки могут увеличивать ширину зуба и, следовательно, конструкционную прочность, необходимую для механической обработки стали. Утолщенные участки на торцевой поверхности могут уменьшаться в размерах при приближении к хвостовой части. Могут быть утолщенные участки, увеличение которых начинается в положении, разнесенном от торцевой поверхности, и которые увеличиваются в размерах при приближении к хвостовой части. Концевая фреза может быть свободной от утолщенных участков, которые продолжаются по всей режущей части.
10. На режущей части диаметр  $D_C$  сердцевины может удовлетворять

условию  $0,47D_E < DC < 0,60D_E$ . Диаметр  $D_C$  сердцевины может быть  $0,53D_E \pm 0,01D_E$ . Предшествующее условие ( $0,47D_E < DC < 0,60D_E$ ), как полагают, должно обеспечивать допустимое равновесие между размером канавки для удаления стружки и приемлемым моментом инерции, который может обеспечить приемлемые результаты для механической обработки стали. Теоретически, величина более близкая к  $0,53D_E$ , как полагают, считается оптимальной, и такая величина действительно обеспечивала хорошие результаты во время испытания.

11. Действительный внутренний угол заострения может иметь величину, которая отличается от воображаемого внутреннего угла заострения на  $4-15^\circ$ . Действительный внутренний угол заострения может отличаться от воображаемого внутреннего угла заострения на  $8-13^\circ$ . Предшествующее условие ( $4-15^\circ$ ), как полагают, является подходящим для механической обработки стали. Теоретически, уменьшение разности (в особенности до  $8-13^\circ$ ), как полагают, является оптимальным, и в упомянутом диапазоне действительно достигнуты хорошие результаты во время испытания.
12. Радиальные передние углы каждого зуба могут быть в диапазоне от  $6^\circ$  до  $-6^\circ$ . Радиальные передние углы могут быть  $2^\circ \pm 1^\circ$  и  $-2^\circ \pm 1^\circ$ . Предшествующий диапазон (от  $6^\circ$  до  $-6^\circ$ ), как полагают, является допустимым для механической обработки стали. Теоретически, меньшие углы (то есть использование радиальных передних углов зуба меньше чем  $6^\circ$  и  $-6^\circ$ ), как полагают, увеличивают показатели механической обработки стали. Действительно, величины приблизительно  $2^\circ$  и приблизительно  $-2^\circ$  обеспечили хорошие результаты во время испытания.
13. Зубья концевой фрезы могут иметь расположение, при котором каждый второй радиальный передний угол зуба имеет аналогичную величину, причем такая величина отличается от радиального переднего угла чередующихся зубьев. Каждый второй зуб может иметь

идентичную геометрию.

14. Каждый зуб может иметь размер  $L_C$  по длине передней режущей подповерхности, измеренный от передней прерывистости до режущей кромки вышеупомянутого зуба, удовлетворяющий условию  $0,01R_T < L_C < 0,05R_T$ , в котором  $R_T$  является размером радиуса зуба, измеренным по прямой линии от оси вращения до режущей кромки. Размер  $L_C$  по длине передней режущей подповерхности может быть  $0,026R_T \pm 0,005R_T$ . Диапазон  $(0,01R_T < L_C < 0,05R_T)$  считается допустимым для механической обработки стали. Теоретически, величина размера  $L_C$  по длине передней режущей подповерхности, более близкая к  $0,026R_T$ , считается оптимальной, и такая величина действительно обеспечила положительные результаты во время испытания.
15. На режущей торцевой поверхности центральные углы канавок могут быть расположены симметрично. Центральные углы канавок могут быть расположены симметрично по всей длине режущей части.
16. Все диаметрально противоположные центральные углы на режущей торцевой поверхности выполнены аналогичными по величине. Центральные углы в плоскости PE равных центральных углов режущей части могут быть равными. Плоскость PE равных центральных углов может находиться в середине рабочей длины режущей части.
- 17.. Величины всех зубьев по ширине на режущей торцевой поверхности могут быть аналогичными. Такая конструкция облегчает изготовление.
18. Каждый зуб на режущей торцевой поверхности может иметь ширину  $W_T$  зуба, удовлетворяющую условию  $0,13D_E < W_T < 0,22D_E$ . Ширина  $W_T$  зуба на режущей торцевой поверхности может быть  $0,165D_E \pm 0,01D_E$ . Предшествующий диапазон  $0,13D_E < W_T < 0,22D_E$  считается допустимым для механической обработки стали. Теоретически, величина ширины  $W_T$  зуба более близкая к  $0,165D_E$  считается оптимальной, и такая величина действительно обеспечила положительные результаты во

