

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

(наименование кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных  
производств

(направленность (профиль)/ специализация)

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему Технологический процесс изготовления картера станка с ЧПУ

Студент	<u>А.М. Соснов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.Г. Левашкин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>А.Г. Егоров</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)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## АННОТАЦИЯ

Темой бакалаврской работы является технологический процесс изготовления картера станка с числовым программным управлением (ЧПУ). Ее актуальность обусловлена необходимостью постоянной модернизации и совершенствования действующих цехов и участков предприятий машиностроения.

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления картера станка с ЧПУ с использованием современного оборудования и методов технологии машиностроения. А также снижение себестоимости изготовления детали картер станка с ЧПУ.

Задачами выпускной работы являются:

- анализ исходных данных;
- выбор и проектирование заготовки;
- разработка схем базирования;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчет режимов резания;
- разработка технологического маршрута и плана обработки;
- расчет и проектирование штокового патрона;
- расчет и проектирование контрольного приспособления;
- исследование рельефа рабочей поверхности шлифовального круга.

В результате выполнения выпускной работы проведены научные исследования рельефа рабочей поверхности шлифовального круга, спроектировано и рассчитано зажимное и контрольное приспособление для токарной операции.

Расчетно-пояснительная записка выпускной работы содержит 63 страницы формата А4. Графическая часть выпускной работы содержит 7 листов формата А1.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ.....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
2 Разработка технологической части работы.....	7
3 Проектирование специальных средств оснащения .....	33
4 Исследование рельефа рабочей поверхности шлифовального круга.....	37
5 Безопасность и экологичность технического объекта .....	47
6 Экономическая эффективность работы .....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	56
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	62

## **ВВЕДЕНИЕ**

Уровень режимов резания в среднем на 20–30% превышает уровень режимов на других заводах страны. Это достигается применением определенной охлаждающей жидкости, высоким качеством и принудительной сменой режущего инструмента [1].

Применяемый твердосплавный инструмент в общем объеме составляет большую часть. В подавляющем большинстве применяется инструмент с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин различного типоразмера.

Ряд сборочных операций выполняется на автоматических линиях, встроенных в линии механической обработки.

Научно-технический прогресс в значительной степени развивает и совершенствует отрасль машиностроения.

Совершенствование технологического процесса изготовления деталей машин имеет при этом первостепенное значение. Применение прогрессивных высокопроизводительных методов обработки, обеспечивающих высокую точность и качество деталей машин позволяет решить эту задачу [1].

Все это направлено на решение главных задач: повышение эффективности производства и качества продукции.

В связи с этим данная бакалаврская работа содержит перспективный технологический процесс изготовления картера станка с ЧПУ.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали**

Деталь – картер станка с ЧПУ работает в коробке передач металлорежущего станка.

В сферическом гнезде картер станка с ЧПУ находится пара полуосевых шестерен, пара сателлитов, находящихся в зацеплении с полуосевыми шестернями, а также ось сателлитов.

На картер станка с ЧПУ напрессовывается ведущая шестерня привода.

### **1.2 Анализ материала детали**

Деталь – картер станка с ЧПУ – изготавливается из высокопрочного чугуна ВЧ-56-05.

### **1.3 Систематизация поверхностей детали**

В таблице 1.1 представлена классификация поверхностей детали по служебному назначению.

Номера поверхностей указаны на эскизе детали (см. рисунок 1.1).

Исходя из служебного назначения детали, особое внимание при разработке технологического процесса следует уделить точности исполнения размера сферического гнезда, внутреннего гнезда оси полуосевых шестерен, посадочных мест под подшипники, шестерню спидометра, шестерню главной передачи.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	19,20
Вспомогательная конструкторская база	14,17
Исполнительная поверхность	21,22
Свободные поверхности	1,2,4,6,7,9,11, 12,13,15,18

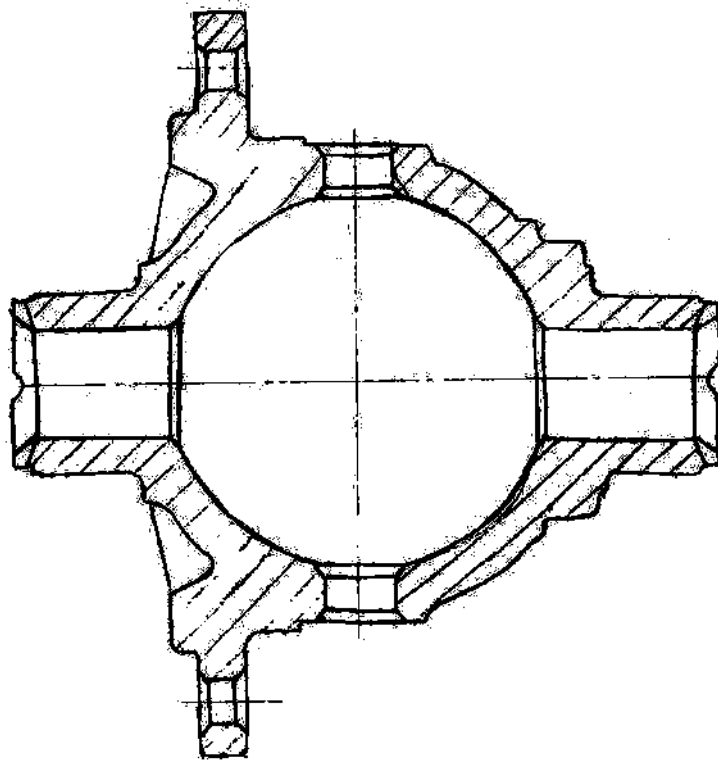


Рисунок 1.1 - Классификация поверхностей детали

#### 1.4 Формулировка задач работы

Целью бакалаврской работы является снижение себестоимости изготовления детали картер станка с ЧПУ.

Задачами выпускной работы являются:

- анализ исходных данных;
- выбор и проектирование заготовки;
- разработка схем базирования;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчет режимов резания;
- разработка технологического маршрута и плана обработки;
- расчет и проектирование штокового патрона;
- расчет и проектирование контрольного приспособления;
- исследование рельефа рабочей поверхности шлифовального круга.

## 2 Разработка технологической части работы

### 2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Определение такта выпуска производится в соответствии с рекомендуемой литературой [2,3].

Исходные данные:

годовая программа выпуска изделий -  $N1 = 220 \text{ тыс. шт.}$ ;

запасные части  $\beta = 20\%$  ;

режим работы завода - 1 смен;

действительный годовой фонд времени -  $Fg = 4029 \text{ час.}$

Годовая программа выпуска деталей:

$$N = N1 \cdot m \left( 1 + \frac{\beta}{100\%} \right), \quad (2.1)$$

где  $N1$  - годовая программа выпуска изделий, тыс. шт.;

$\beta$  - коэффициент запасных частей, %;

$m$  - режим работы завода.

$$N = 220000 \cdot 1 \left( 1 + \frac{20}{100} \right) = 264000 \text{ шт.}$$

Такт выпуска деталей:

$$t_{\text{в}} = \frac{60 \cdot Fg}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{264000} = 0,92 \text{ мин.}$$

Тип производства зависит от двух факторов: заданной программы выпуска и массы детали. По таблице литературного источника [2] определяем тип производства – массовый.

## **2.2 Выбор метода получения заготовки**

Рациональность выбора заготовки характеризуется большим коэффициентом использования металла.

Деталь картер станка с ЧПУ имеет довольно сложную конфигурацию, поэтому заготовку целесообразнее всего изготавливать литьем.

Заготовка картера станка с ЧПУ изготавливается из высокопрочного чугуна ВЧ-56-05 с пределом прочности  $\sigma_{\text{ВР}}=560$  МПа. Такой метод получения заготовки является наиболее оптимальным, так как высокопрочный чугун хорошо обрабатывается и имеет необходимую прочность и жесткость.

Материал заготовки ВЧ-56-05 и способ получения выбираем литьё аналогично базовому варианту.

С целью увеличения коэффициента использования материала и уменьшения технологической себестоимости изготовления детали в дипломном проекте предлагается заготовка полученная литьём в армированный кокиль.

Трудоемкость изготовления отливок меньше чем в разовые формы, точность выше, качество лучше, меньше припуски на механическую обработку. Из кокиля получают 12% чугуновых отливок.

В зависимости от точности и материала Rz 160-20 мкм, данный способ выгоден в серийном и массовом производстве.

Литье в армированный кокиль. Класс точности размеров и масс 6, по [3].

## **2.3 Выбор методов обработки поверхностей**

По базовому варианту технологического процесса заготовку получают литьем в землю. Этот способ характеризуется универсальностью и относительной дешевизной в условиях массового производства.



Литье в землю по базовому техпроцессу является оптимальным методом получения заготовки.

Черновые, промежуточные и чистовые базы обеспечивают надежное и точное закрепление заготовки на операциях техпроцесса.

Принцип постоянства технологических баз не соблюдается, это связано с формой детали и характером техпроцесса.

Степень оснащённости операций технологического процесса вполне достаточна для массового производства.

Применяется высокопроизводительный инструмент: фрезы, сверла, зенкеры. Развертки, резцы, оснащенные твердым сплавом.

Применяемый техпроцесс обеспечивает выполнение заданных технических требований.

Применение автоматической линии обеспечивает высокую производительность при минимальном количестве рабочих.

Высокая степень концентрации операций достигается с помощью высокопроизводительной оснастки.

Высокое требование по точности предъявляется к обработке сферического гнезда, внутреннего гнезда оси, полуосевых шестерен, посадочных мест под подшипники, шестерню спидометра, шестерню главной передачи.

При шлифовании возможно появление прижогов из-за повышения температуры СОЖ в зоне обработки.

## **2.4 Определение припусков и проектирование заготовки**

Припуски на механическую обработку обозначены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Допуски и припуски на заготовку

Размер	Допуски	Припуски
Ø35	0,56	1,4
Ø108	0,8	1,8
Ø148	0,8	1,8
Ø27	0,56	1,4
Ø78	0,7	1,5
Ø16	0,44	1,2
94	0,7	1,5
139	0,8	1,8
7	0,4	1,3

Припуски в среднем уменьшились на 24%. Вес заготовки по базовому варианту 3кг.

Определим вес предлагаемой заготовки.

Объем занимаемый заготовкой [4]:

$$V=V_{заг}-V_A-V_B \quad (2.2)$$

где  $V_{заг}=2,923 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$  с припусками уменьшенными на 24%;

$V_A$  – объем напуска на фланец в базовом варианте;

$$V_A=3,14 \cdot (0,0758^2 - 0,0558^2) \cdot 0,0037 = 0,304 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

$V_B$  – объем отверстия под ось сателлитов;

$$2 \cdot V_B = 3,14 \cdot 0,00653^2 \cdot 0,008 = 0,018 \cdot 10^{-4}$$

$$V = 2,923 \cdot 10^{-4} - 0,304 \cdot 10^{-4} - 0,018 \cdot 10^{-4} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Вес заготовки:

$$m = V \cdot \rho = 2,6 \cdot 10^{-4} \cdot 7800 = 2,018 \text{ кг}$$

где  $V$  – объём занимаемый заготовкой;

$\rho$  – плотность детали,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$

Вес заготовки по проектируемому варианту снизился на 982г.

Базовый вариант: литье в землю

Проектируемый вариант: литье в армированный кокиль

Определим затраты на отливку по формуле:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{от}} \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\text{п}} = 0,29 \cdot 1,03 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,76 = 0,326 \text{ руб/кг},$$

(2.3)

где  $C_{\text{от}} = 0,29$  руб/кг – базовая стоимость одного килограмма литых заготовок;

$k_T = 1,03$  - коэффициент, зависящий от класса точности [4];

$k_C = 1,2$  - коэффициент, зависящий от сложности заготовки [4];

$k_B = 1,0$  - коэффициент, зависящий от массы заготовки [4];

$k_M = 1,2$  - коэффициент, зависящий от марки материала [4];

$k_{\text{п}} = 0,76$  - коэффициент, зависящий от объема производства [4].

Определим затраты на механическую обработку:

$$C_{\text{мех}} = C_C + E_H \cdot C_K = 0,356 + 0,15 \cdot 1,035 = 0,511 \text{ руб/кг},$$
 (2.4)

где  $C_C = 0,356$  руб/кг – текущие затраты на 1кг стружки [4]

$C_K = 1,035$  руб/кг – капитальные затраты на 1кг стружки;

$E_H = 0,15$  - нормативный коэффициент капитальных вложений [4].

Определим технологическую себестоимость заготовки по формуле:

$$C_T = \frac{q}{k_{\text{им}}} \cdot C_{\text{заг}} + C_{\text{мех}} - C_{\text{отх}} \cdot k_{\text{им}},$$
 (2.5)

где  $q$  – масса детали;

$k_{\text{им}}$  – коэффициент использования материала;

$C_{\text{заг}}$  – затраты на заготовку;

$C_{мех}$  – стоимость механической обработки, отнесенная к 1кг снимаемой стружки;

$C_{отх}$  – цена 1кг отходов [4].

Для литья в армированный кокиль заготовки:

$$C_T = \frac{1,64}{0,852} \cdot 0,326 + 0,256 - 0,0144 \cdot 0,812 = 0,749 \text{ руб}$$

Для литья в кокиль заготовки:

$$C_T = \frac{1,64}{0,546} \cdot 0,317 + 0,256 - 0,0144 \cdot 0,546 = 1,282 \text{ руб}$$

Экономический эффект при сопоставлении этих способов получения заготовок рассчитаем по формуле:

$$\mathcal{E} = C_{T2} - C_{T1} \cdot N \quad (2.6)$$

где  $C_{T2}$ ,  $C_{T1}$  - технологическая себестоимость заготовки,

$N=10$ шт – годовая программа выпуска деталей.

$$\mathcal{E}=(1,28-0,789) \cdot 22000=116820 \text{ руб}$$

Вывод: экономически целесообразно выбрать заготовку полученную методом литья в армированный кокиль.

## 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Исходя из базового варианта технологического процесса изготовления детали, включающий в себя цикл токарных расточных и шлифовальной

операции для каждой операции определяются технологические базы и разрабатываются теоретические схемы базирования.

Теоретические схемы базирования представлены на листе чертежа «План изготовления картера станка ЧПУ».

Первым этапом формирования технологического процесса является проработка чертежа детали. Заполняется карта анализа чертежа детали.

Для каждой поверхности определяется маршрут обработки с учетом ее размеров, качества, шероховатости, точности геометрических форм.

Технологический маршрут обработки картера станка ЧПУ включает в себя цикл токарных, расточных, шлифовальной операций, термообработку, промывочную и контрольную операции.

Содержание операций технологического процесса и выбор типа оборудования.

#### Операция 010.

Предварительное точение гнезда подшипников, заплечик и торца, гнезда центровки шестерни главной передачи и торца фланца, внутреннего гнезда оси полуосевых шестерен и фаску, наружного диаметра фланца и фаску.

Оборудование: токарный восьмишпиндельный двухиндексный полуавтомат КЗСА.

#### Операция 020.

Предварительное точение гнезда подшипников, заплечик и торца, гнезда спидометра, внутреннего гнезда оси полуосевых шестерен и фаску, торца фланца.

#### Операция 030.

Чистовое точение гнезда подшипников и торца, гнезда центровки шестерни главной передачи и торца фланца, гнезда спидометра и торца, плоскости опоры винтов для крепления шестерни главной передачи.

Оборудование: токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер».

Операция 040.

Сверление, зенкерование и снятие фаски в отверстиях фланца, контрольная обработка окна и фрезерование канавок, предварительное и получистовое растачивание сферического гнезда, получистовое и чистовое растачивание и снятие фаски в отверстиях под полуосевые шестерни, сверление, цекование, чистовое растачивание оси сателлитов.

Оборудование: Автоматическая линия получистовой и чистовой обработки «Хюллер».

Операция 050.

Чистовое растачивание сферического гнезда.

Оборудование: Автоматическая линия чистовой обработки «Хюллер».

Операция 060.

Возможная ручная зачистка заусенцев.

Оборудование: Рабочий стол

Операция 070.

Термообработка – газовое азотирование

$HV \geq 300$

Операция 080.

Чистовое шлифование гнезда подшипников и заплечик, гнезда спидометра и торца, гнезда центрирования шестерни главной передачи и торца фланца крепления зубчатого венца.

Оборудование: Двухсторонний торце-круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой Шаудт.

Операция 090.

Промывка и продувка.

Оборудование: туннельная моечная установка.

Операция 100.

100% контроль.

Оборудование: полуавтоматический контрольный стенд.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Проанализируем операцию 40.

Позиция 3

Инструмент: спиральное ступенчатое сверло, оснащенное твердосплавными пластинками ВК 8 Ø 10,2 мм. Материал корпуса – сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Позиция 4

Инструмент: Зенкер Ø 10,6, оснащенный твердосплавными пластинками ВК 8. Материал корпуса сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Развертка Ø 10,55, оснащенная твердосплавными пластинками ВК 8. Материал корпуса сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Позиция 8

Инструмент: Фреза дисковая, оснащенная твердосплавными пластинками ВК 6. Материал корпуса сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Позиция 10

Инструмент: Расточная головка, оснащенная твердосплавными пластинками ВК 8.

Позиция 13, 13а, 14

Инструмент: Поворотная державка, оснащенная твердосплавными пластинками ВК 8 с напылением поверхностного слоя TiN.

Позиция 18

Инструмент: Расточной резец, оснащенный твердосплавными пластинками ВК 8.

Позиция 21

Инструмент: Спиральное сверло, оснащенное твердосплавными пластинками ВК 6 Ø 15 мм

Позиция 22

Инструмент: Сборная фреза, оснащенная твердосплавными пластинками ВК 8.

Позиция 26

Инструмент: Расточная головка, оснащенная твердым сплавом ВК 8.

Позиция 31

Инструмент: Расточной резец, оснащенный твердым сплавом ВК 8.

Позиция 32

Инструмент: Расточной резец, оснащенный твердым сплавом ВК 8.

## **2.7 Проектирование технологических операций**

Одним из «узких» мест является предварительное растачивание сферического гнезда, выполняемое на позиции 13 040 операции. Припуск на диаметр сферического гнезда равен 1,5 – 3,25 мм на сторону, по этому при обработке заготовки с максимальной величиной припуска значительно сокращается стойкость режущего инструмента.

Для решения этой задачи предлагается уменьшить подачу в два раза, при этом увеличится основное технологическое время операции, что отразится на производительности обработки; поэтому необходимо ввести дополнительную позицию 13а.

Рассмотрим проектирование 040 операции.

Обработка осуществляется на автоматической линии.

Позиция 1:

1. Загрузка.

Позиция 2:

2. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 3:

3. Сверление восьми отверстий фланца, поверхность 15, Ø10,2 мм на глубину 16 мм;

4. Снятие фаски 0,6 x 45°.

Позиция 4:

5. Зенкерование восьми отверстий фланца, поверхность 15, Ø10,6 м на глубине 20 мм.

6. Снятие фаски 0,2 x 45°.



7. Развертывание двух отверстий фланца , поверхность 15,  $\text{Ø}10,55$  мм на глубине 20 мм.

Позиции 5, 6, 7:

8. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 8:

9. Фрезерование канавок, поверхность 28, радиусом 2 мм, глубиной  $2 \pm 0.2$  мм.

Позиция 9:

10. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 10:

11. Контрольная обработка окна, поверхность 6.

Позиции 11, 12:

12. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 13:

13. Предварительное растачивание сферического гнезда, поверхность 21 до  $\text{Ø} 77,3$  при повороте бор-штанги на угол  $28^\circ$ , что соответствует линейному перемещению на 19 мм.

Позиция: 13а:

14. Предварительное растачивание сферического гнезда, поверхность 21 до  $\text{Ø} 77,3$  при повороте бор-штанги на угол  $28^\circ$ , что соответствует линейному перемещению на 19 мм.

Позиция 14:

15. Получистовое растачивание сферического гнезда, поверхность 21 до  $\text{Ø} 77,8 \pm 0,1$  при повороте бор-штанги на угол  $54^\circ$ , что соответствует линейному перемещению на 36,5 мм.

Позиции 15, 16, 17:

16. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 18:

17. Получистовое растачивание отверстий под полуосевые шестерни, поверхность 22,23 до  $\text{Ø} 26,9 \pm 0,0225$ .