время испытания.

19. Каждые соответствующие передняя режущая подповерхность и передняя углубленная подповерхность могут быть расположены друг относительно друга так, что стружка, срезанная с заготовки, входит в контакт с передней режущей подповерхностью, но не с передней углубленной подповерхностью непосредственно смежной с передней прерывистостью со стороны от режущей кромки.
20. Каждый зуб может быть свободным от зазубрин.
21. Концевая фреза может иметь стойкость по меньшей мере 60 минут при механической обработке стали, на скорости  $V_C$  80,0 метров в минуту, с подачей - 0,08 мм на зуб, с толщиной стружки - 2,00 мм, глубиной - 22,0 мм. В таких условиях механической обработки стойкость может составлять по меньшей мере 80 минут или по меньшей мере 90 минут.
22. Каждая канавка может иметь угол  $H$  наклона винтовой линии, который удовлетворяет условию  $30^\circ < H < 50^\circ$ . Угол  $H$  наклона винтовой линии может быть  $35^\circ \pm 1^\circ$  или  $37^\circ \pm 1^\circ$ . Предшествующий диапазон, как полагают, является допустимым для механической обработки стали. Теоретически, величины более близкие к  $35^\circ$  и  $37^\circ$ , как полагают, являются оптимальными, и такие величины действительно обеспечили положительные результаты при испытании. Углы наклона винтовых линий, каждый, могут быть постоянными или переменными (то есть изменяющимися по величине в одном месте, или более, или изменяющимися по величине в каждом месте по длине режущей части) по длине канавки.
23. Каждая передняя углубленная подповерхность может быть вогнуто сформированной. Каждая передняя углубленная подповерхность может иметь идентичную форму.
24. Каждая канавка может быть сформирована так, чтобы позволять ее изготовление за один проход (позволяя более простое изготовление, чем при выполнении многократных проходов).

Проведенный выше анализ и выработанные технические решения позволяют увеличить стойкость концевых фрез, приблизительно на 40-50%.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

В процессе выполнения рабочими своим должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге, не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

Тема ВКР: «Технологический процесс изготовления корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»

Анализ был проведен в соответствии с методикой, указанной в источнике [7].