18. Чистовое точение поверхностей 30,31 до  $\varnothing 32$  на длине 6 мм.
19. Снятие фаски  $1 \times 30^\circ$ .
- Позиция 19:
20. Транспортировка детали к позиции обработки.
- Позиция 20:
21. Поворот детали на  $90^\circ$ .
- Позиция 21:
22. Сверление отверстий под ось сателлитов, поверхность 24,  $\varnothing 15$  мм на длине 19 мм.
- Позиция 22:
23. Фрезерование плоскости под ось сателлитов, поверхность 16 на размер  $94 \pm 0,10$  мм.
- Позиция 23:
24. Транспортировка детали к позиции обработки.
- Позиция 24:
25. Поворот детали на  $45^\circ$ .
- Позиция 25:
26. Транспортировка детали к позиции обработки.
- Позиция 26:
27. Чистовое растачивание отверстий под полуосевые шестерни, поверхности 22, 23 до  $\varnothing 27_{+0,023}^{+0,048}$
28. Снятие фаски  $0,2 \pm 0,1 \times 45^\circ$ .
- Позиция 27:
29. Контроль выполнения размеров.
- Позиция 28:
30. Транспортировка детали к позиции обработки.
- Позиция 29:
31. Поворот детали на  $90^\circ$ .
- Позиция 30:
32. Транспортировка детали к позиции обработки.

Позиция 31:

33. Получистовое растачивание отверстий под ось сателлитов, поверхность 24 до  $\varnothing 15,7^{+0,1}$ .

34. Снятие фаски  $0,8 \times 30^\circ$ .

35. Снятие фаски  $0,5 \times 45^\circ$ .

Позиция 32:

36. Чистовое растачивание отверстий под ось сателлитов, поверхность 24 до  $16^{+0,024}_{+0,003}$

Позиция 33:

37. Поворот детали на  $90^\circ$ .

Позиция 34:

38. Разгрузка.

Расчет режимов резания производится при помощи таблиц по специальным нормативам [5].

Для позиций 13 и 13а производится более укрупненный расчет режимов, который проведем по методике, представленной в литературном источнике [5].

Позиция 3. Сверление

Выбор подачи:  $S_0=0.2$  мм/об

Выбор скорости резания:  $V=V_{\text{табл}} \cdot K_1 K_2 K_3$ ,

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий стойкость инструмента;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий отношение длины резания к диаметру

$$V_{\text{табл}} = 19 \text{ м/мин [5]}$$

При использовании твердосплавного инструмента скорость резания повышается в 3 раза.

$$V_{\text{табл}} = 57 \text{ м/мин;}$$

$K_1 = 0,7$ ;  $K_2 = 1,6$ ;  $K_3$  – не учитывается при горизонтальном сверлении

$$V = 57 \cdot 0,7 \cdot 1,6 = 63,84 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p,$$

где  $K_p$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

$$P_{\text{табл}} = 155 \cdot 1,3 \text{ [5]}$$

$$K_p = 1,1$$

$$P_0 = 155 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 221,65 \text{ кВт}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000}; \quad (2.7)$$

где  $K_N$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала.

$$K_N = 1,1$$

$n$  – число оборотов инструмента в минуту;

$V$  – скорость резания;

$$N_{\text{табл}} = 0,58 \text{ кВт [5]}$$

$$n = 1000V/\pi d = 1000 \cdot 63,84 / (3,14 \cdot 10,2) = 1993,26 \text{ об/мин} \quad (2.8)$$

Стандартное число оборотов: 2000 об/мин

$$V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 2000}{1000} = 64 \text{ м/мин} \quad (2.9)$$

$$N_{\text{рез}} = 0,58 \cdot 1,1 \cdot \frac{2000}{1000} = 1,276 \text{ кВт}$$

Позиция 4

Зенкерование:

$$S_0 = 0,4 \text{ мм/об [5]}$$

$$V_{\text{табл}} = 27 \text{ [5]}$$

$$K_1=0,7; K_2=1,6$$

$$V=27 \cdot 0,7 \cdot 1,6=30,24 \text{ м/мин}$$

$$P_{\text{табл}}=20 \text{ кГ [5]}$$

$$K_p=1,1$$

$$P_o=20 \cdot 1,1=22 \text{ кГ}$$

$$N_{\text{табл}}=0,78 \text{ кВт [5]}$$

$$K_N=1,1$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30,24}{3,14 \cdot 10,6} = 908,5 \text{ об / мин}$$

$$n=900 \text{ об/мин}$$

$$N_{\text{рез}}=0,78 \cdot 1,1 \cdot 900/1000=0,772 \text{ кВт}$$

Развертывание:

$$S_0=0,75 \text{ мм/об [5]}$$

$$V_{\text{табл}}=30 \text{ [5]}$$

$$P_{\text{табл}}=26 \text{ кГ [5]}$$

$$K_p=1,1$$

$$P_o=26 \cdot 1,1=28,6 \text{ кГ}$$

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000};$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 10,6} = 901 \text{ об / мин}$$

принимаем  $n=900$  об/мин

$$N_{\text{рез}}=0,78 \cdot 1,1 \cdot 900/1000=0,772 \text{ кВт}$$

Позиция 8: Фрезерование

Подача на зуб:  $S_z=0,1 \text{ мм/зуб}$  [5]

Скорость резания:  $V=V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$ ,

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от размеров обработки [5],

$K_2$  – коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности и ее твердость [5];

$K_3$  – коэффициент, учитывающий стойкость и материал режущего инструмента [5].

$V_{\text{табл}}=160 \text{ м/мин}$ ;

$K_1=1,25$ ;

$K_2=0,7$ ;

$K_3=0,7$

$$V = 160 \cdot 1,25 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 98 \text{ м/мин}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = E \cdot \frac{V \cdot t \cdot Z_u}{1000} \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (2.10)$$

где  $E$  – величина, определяемая по таблице;

$V$  – скорость резания, м/мин

$t$  – глубина резания, мм

$Z_u$  – число зубьев фрезы, шт

$K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий тип фрезы и скорость резания;

$E = 0,14$  [5]

$$K_1 = 1,0;$$

$$K_2 = 1,0$$

$$t = 2 \text{ мм}$$

$$Z = \frac{C_z \cdot D}{\sqrt{t \cdot S_z}}; \quad (2.11)$$

где  $C_z$  – коэффициент равный 0,2;

$D$  – диаметр фрезы,  $D = 200$  мм;

$$Z = \frac{0,2 \cdot 200}{\sqrt{2 \cdot 0,1}} = 44$$

$$N_{\text{рез}} = 0,14 \cdot \frac{98 \cdot 2 \cdot 44}{1000} \cdot 1 \cdot 1 = 2,442 \text{ кВт}$$

Позиция 18: Получистовое растачивание отверстия

Выбор подачи:  $S_0 = 0.2$  мм/об

Скорость резания:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.12)$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [5],

$K_2$  – коэффициент, учитывающий стойкость и марку твердого сплава [5];

$K_3$  – коэффициент, учитывающий вид обработки [5].

$V_{\text{табл}} = 120$  м/мин [5];

$$K_1 = 0,55;$$

$$K_2 = 1,0;$$

$$K_3 = 0,85$$

$$V = 120 \cdot 0,55 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 56,1 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P_z = P_{z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (2.13)$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [5],  
 $K_2$  – коэффициент, учитывающий скорость резания и передний угол при точении твердосплавным инструментом [5].

$$P_{z \text{ табл}} = 15 \text{ кГ [5]}$$

$$P_z = 15 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 9,75 \text{ кГ}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$\text{где } P_z = 9,75 \cdot 9,8 = 95,55 \text{ Н}$$

$$N = \frac{95,55 \cdot 56,1}{1020 \cdot 60} = 0,087 \text{ кВт},$$

Позиция 21: Сверление

Подача:  $S_0 = 0,26 \text{ мм/об [5]}$

Скорость резания:

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$



$V_{\text{табл}}=66$  м/мин;

$K_1=0,9$ ;

$K_2=1,6$ ;

$K_3=1,0$

$$V = 66 \cdot 0,9 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 95,04 \text{ м/мин}$$

Осевая сила резания:

$$P_0 = P_{\text{табл}} \cdot K_p ,$$

$P_{\text{табл}} = 250$  кГ [5]

$K_p = 1,1$  [3]

$$P_0 = 250 \cdot 1,1 = 275 \text{ кГ}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000} ;$$

$K_N = 1,1$  [5]

$N_{\text{табл}} = 1,5$  кВт

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95,04}{3,14 \cdot 15} = 2017,8 \text{ об/мин}$$

принимаем  $n=2000$  об/мин

$$N_{\text{рез}} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot \frac{2000}{1000} = 3,3 \text{ кВт};$$

Позиция 13 и 13а: Черновое растачивание сферического гнезда

Подача:  $S_0=0,5$  мм/об [5]

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot 0.9}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V;$$

где  $C_V$  – коэффициент, влияющий на скорость резания

$x, y, m$  – показатели степени

$T$  – период стойкости

$$C_V = 243;$$

$$x = 0,15;$$

$$y = 0,40;$$

$$m = 0,20$$

$T = 120$  мин, стойкость инструмента с напылением поверхностного слоя в два раза больше стойкости инструмента без напыления.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{nV} \cdot K_{UV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки

$K_{nV}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя заготовки;

$K_{UV}$  – коэффициент, учитывающий материал режущего инструмента.

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_V}, [5]$$

$$n_V = 1.25 [5]$$

$$K_{MV} = \left( \frac{190}{215} \right)^{1,25} = 0,884^{1,25} = 0,8523,$$

$$K_{nV} = 0.8 \text{ [5]}$$

$$K_{UV} = 0.83 \text{ [5]}$$

$$V = \frac{243 \cdot 0.9}{120^{0.20} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.5^{0.4}} \cdot 0.8523 \cdot 0.8 \cdot 0.83 =$$

$$= \frac{123,77}{2,6052 \cdot 1,0627 \cdot 0,7579} = 58,99 \approx 59 \text{ м/мин}$$

Сила резания

Силу резания принято раскладывать на составляющие, направленные по осям координат станка (тангенциальную  $P_z$ , радиальную  $P_y$  и осевую  $P_x$ ).

При растачивании эти составляющие рассчитываются по следующим формулам:

$$P_{z,y,x} = 10C_p \cdot t^x \cdot S_0^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.14)$$

где  $K_p$  – поправочный коэффициент,

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (2.15)$$

где  $K_{mp}$ ,  $K_{фp}$ ,  $K_{\gamma p}$ ,  $K_{\lambda p}$ ,  $K_{rp}$  – поправочные коэффициенты учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке детали.