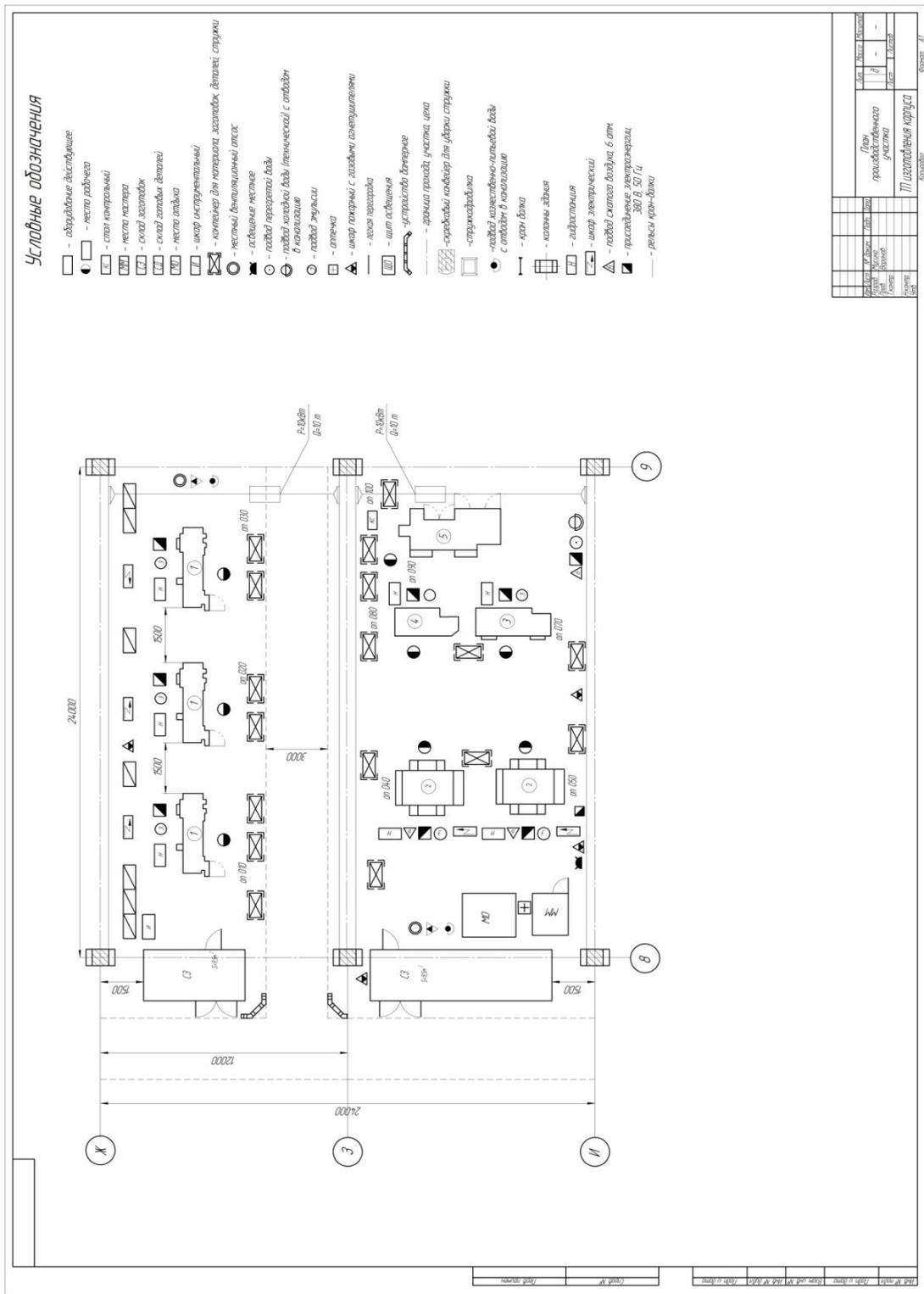
### 4.1 Назначение участка

Описываемый участок предназначается для изготовления детали «Корпус».

### 4.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь – представляет собой площадь, которая занята производственным оборудованием и местами для рабочих возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь – представляет собой площадь, на которой располагаются вспомогательные подразделения, такие как: ремонтные и инструментальные службы, лаборатории, склады, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.



### 4.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Станок – токарный FANUC SKE G450Z	3
2	Станок – координатно- сверлильный, фрезерный Beaver 2513 АТ6.	2
3	Станок –шлифовальный SHO- 321MG-1320 E.	1
4	Станок – внутришлифовальный WAGNER	1
Итого:		7

Таблица 4.2 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус»