Тангенциальная составляющая силы резания  $P_z$ :

$$C_p = 92; x = 1,0; y = 0,75; n = 0 \text{ по [5]}$$

$$K_{mp} = \left( \frac{HB}{190} \right)^n = \left( \frac{215}{190} \right)^{0.4} = 1,13^{0.4} = 1,04 \text{ по [2]},$$

$$K_{фp} = 1; K_{\gamma p} = 1; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0 \text{ по [2]},$$

$$P_z = 10 \cdot 92 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 59^0 \cdot 1,04 = 10 \cdot 92 \cdot 1,5 \cdot 0,5946 \cdot 1 \cdot 1,01 = 853,37 H$$

Радиальная составляющая силы резания  $P_y$ :

$$C_p = 54; x = 0,9; y = 0,75; n = 0$$

$$K_{MP} = 1,04 \text{ по [5]},$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$P_y = 10 \cdot 54 \cdot 1,5^{0,9} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 59^0 \cdot 1,04 = 10 \cdot 54 \cdot 1,4404 \cdot 0,5946 \cdot 1 \cdot 1,01 = 481 H$$

Осевая составляющая силы резания  $P_x$ :

$$C_p = 46; x = 1,0; y = 0,4; n = 0$$

$$K_{MP} = 1,04 \text{ по [5]},$$

$$K_{\phi p} = 1,0; K_{\gamma p} = 1,0; K_{\lambda p} = 1,0; K_{rp} = 1,0$$

$$P_x = 10 \cdot 46 \cdot 1,5^{1,0} \cdot 0,5^{0,4} \cdot 59^0 \cdot 1,04 = 10 \cdot 46 \cdot 1,5 \cdot 0,7579 \cdot 1 \cdot 1,01 = 543,87 H$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

где  $P_z = 853,37 H$ , рассчитано выше

$$N = \frac{853,37 \cdot 59}{1020 \cdot 60} = 0,82 \text{ кВт}$$

Определение технических норм времени

В массовом производстве определяется норма штучного времени.

$$T_{шт} = T_0 + T_{всп} + T_{обсл} + T_{отд} \quad (2.16)$$

где  $T_0$  – основное технологическое время;

$T_{всп}$  – вспомогательное время;

$T_{обсл}$  – время обслуживания рабочего места;

$T_{отд}$  – время на отдых и личные надобности.

Расчет технических норм времени для 040 операции.

Позиция 3: Сверление отверстий

$$T_o = \frac{L_{P.X}}{S} = \frac{20}{90} = 0,222 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{ус} + T_{уп} ;$$

где  $T_{ус}$  – время на установку заготовки , равное 0,15 мин

$T_{уп}$  – время управления, принимаем 0,01 мин

$$T_{всп} = 0,15 + 0,01 = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{обсл} = T_{тех} + T_{орг} ;$$

где  $T_{тех}$  – время на замену инструмента

$$T_{тех} = \frac{T_{CM} \cdot T_o}{T} = \frac{4 \cdot 0,222}{35} = 0,025 \text{ мин}$$

$T_{орг}$  – время на организаторскую подготовку

$$T_{орг} = 0,222 + 0,16 \cdot \frac{2,4}{100} = 0,009 \text{ мин}$$

$$T_{обсл} = 0,025 + 0,009 = 0,034 \text{ мин}$$

$$T_{отд} = 0,222 + 0,16 \cdot \frac{6}{100} = 0,023 \text{ мин}$$

Итого штучное время будет равно:

$$T_{шт} = 0,222 + 0,016 + 0,034 + 0,023 = 0,439 \text{ мин}$$

Позиция 4: Зенкерование

$$T_O = \frac{L_{P.X}}{S} = \frac{20}{180} = 0,111 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{тех} = \frac{4 \cdot 0,111}{30} = 0,015 \text{ мин}$$

$$T_{орг} = \frac{0,111 + 0,16}{100} \cdot \frac{2,4}{100} = 0,007 \text{ мин}$$

$$T_{отд} = \frac{0,111 + 0,16}{100} \cdot \frac{6}{100} = 0,016 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,111 + 0,16 + 0,016 + 0,007 + 0,016 = 0,309 \text{ мин}$$

Позиция 8: Фрезерование

$$T_O = \frac{L_{P.X}}{S} = \frac{7}{70} = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех}} = \frac{1 \cdot 0,1}{180} = 0,0006 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг}} = 0,1 + 0,16 \cdot \frac{2,4}{100} = 0,006 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отд}} = 0,1 + 0,16 \cdot \frac{6}{100} = 0,016 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,1 + 0,16 + 0,001 + 0,006 + 0,016 = 0,283 \text{ мин}$$

Позиция 13 и 13а: Растачивание

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S} = \frac{19}{44,4} = 0,43 \text{ мин}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{\text{тех}} = \frac{4 \cdot 0,43}{120} = 0,007 \text{ мин}$$

$$T_{\text{орг}} = 0,143 + 0,16 \cdot \frac{2,4}{100} = 0,014 \text{ мин}$$

$$T_{\text{отд}} = 0,43 + 0,16 \cdot \frac{6}{100} = 0,035 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шт}} = 0,43 + 0,16 + 0,007 + 0,014 + 0,035 = 0,646 \text{ мин}$$

Позиция 14: Растачивание сферы

$$T_o = \frac{L_{P.X}}{S} = \frac{36,5}{91} = 0,401 \text{ МИН}$$

$$T_{всп} = 0,16 \text{ МИН}$$

$$T_{тех} = \frac{2 \cdot 0,401}{120} = 0,007 \text{ МИН}$$

$$T_{орг} = 0,401 + 0,16 \cdot \frac{2,4}{100} = 0,013 \text{ МИН}$$

$$T_{отд} = 0,401 + 0,16 \cdot \frac{6}{100} = 0,034 \text{ МИН}$$

$$T_{ит} = 0,401 + 0,16 + 0,007 + 0,013 + 0,034 = 0,615 \text{ МИН}$$



## **3 Проектирование специальных средств оснащения**

### **3.1 Проектирование зажимного приспособления**

При расчетах следует ориентироваться на такие величины [7, 8]:

- место приложения сил зажима;
- направление сил зажима, при которых силы зажима получаются наибольшими, т.е. максимальны.

Зажимные устройства должны удовлетворять следующим требованиям:

- при зажиме не должно нарушаться первоначальное положение детали;
- зажимы не должны вызывать деформации в поверхностном слое детали и изменению её формы;
- закрепление и раскрепление детали должно производиться с минимальной затратой сил и временем рабочего.

#### **3.1.1 Недостатки базового приспособления**

В бакалаврской работе будем разрабатывать зажимное приспособление для операции 010: предварительное точение гнезда подшипников и торца, гнезда центровки шестерни главной подачи и торца фланца, внутреннего гнезда оси полуосевых шестерен наружного диаметра фланца.

Штоковый патрон, применяемый на токарной операции, устанавливается на шпиндель токарного станка.

Загрузка и разгрузка деталей в патрон токарного станка производится оператором.

По базовой технологии применяется патрон, который не обеспечивает достаточной точности положения заготовки при обработке за счет изнашивания установочных элементов.

Для устранения этого недостатка предполагается изменить установочные элементы: использовать сменные кулачки выполненные из износостойкого материала.

Токарный штоковый патрон состоит из следующих основных деталей:

- корпус (поз.1);
- постоянный кулачок (поз.2);
- сменный кулачок (поз.3);
- подкулачник (поз.4);
- опоры (поз.5,6);
- упор (поз.10);
- шток (поз.12).

Принцип работы приспособления состоит в следующем: при перемещении штока 12 влево подкулачник 4 также смежается влево, воздействуя на постоянный кулачок 2, перемещающийся по наклонному цилиндру в корпусе патрона 1; сменные кулачки 3 перемещаются в радиальном направлении. Происходит зажим заготовки. Продольное базирование заготовки осуществляется при помощи опор 5 и 6.

Разжим обработанной детали происходит в обратном порядке: шток 12 перемещается вправо вместе с упором 10 воздействуя на постоянный кулачок 2, заставляя его двигаться вверх по наклонному цилиндру; сменные кулачки 3 расходятся, освобождая деталь.

Расчет сил резания будем производить для первой позиции обработки, т.к. на этой позиции происходит черновая обработка детали, т.е. снимается наибольший припуск и сила резания будут наибольшими по сравнению с силами резания на последующих позициях.

На первой позиции происходит обработка четырьмя резцами и осевым инструментом – зенкером.

### **3.1.2 Выбор зажимного механизма**

Сущность зажимного механизма состоит в следующем: в корпусе патрона под углом к его оси сделано отверстие, куда устанавливается постоянный кулачок, выполненный в виде цилиндра. Постоянный кулачок, перемещаясь по направляющим цилиндра производят зажим и разжим заготовки [10].

### 3.1.3 Выбор конструкции и расчет силового привода

В конструкции станка применяется гидравлический привод, где за счет регулирования давления масла можно получить большие исходные усилия.

Диаметр поршня гидроцилиндра определяется по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}}; \quad (3.1)$$

где  $Q$  – осевое усилие зажима;

$P$  – давление масла,  $P=1,0$ МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{2550}{1}} = 57 \text{ мм}$$

Выбираем стандартный вращающийся гидроцилиндр с диаметром поршня 63 мм.

Ход поршня цилиндра:

$$S_Q = \frac{S_W}{i_n}; \quad (3.2)$$

где  $S_W$  – свободный ход кулачков,  $S_W = 5$  мм;

$i_n$  – передаточное отношение зажимного механизма по перемещению;

$$i_n = 1/i_c, \quad (3.3)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение зажимного механизма по силе:

$$i_c = \frac{W}{Q} = \frac{4386}{2550} = 1,72$$

$$i_n = \frac{1}{1,75} = 0,58$$

$$S_Q = \frac{5}{0,58} = 8,62 \text{ мм}$$

Значение  $S_Q$  принимают с запасом, принимаем  $S_Q=20$  мм.

### **3.2 Назначение и описание работы контрольного приспособления**

Приспособление предназначено для контроля размеров  $22,9 \pm 0,15$  и  $35,8 \pm 0,15$  после чернового точения на 010 операции.

Приспособление состоит из следующих основных деталей: плиты (поз. 1), опоры (поз. 2), упора (поз. 3), кольца (поз. 4) и т.д.

Принцип работы приспособления состоит в следующем: деталь устанавливается в вертикальном положении на упор – происходит базирование детали в продольном направлении, в диаметральной направлении деталь базируется при помощи кольца.

Торцы фланца и гнезда подшипников соприкасаются с настроенной на размер головкой рычагов 11 и 12. Эти рычаги оказывают воздействие на индикаторы (поз. 8), по которым и определяют фактические размеры обрабатываемой детали.