№	Наименование цеха	№ опер .	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
1	2	3	4	5	6
1	Литейный	000	Заготовительная	-	Отливка заготовки
2	Механический	010	Токарная	Станок – токарный FANUC SKE G450Z	точение поверхностей 1,2,3,7
3	Механический	020	Токарная	Станок – токарный FANUC SKE G450Z	точение поверхностей 4,5,6,8
4	Механический	030	Токарная	Станок – токарный FANUC SKE G450Z	точение поверхностей 7,8
6	Механический	050	Сверлильная	Станок – координатно- сверлильный, фрезерный Beaver 2513 АТ6.	сверление отверстий 13.14.15.16.17.18

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6
7	Механический	060	Сверлильная	Станок – координатно-сверлильный, фрезерный Beaver 2513 АТ6.	сверление отверстий 10,11,12
8	Термический	070	Термическая	-	Закалка, отпуск
10	Механический	080	Шлифовальная	Станок – шлифовальный SHO-321MG-1320 E.	шлифовка поверхности 8
11	Механический	090	Внутришлифовальная	Станок – внутришлифовальный WAGNER	шлифовка поверхности 7
12	Механический	100	Моечная	-	Промывка, обдувка, сушка заготовки
13	Механический	110	Контрольная	-	Контроль основных параметров согласно рабочему чертежу

Поскольку были улучшены технологические операции, такие как: токарная 030 и шлифование отверстий 090, то идентификацию по рискам будем проводить только эти операции.

4.2 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

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
1	Точение	<p>1. Отлетающая стружка                  2. Высокая температура на поверхности обрабатываемой детали                  3. Испарения СОЖ при механической обработке                  4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Установка защитного экрана.                  Использование скребкового и одношнекового транспортера для удаления стружки [4].                  2. Использование СОЖ на синтетической основе.                  3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].                  4. Использование акустических экранов, противозумных наушников, закрывающих ушную раковину снаружи.                  Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].</p>
2	Внутришлифование	<p>1. Попадание частиц абразивных материалов на изделие и в рабочую зону                  2. Высокая температура на поверхности шлифовального круга и обрабатываемой заготовки                  3. Испарения СОЖ при механической обработке                  4. Высокий уровень шума и вибраций при работе оборудования</p>	<p>1. Ношение защитных очков, специальной одежды. Наличие защитного экрана.                  Удаление отходов в металлическую тару с последующей утилизацией по мере наполнения емкости [4].                  2. Использование СОЖ на синтетической основе.                  3. Установка отопительно-вентиляционного оборудования [3].                  4. Использование акустических экранов, противозумных</p>

Продолжение таблицы 4.3

			наушников, закрывающих ушную раковину снаружи. Установка на оборудования виброизолирующих опор [2].
--	--	--	---

В процессе выполнения данного раздела был проанализирован состав вредных и опасных факторов на описываемом производстве, предложены меры, которые помогут снизить воздействия опасных и вредных факторов.

## 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 в проекте технических решений.

В рамках данной бакалаврской работы разрабатывается технологический процесс изготовления детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», детальное описание которого представлено в предыдущих разделах. Разработка процесса изготовления предполагает выбор оборудования, соответствующего выполнению назначенной операции, подбор оснастки, необходимой для надежного закрепления, и инструмента, обеспечивающего качественное получение параметров поверхности. Разработанный процесс состоит из 7 технологических операций, без учета термической обработки и проведения контрольных и моечных операций, и включает: 3-и токарные, 2-е сверлильные и 2-е шлифовальные операции.

В качестве оснастки применяются специальные приспособления.

В качестве инструмента используются пластины «Sandvik», сверла «Sandvik» и шлифовальные круги.

Описание метода получения заготовки и химический состав материала, из которого производится корпус, представлено в предыдущих разделах бакалаврской работы.

Для выполнения обоснования экономической целесообразности запуска данного технологического процесса необходимо детально рассчитать капитальные вложения в проект при помощи специальной методики [10] и пакета программного обеспечения Microsoft Excel. Полученные величины параметров, входящих в общие капитальные вложения представлены в диаграмме на рисунке 5.1.