## **4 Исследование рельефа рабочей поверхности шлифовального круга**

### **4.1 Методика выполнения исследований рельефа рабочей поверхности шлифовального круга**

Важной задачей является установление взаимной связи той или иной системы характеристик шероховатости рельефа инструмента с его рабочими свойствами: режущей способностью, обеспечением требуемого качества шлифуемой поверхности, а также выявить уровень изменения некоторых параметров геометрии рельефа и геометрии поверхности инструмента: расстояние между зернами, вылет зерен, относительную опорную длину шлифовального круга [9].

В работах наших и зарубежных исследователей по шероховатости поверхности шлифовального круга достаточно убедительно показано, что невозможно дать объективную характеристику реальной поверхности, если пользоваться только одним каким-либо параметром, например, высотой профиля [13, 14, 15, 16].

Работоспособность трущихся поверхностей деталей функционально связана с величиной несущей или опорной поверхности.

Этот параметр рассчитывается следующим способом [21].

Сумма длин отрезков  $a_1, a_2, \dots, a_i$ , отсекаемых на заданном « $n$ » уровне в материале профиля линией, эквидистантной средней линии в пределах базовой длины, называется опорной длиной профиля.

Отношение опорной длины профиля к базовой длине на заданном уровне сечения называют относительной опорной длиной профиля:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^i a_i}{A}; \quad (4.1)$$

где  $t$  – относительная опорная длина профиля на заданном сечении (рисунок 4.1)

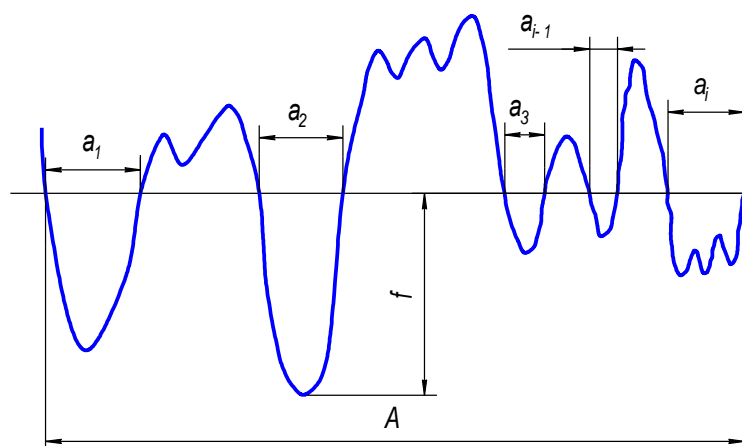


Рисунок 4.1 - Зависимость значения относительной опорной длины профиля от уровня сечения профиля называют относительной опорной кривой профиля

В работах наших и зарубежных исследователей по шероховатости поверхностей шлифовальных кругов достаточно убедительно показано, что если опорная кривая соответствует кривой 1 на нашем графике (рисунок 4.2), то это свидетельствует об истирании зерен шлифовального круга при его работе [23].

Если же опорная кривая соответствует кривой 2, то здесь преобладает хрупкое разрушение рабочих зерен.

В результате обработки полученных при исследовании данных мы получили опорную кривую 3, занимающую место между 1 и 2 кривой. Получаем конкретный случай механизма износа: истирание и хрупкое разрушение.

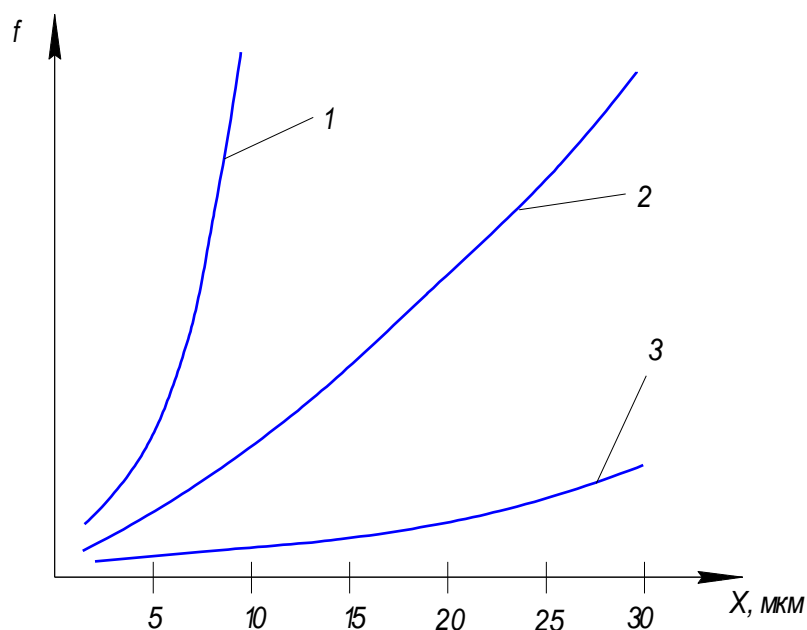


Рисунок 4.2 – Характеристика опорной кривой

На основании экспериментальных данных мы можем сделать вывод, что опорная кривая не меняется от силы резания.

Следовательно, по опорным кривым нельзя судить о характере износа абразивных зерен.

На рисунке 4.3 показана зависимость вылета зерен от уровня сечения.

Кривая 1 соответствует истиранию зерен в процессе работы шлифовального круга.

Кривая 2 – хрупкому разрушению.

В результате шлифования происходит перераспределение зерен вследствие износа. Износ зерен прямо пропорционален глубине снимаемого слоя, т.е. проникновению металла в абразив.

Поэтому в экспериментально полученных графиках (рисунок 4.4) при большей силе прижима максимум смещается вправо, а при уменьшении силы максимум смещается влево.

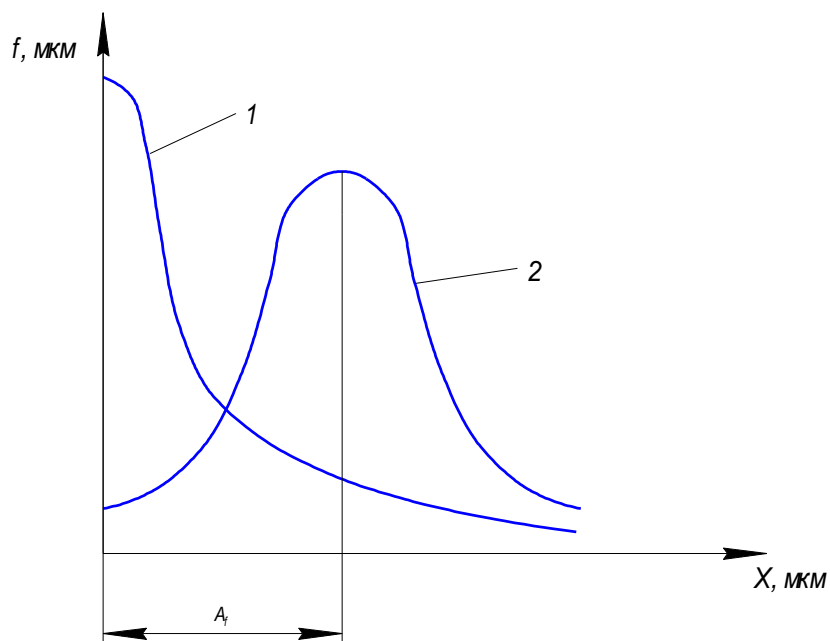


Рисунок 4.3 - Зависимость вылета зерен от уровня сечения

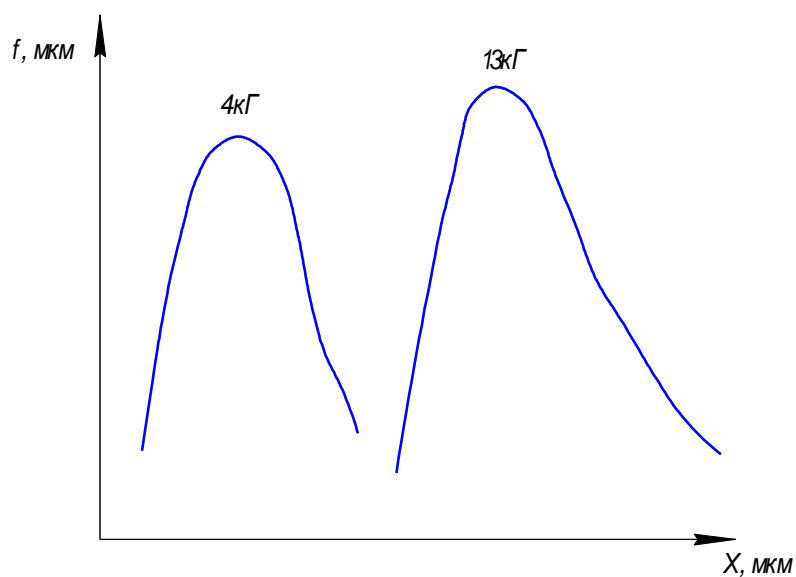


Рисунок 4.4 - Зависимость вылета зерен от уровня сечения

При увеличении скорости круга (рисунок 4.5) график смещается влево. Это объясняется тем, что проникновение металла в абразив уменьшается, в связи с уменьшением времени контакта каждого зерна с деталью.