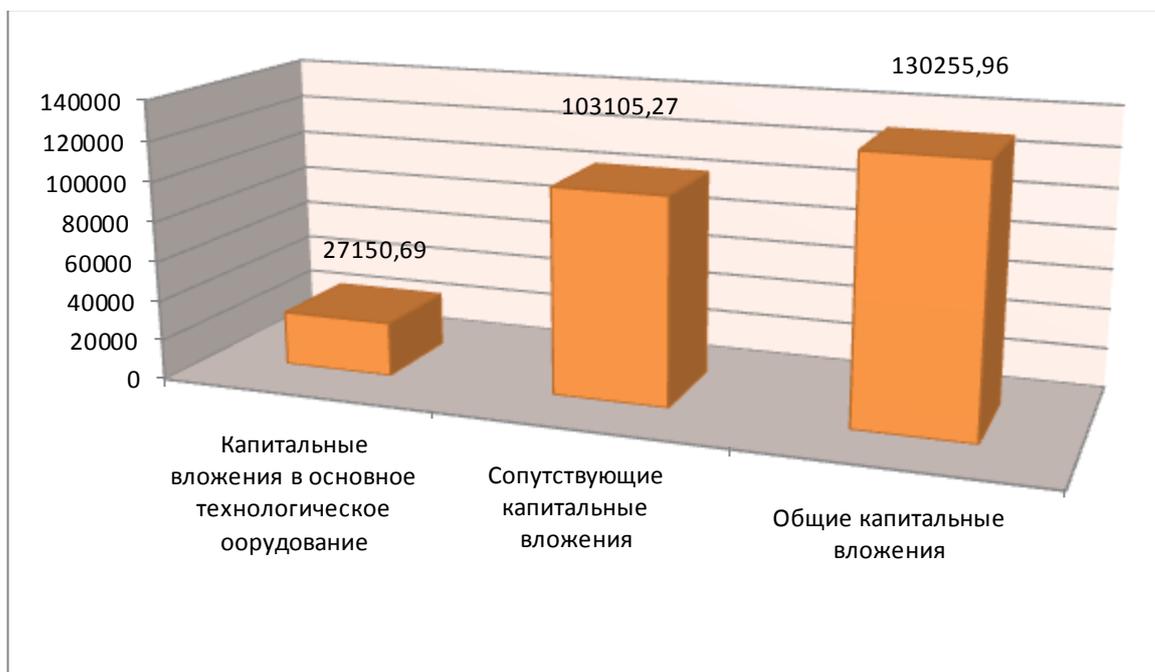


Рисунок 5.1 – Значение элементов общих капитальных вложений, руб.

Анализируя, представленные на диаграмме данные, можно сказать, что весомую долю от общих затрат составляют сопутствующие капитальные вложения – 79,2%. Данный параметр включает в себя затраты, связанные с проектированием технологического процесса, доставкой, монтажом, приспособлением, инструментом, необходимой производственной площадью, транспортными средствами и необходимой аппаратурой для управляющей программы. Соответственно капитальные вложения в основное технологическое оборудование составляют 20,8% от общих капитальных вложений.

Кроме капитальных затрат значимым для определения экономической эффективности является определение технологической себестоимости, расчет которой проводится при помощи пакета программного обеспечения Microsoft Excel и методики по определению технологической себестоимости [10].

Наглядное представлено полученных расходов, входящих в технологическую себестоимость продемонстрировано на диаграмме (рисунок 5.2)



Рисунок 5.2 – Элементы технологической себестоимости, руб.

Представленные на рисунке 5.2 значения, необходимы для того чтобы рассчитать технологическую себестоимость корпуса поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки. Сложив все перечисленные параметры, можно получить величину технологической себестоимости, которая равна 4839,3 рубля. Анализируя данные параметры видно, что материалы являются самыми весомыми в формировании величины технологической себестоимости, доля этого элемента составляет 98,1%, это связано с тем, что вес изделия составляет 19,5 кг. Следующими по значимости параметрами являются расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, их доля составляет по 1% и основная заработная плата – 0,7%. Последним по значимости являются начисления на заработную плату, их доля составляет 0,2%.