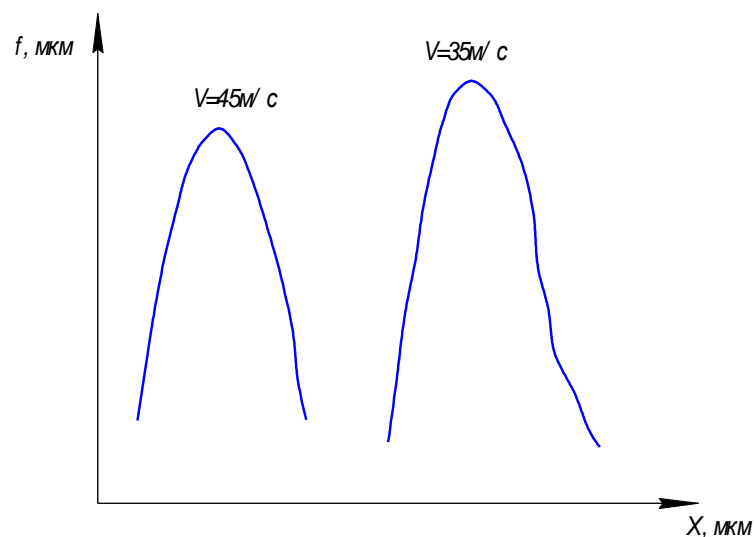


Рисунок 4.5 - Зависимость вылета зерен от уровня сечения при увеличении скорости шлифовального круга

При увеличении скорости заготовки сила резания увеличивается, увеличивается и проникновение металла в абразив. Отсюда смещение максимума вправо (рисунок 4.6)

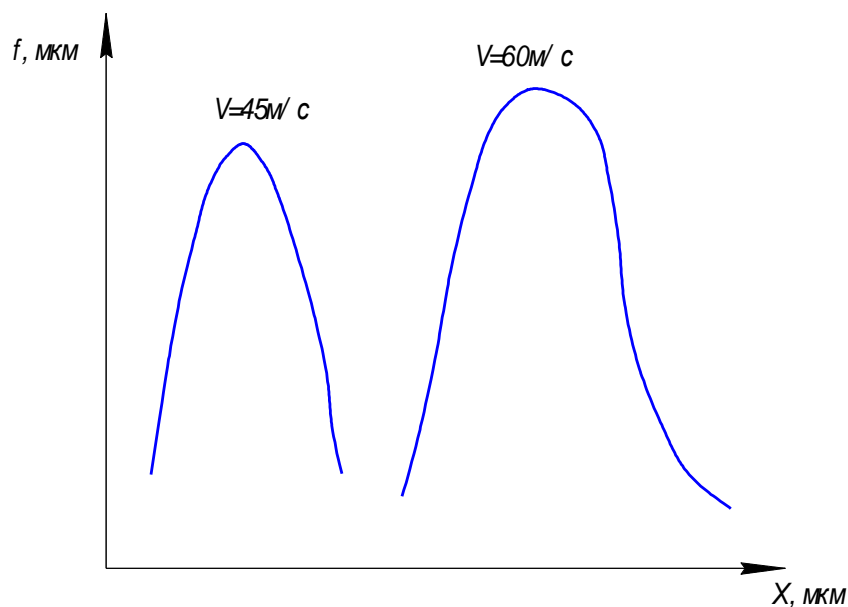


Рисунок 4.6 - Зависимость вылета зерен от уровня сечения при увеличении скорости заготовки

Для подтверждения правильности вышесказанного была выведена соответствующая характеристика  $\lambda$  – приведенная глубина шлифования.

$$\lambda = \frac{V_1}{V} \cdot t \quad (4.2)$$

Вычисление этой величины проводится на различных режимах, при различных усилиях прижима.

Строится график зависимости  $A_f$  от  $\lambda$ . Все полученные точки ложатся на какую-то одну кривую и ясно прослеживается зависимость (рисунок 4.7).

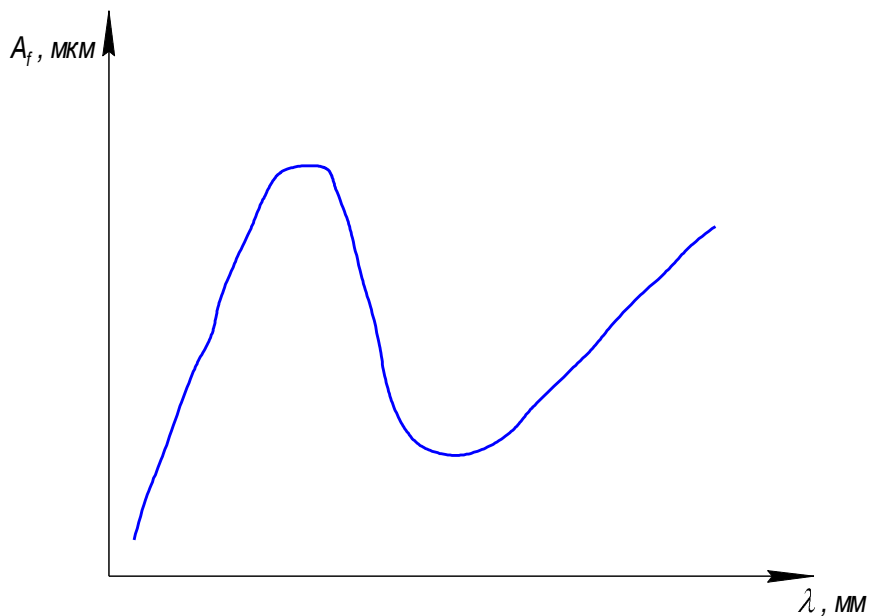


Рисунок 4.7 – График зависимости  $A_f$  от  $\lambda$

Все это свидетельствует о правильности результатов экспериментов [23]. На рисунке 4.8 показана зависимость расстояний между зернами  $L$  от глубины шлифования.

По графику видим тенденцию уменьшения расстояния между зернами с увеличением глубины круга. Это свидетельствует об увеличении числа зерен на единицу поверхности, а также о проявлении износа.

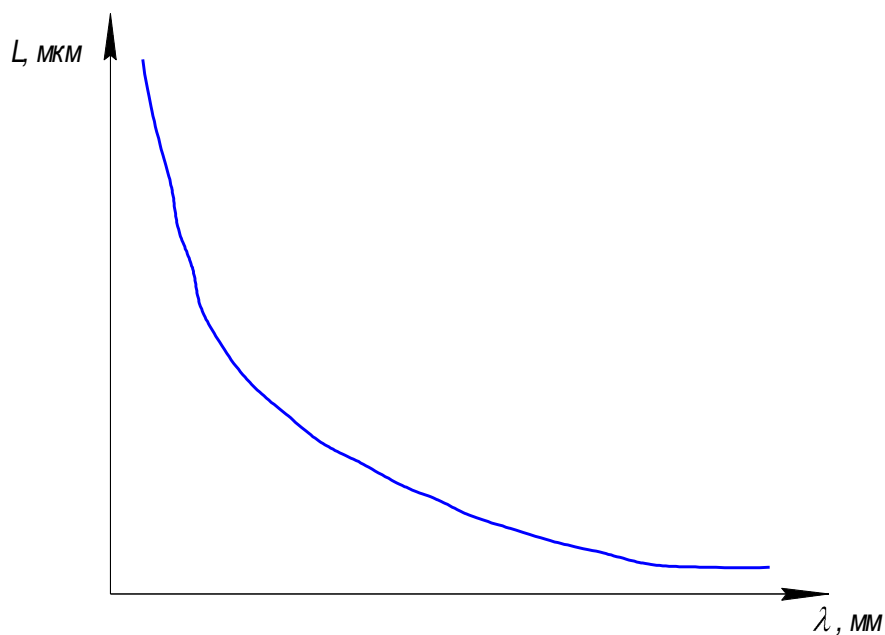


Рисунок 4.8 – Зависимость расстояний между зернами  $L$  от глубины шлифования

Для количественной характеристики этого параметра был введен коэффициент  $C_L$

$$C_L = L \cdot \sqrt{X} \quad (4.3)$$

Вычисляя  $C_L$  на различных режимах, усилиях прижима, мы можем сделать некоторые выводы.

Расстояние между зернами увеличивается с увеличением скорости заготовки (рисунок 4.9). Это свидетельствует о механизме износа зерен – истирании.

С увеличением скорости круга расстояние между зернами уменьшается (рисунок 4.10). Здесь преобладает хрупкое разрушение.

С увеличением усилия прижима расстояние между зернами увеличивается (рисунок 4.11). Механизм истирания зерен – истирание.

Далее строим график зависимости  $C_L$  от приведенной глубины шлифования  $\lambda$  (рисунок 4.12).

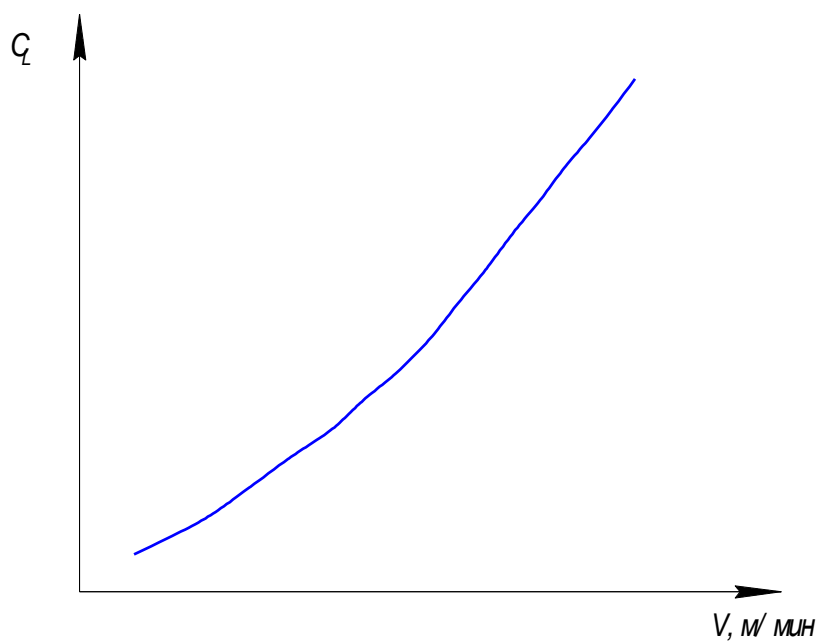


Рисунок 4.9 - Расстояние между зернами увеличивается с увеличением скорости заготовки

Полученные точки ложатся примерно на одну прямую. Это свидетельствует о правильности наших рассуждений.

Таким образом, мы можем судить о законе распределения зерен: когда преобладает хрупкое разрушение, а когда истирание поверхности.