Зная величину технологической себестоимости, можно определить значение полной себестоимости, которая составляет – 4973,79 рублей. Полная себестоимость является основой для определения ожидаемой и чистой прибыли, которые в свою очередь позволят провести оценку экономической эффективности разработанного технологического процесса и определить целесообразность его внедрения в производство.

Для определения ожидаемой прибыли будем использовать следующую формулу:

$$P_{ож} = C_{полн} \cdot P_{г} \cdot R, \quad (5.1)$$

«где  $C_{полн}$  – полная себестоимость изделия, руб.;

$P_{г}$  – годовая программа выпуска изделия, шт.;

$R$  – рентабельность производства (0,18 ... 0,25)» [10].

$$P_{ож} = 4973,79 \cdot 1000 \cdot 0,25 = 1243447,5 \text{ руб.}$$

После уплаты налогов у предприятия останется 994758 руб., что считается чистой прибылью, которая используется для определения срока окупаемости проекта. Согласно методике расчета срока окупаемости – это отношение величины капитальных вложений и чистой прибыли, учитывая полученные при расчете значения, позволят окупить вложенные средства в течение 2-х лет. На базе этого значения рассчитывается экономический эффект, который составит 18957,74 руб. Данная величина при расчете получилась положительной, поэтому можно сделать окончательное заключение об эффективности проекта и целесообразности его внедрения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы достигнуты следующие результаты:

- в разделе «Введение» проанализирована актуальность и цель данной работы;
- в первом разделе произведен анализ исходных данных для проектирования техпроцесса детали «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;
- во втором разделе разработан технологический процесс изготовления корпуса поворотного приспособления;
- в третьем разделе спроектировано зажимное приспособление, для закрепления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки», при обработке на станке, а также проведен литературный анализ способов повышения эффективности производства при изготовлении детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;
- в четвертом разделе проанализированы мероприятия по охране труда при проектировании техпроцесса изготовления детали - «Корпус поворотного приспособления поштучной загрузки-выгрузки»;
- в пятом разделе определена экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного приспособления;

На основании выше изложенного, можно сделать вывод, что цель работы достигнута, а все поставленные задачи решены.

Экономическая эффективность представленной технологии изготовления корпуса поворотного приспособления составляет 18957,74 рублей.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М., Машиностроение, 1995 г., 320 с.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов.; 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Высш.школа, 1980, 240 с
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, ТолПИ, 1990
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для вузов. / А.Ф.Горбацевич, В.А. Шкред; 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания. – М: ООО ИД «Альянс», 2007.- 256 с.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
- 8 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку [Текст]. – Взамен ГОСТ 26645-85; введ. 2010-24-08. – М.: Стандартинформ, 2010. – 35 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" / И.С. Добрыднев, - М: Машиностроение 1985, 184 с.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
- 11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по

выполнению курсового проекта по специальности 1201 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТГУ, 2005. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./ Н.А. Нефедов, 76 - М.: Высш. Школа, 1986-239 с.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту Учеб. Пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент" 4-е изд. перераб. и доп. / Н.А.. Нефедов, - М., Машиностроение, 1984 г.- 400 с.

14 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

15 Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с.

16 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1/ Б.Н. Вардашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.]; - М.: Машиностроение, 1984.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

19 Davim J.P. Modern Machining Technology. A practice guide Woodhead Publishing, 2011. — 412 p. — (English).

20 Davim J.P. (ed.) Sustainable Machining. Springer, 2017. — 82 p.

21 Davim J. Paulo (editor). Machining. Fundamentals and Recent Advances. London: Springer, 2008, - 361 pages.

21 Jackson Mark. Machining with Abrasives Springer, New York, 2011. 439 p. ISBN 978-1-4419-7301-6;

22 Klocke F. Manufacturing Processes 2: Grinding, Honing, Lapping. Vol. 2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009. XXIV, 433 p. 35 illus. — ISBN 978-3-540-92258-2, e-ISBN 978-3-540-92259-9, DOI 10.1007/978-3-540-92259-9.