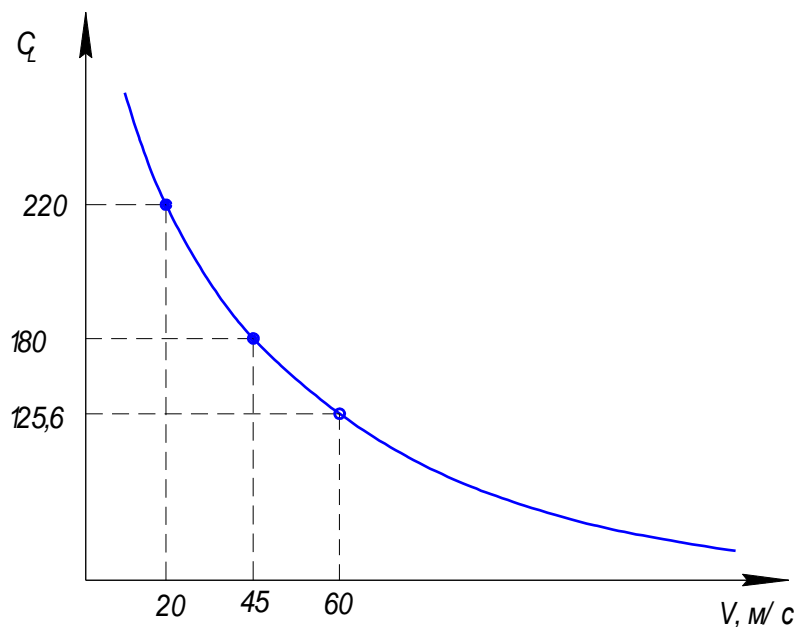


Рисунок 4.10 – Уменьшение расстояния между зернами с увеличением скорости круга

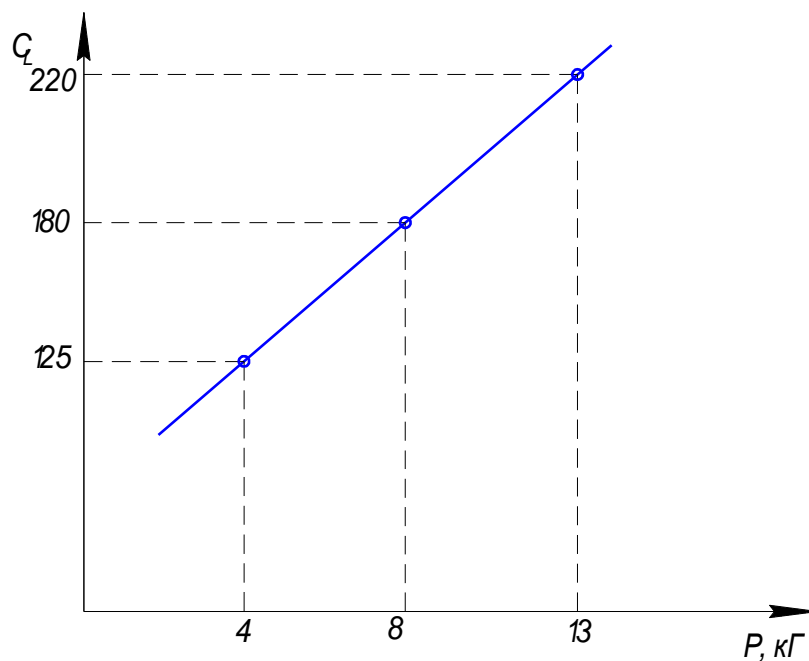


Рисунок 4.11 – Увеличение расстояния между зернами с увеличением усилия прижима

Зависимость шероховатости обработанной поверхности от коэффициента, учитывающего зависимость  $L$  и уровень сечения  $x$  шлифовального круга представлена на рисунке 4.13

$$C_L = L \cdot \sqrt{x}; \quad (4.4)$$

где  $L$  – зернистость:  $L = 32-40$  мкм

$x$  – уровень сечения:  $x = 10; 20; 30$  мкм.

Определим коэффициент для каждого уровня сечения:

$$C_L = 40 \cdot \sqrt{10} = 125,6$$

$$C_L = 40 \cdot \sqrt{20} = 180$$

$$C_L = 40 \cdot \sqrt{30} = 220$$

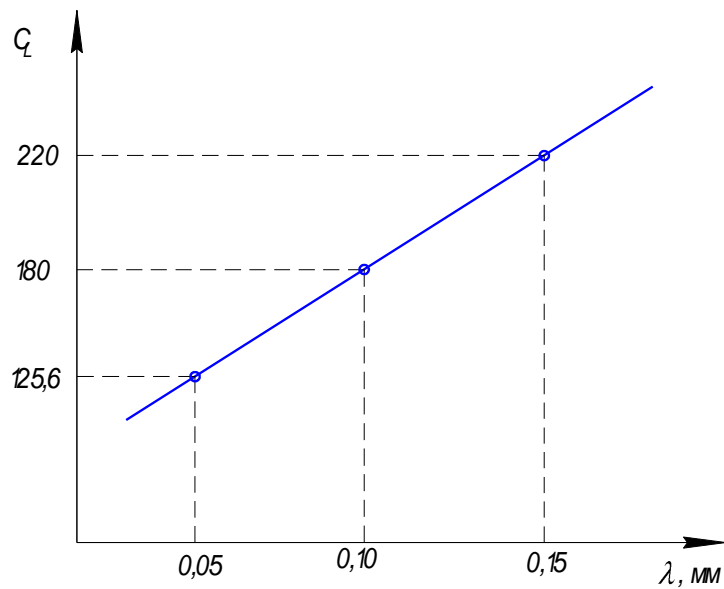


Рисунок 4.12 - График зависимости  $C_L$  от приведенной глубины шлифования

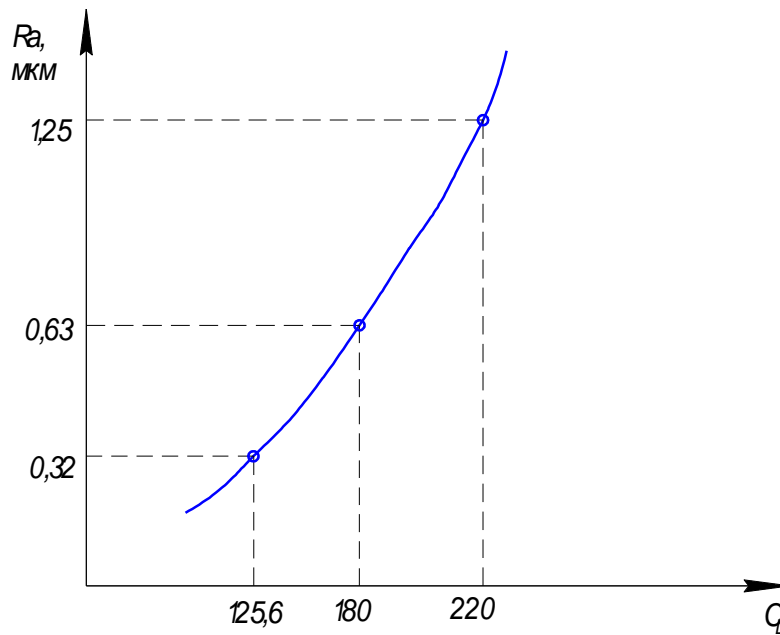


Рисунок 4.13 - Зависимость шероховатости обработанной поверхности от коэффициента, учитывающего зависимость  $L$  и уровень сечения  $x$  шлифовального круга

Таким образом, имея зависимость  $Ra$  от  $C_L$ , а также имея зависимости параметра  $C_L$  от параметров режима резания мы, зная шероховатость конкретной детали, определяем необходимую скорость вращения шлифовального круга, усилие прижима, а также глубину шлифования.

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

### 5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В качестве основного технологического процесса в данном подразделе рассмотрим технологический процесс чистового точения гнезда подшипников и торца, гнезда центровки шестерни главной передачи и торца фланца, гнезда спидометра и торца, плоскости опоры винтов для крепления шестерни главной передачи (операция 030).

Выполняет данную операцию оператор ЧПУ пятого разряда.

Оборудование - токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер».

Приспособление – токарный штоковый патрон.

Обрабатываемый материал - высокопрочный чугун В456.

Используемые вещества - смазочно-охлаждающая жидкость Blasocut.

### 5.2 Идентификация профессиональных рисков

В данном подразделе бакалаврской работы выявлены возможные опасные и вредные производственные факторы технологического процесса чистового точения гнезда подшипников и торца, гнезда центровки шестерни главной передачи и торца фланца, гнезда спидометра и торца, плоскости опоры винтов для крепления шестерни главной передачи (см. таблицу 5.1).

Таблица 5.1 – Идентификация профессиональных рисков [24]

Производственно-технологическая операция	Опасный и вредный производственный фактор	Источники опасных и вредных производственных факторов
1	2	3
Операция чистового точения	«движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека; повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума» [25]	токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер», токарный штоковый патрон

### 5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В данном подразделе подобраны с обоснованием эффективности и достаточности мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов (см. таблицу 5.2) [24].

Таблица 5.2 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов.

Опасный и вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
«движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы» [25]	Приобретение и монтаж средств сигнализации о нарушении нормального функционирования производственного оборудования, средств аварийной остановки, а также устройств, позволяющих исключить возникновение опасных ситуаций при полном или частичном прекращении энергоснабжения и последующем его восстановлении	Очки защитные «Эталон»
«опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека» [25]	Соблюдение техники безопасности выполнения токарных работ	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
«повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума» [25]	Шумоизоляционная обработка производственного участка токарных работ	Наушники «Кедр»



## 5.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформлена и заполнена таблица 5.3 [24].

Таблица 5.3 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5
производственный участок токарных работ	токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер», токарный штоковый патрон	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Также проведен выбор технических средств обеспечения пожарной безопасности (см. Таблицу 5.4).

Таблица 5.4 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автоматы и пожарные лестницы	Системы пенного тушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

По результатам разработки организационно-технические мероприятия оформлена таблица 5.5.

Таблица 5.5 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Технологический процесс, оборудование	Виды применяемых организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Операция чистового точения, токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер», токарный штоковый патрон	Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков, хранение ветоши в негоряемых ящиках;	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

### 5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

В данном подразделе выполнена идентификация негативных экологических факторов технического объекта, результаты которой показаны в таблице 5.6 и 5.7.

Таблица 5.6 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технологического процесса	Структурные составляющие технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
1	2	3	4	5
Операция чистового точения	токарный двухшпиндельный станок с автоматической загрузкой «Хюллер», токарный штоковый патрон	Металлическая пыль	Нефтепродукты и взвешенные вещества и	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.7 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Операция чистового точения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Мероприятия по усовершенствованию фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Мероприятия по усовершенствованию фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства

### **5.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра**

В данном разделе бакалаврской работы приведена характеристика производственно-технологического процесса чистового точения картера станка с числовым программным управлением на рабочем месте оператора станка ЧПУ пятого разряда. Выявлены опасные и вредные производственные факторы, разработаны мероприятия для снижения их воздействия на оператора станка ЧПУ.

Рассмотрены вопросы снижения вероятности пожара на рассматриваемом участке производства токарных работ. Разработаны мероприятия по уменьшению загрязнения окружающей среды при выполнении операции чистового точения на токарном двухшпиндельном станке с автоматической загрузкой «Хюллер» с использованием токарного штокового патрона.