23 Linke B. Life Cycle and Sustainability of Abrasive Tools Springer, 2016. — XVII, 265 p. — ISBN 978-3-319-28345-6; ISBN 978-3-319-28346-3 (eBook).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубль	Взам	Подл	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Мусина																	
Проб	Воронав																	
Н. контр.	Виткалов																	
Утв.	Лагинав																	
<b>Корпус</b>																		
М 01	Сталь 20Л																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	ЕН	Н <sub>трасс</sub>	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ				
М 02	11	166	19,5	1	1	126	0,6						1	25,6				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>шт</sub>	T <sub>шт</sub>	
Б	Код, наименование оборудования																	
А 03				000	Заготовительная													
Б 04																		
0 05				010	4 110 Токарная													
06	3816XX	Токарный станок	FANUC					18632	312	1	1	1	1	1	60	1	0,75	1,6
07																		
Т 08				020	4 110 Токарная													
09	3816XX	Токарный станок	FANUC					18632	312	1	1	1	1	1	60	1	0,52	1,2
10																		
А 11				030	4 110 Токарная													
Б 12	3816XX	Токарный станок	FANUC					18632	312	1	1	1	1	1	60	1	0,35	0,9
0 13																		
14				040	4 520 Сверлильная													
15	3912XX	Сверлильный станок	Beaver					18630	415	1	1	1	1	1	60	1	152	2,95
16																		
МК																		

Детл. Взам. Подл.	Изм.		№ докум.		Подпись		Дата		Изм.		№ докум.		Подпись		Дата			
	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист		
Разраб. Проб	Мусина Воронов		ТГУ		Корпус													
Н. контр. Улд.	Виткалов Лизинев																	
М 01	Сталь 20Л																	
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н <sub>раск.</sub>	КИМ	Код заготовки		Профиль и размеры				КД	МЗ				
	11	166	19,5	1	1,26	0,6							1	25,6				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции													
Б	Код, наименование оборудования												Обозначение документа					
А 03				050	4520	Сверлильная		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>шт.</sub>	T <sub>шт.</sub>	
Б 04	3912XX								18630	415	1	1	1	1	60	1	1,8	3,7
0 05																		
06				060	5217	Термическая												
07																		
Т 08				070	4277	Шлифовальная												
09	3771XX								18885	415	1	1	1	1	60	1	0,25	0,52
10																		
А 11				080	4277	Внутришлифовальная												
Б 12	3771XX								18885	415	1	1	1	1	60	1	0,33	0,7
0 13																		
14				090	5111	Маячная												
15																		
16				100	5205	Контрольная												
МК																		



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
						Документация				
						Сборочный чертеж				
						Детали				
Справ. №	A4	1	18.БР.ОТМП.198.6.1.001	Корпус	1					
	A4	2	18.БР.ОТМП.198.6.1.002	Втулка	1					
	A4	3	18.БР.ОТМП.198.6.1.003	Втулка	1					
	A4	4	18.БР.ОТМП.198.6.1.004	Цанга	1					
	A4	5	18.БР.ОТМП.198.6.1.005	Винт	1					
	A4	6	18.БР.ОТМП.198.6.1.006	Гайка	1					
	A4	7	18.БР.ОТМП.198.6.1.007	Шарик	1					
Подп. и дата										
Взам. инв. №										
Инв. № дубл.										
Подп. и дата										
Инв. № подл.										
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	18.БР.ОТМП.198.6.1.000 СБ			
		Разраб.	Мусина				Патрон цанговый	Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Воронов							
		Н.контр.	Виткалов				ТГУ ТМБ-1401			
		Утв.	Логинов							

Копировал

Формат А4