## **6 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.

По причине описанных, в разделе 2, недостатков базового варианта технологического процесса изготовления картера станка с ЧПУ, был предложен новый способ выполнения операции 40 позиции 13. В базовом варианте на оборудовании «Хюллер» за один переход, на данной позиции производится черновой растачивание. В проектном варианте на том же оборудовании, растачивание поверхности происходит в два перехода 13а и 13б. Данное изменение позволяет сократить основное время с 0,6 минут до 0,43 минут, а штучное – с 0,83 минут до 0,646 минут. Кроме изменения последовательности выполнения операции 040, был изменен метод получения заготовки с литья в земляные формы на литье в кокиль, что сказалось на стоимости заготовки.

Так как совершенствование коснулось методов выполнения операции 40 на позиции 13 и способов получения заготовки, то капитальные вложения в проектируемый вариант будут учитывать в основном затраты на проектирование. Используя алгоритм и методику определения указанного параметра, описанную в соответствующем источнике [26], была получена величина капитальных вложений, которые составили 5525984,1 рублей.

Чтобы провести экономическую эффективность работы, кроме определения величины капитальных вложений, необходимо рассчитать размер полной себестоимости производимого изделия по данному технологическому процессу.

Расчет полной себестоимости осуществляется в соответствии с методикой «Калькуляции себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса» [26]. Основные параметры (технологическая

себестоимость, цеховая себестоимость, заводская себестоимость и полная себестоимость), полученные поданной методике, по сравниваемым вариантам, представлены на рисунке 6.1.

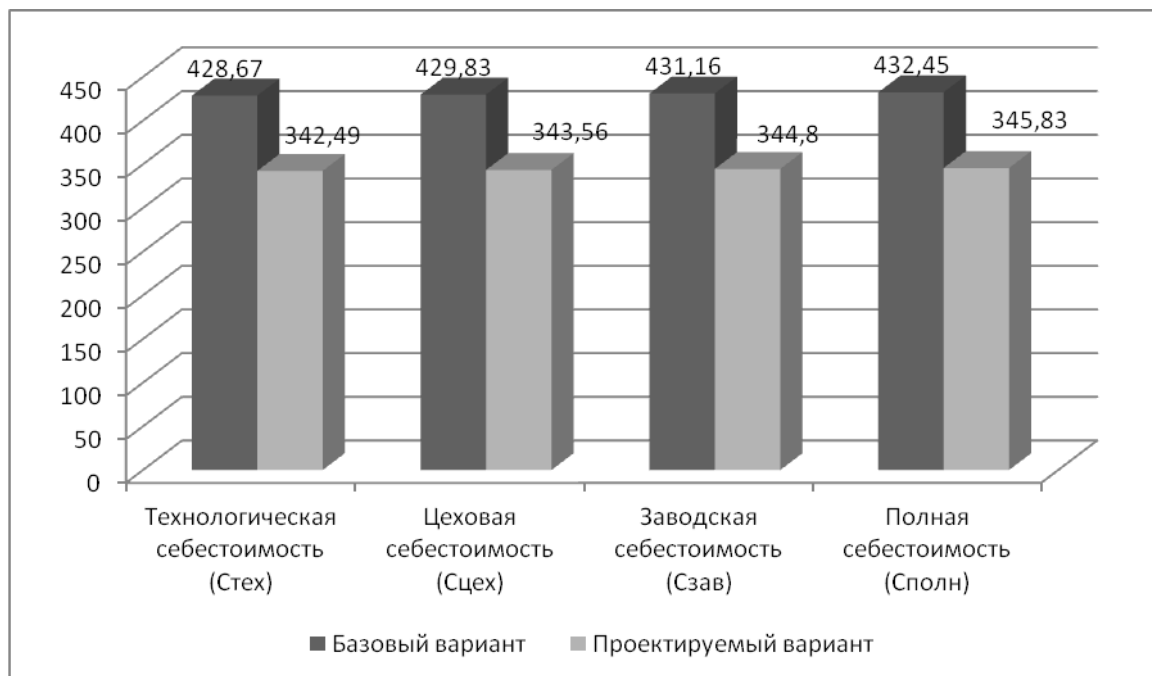


Рисунок 6.1 – Величина всех видов себестоимости по вариантам, руб.

Анализируя рисунок 6.1, видно, что все виды себестоимости имеют тенденцию к снижению, что свидетельствует о правильном решении, по замене метода выполнения операции 040 на позиции 13 и способа получения заготовки. При сравнении, представленных на рисунке 6.1 параметров, видно, что в проектируемом варианте технологического процесса, полная себестоимость снизилась на 86,62 руб., что составило 20%.

Благодаря данному изменению предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль в размере 14482864 рублей. Это в свою очередь, позволит окупить вложенные средства в предлагаемый вариант технологического процесса изготовления картера станка с ЧПУ за 1 год, что является отличным временным интервалом для промышленного предприятия. По сроку окупаемости существует следующее требование –  $T \leq 4$  года. Описываемый вариант выполняет данное условие. Получив

представленные значения, можно сделать предварительное заключение об эффективности проектируемого варианта, однако для получения окончательного подтверждения эффективности проекта, необходимо также рассчитать такие параметры как:

- общий дисконтируемый доход, который по расчетам получился 6589703,12 рублей;
- чистый дисконтируемый доход, который составил 1063719,02 рублей.

«Если общая стоимость доходов (чистый дисконтируемый доход (ЧДД)) больше текущей стоимости затрат (общих капитальных вложений  $K_{ОБЩ}$  или  $K_{ВВ.ПР}$ ), т.е.  $Э_{ИНТ}(ЧДД) > 0$ , то проект считается эффективным, и поэтому определяют индекс доходности по формуле:» [26]

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}}, \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.1)$$

где  $D_{ОБЩ.ДИСК}$  – общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированный доход) в течение принятого горизонта расчета;

$K_{ВВ.ПР}$  – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади или общие капитальные вложения, необходимые для приобретения оборудования, оснастки и инструмента ( $K_{ОБЩ}$ ).

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} = \frac{65899703,12}{5525984,1} = 1,19, \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Данная величина дает понимание, какую прибыль будет иметь предприятие с каждого вложенного рубля, если данный проект будет внедрен в производство.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темой бакалаврской работы являлся технологический процесс изготовления картера станка с числовым программным управлением (ЧПУ). Ее актуальность обусловлена необходимостью постоянной модернизации и совершенствования действующих цехов и участков предприятий машиностроения.

Достигнута цель работы по разработке технологического процесса изготовления картера станка с ЧПУ с использованием современного оборудования и методов технологии машиностроения. А также достигнуто снижение себестоимости изготовления детали картер станка с ЧПУ.

Выполнены следующие задачи выпускной работы:

- анализ исходных данных;
- выбор и проектирование заготовки;
- разработка схем базирования;
- выбор средств технологического оснащения;
- расчет режимов резания;
- разработка технологического маршрута и плана обработки;
- расчет и проектирование штокового патрона;
- расчет и проектирование контрольного приспособления;
- исследование рельефа рабочей поверхности шлифовального круга.

В результате выполнения выпускной работы проведены научные исследования рельефа рабочей поверхности шлифовального круга, спроектировано и рассчитано зажимное и контрольное приспособление для токарной операции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверченков, В.И. Автоматизация проектирования технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Аверченков В.И., Казаков Ю.М.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 228 с.
2. Филонов, И.П. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] / И.П. Филонов – Минск, 2003. – 909с.
3. Хейфец, М.Л. Проектирование процессов комбинированной обработки [Текст]. / М.Л.Хейфец- М.: Машиностроение. 2005.- 272 с
4. Палей, М.А. Допуски и посадки: справочник [Текст] / М.А. Палей – М.: Машиностроение, 2001. – 576с.
5. Технология машиностроения. Энциклопедия. Технология изготовления деталей машин [Текст] / А.М. Дальский, А.Г. Суслов, Ю.Ф. Назаров и др. – Под общ. ред. А.Г. Сулова. 2000. 840 с.
6. Левашкин, Д.Г. Основы программирования станков с ЧПУ токарной группы: учебно-методическое пособие [Текст] / Д.Г. Левашкин, В.И. Малышев, А.С. Селиванов. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 108 с.
7. Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Аврамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.
8. Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве [Электронный ресурс] : учебник. Ч. 1 / В. И. Аверченков [и др.] ; Брянский государственный технический университет. - Брянск : БГТУ, 2012. - 216 с.
9. Combined physico-chemical treatment: synergetic aspects [Текст]/ A.I. Gordienko, M.L. Kheifetz, L.M. Kozhuro et al. - Minsk: Technoprint, 2004. 200 p.
10. Ермаков, Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием [Текст]/ Ю.М.Ермаков - М.: Машиностроение, 2003. - 272 с.
11. Базров, Б.М. Модульная технология в машиностроении [Текст]. – М.: Машиностроение, 2001. - 368 с.



12. Шишмарев, В. Ю. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для вузов [Текст] / В. Ю. Шишмарев. - Гриф МО. - Москва : Академия, 2007. - 364 с.

13. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон.дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.

14. Панкратов Ю. М. САПР режущих инструментов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — СПб. : Лань, 2013. — 336 с.

15. Троицкий, О.А. Физические основы и технология обработки современных материалов [Текст] / О.А. Троицкий, Ю.В. Баранов, Ю.С. Аврамов, А.Д. Шаляпин. В 2-х томах. Т. 1.- М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 590 с.

16. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств [Текст] : учеб.для вузов / А. Р. Маслов. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.

17. Гордеев, А.В. Основы технического творчества [Текст]: учебное пособие / А.В. Гордеев- Тольятти: ТГУ, 2008. - 216 с.

18. Насад, Т.Г. Высокоскоростная лезвийная обработка труднообрабатываемых материалов с дополнительными потоками энергии в зоне резания [Электронный ресурс]:/ Т.Г. Насад, Дис. д-ра техн. наук: 05.03.01, Саратов: РГБ, -2006 – 404 с.

19. Насад, Т.Г. Оптимизация параметров процесса высокоскоростной обработки с тепловым воздействием [Текст]. Т.Г.Насад // Автоматизация и управление в машиностроении.- Саратов СГТУ, 2004-С.97-100.

20. Кирюшин, Д.Е. Обработка резанием титановых сплавов [Текст] / Д.Е. Кирюшин, Т.Г. Насад // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении.- Саратов СГТУ, 2005-С.105-108.

21. Насад, Т.Г. Оптимизация процесса высокоскоростной обработки коррозионных сталей [Текст]. Т.Г.Насад//Прогрессивные направления технологии машиностроения.- Саратов СГТУ, 2004 с. 143-147.

22.Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон.дан. — Кемерово :КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.

23.Малышев, В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] [Текст] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.

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

25.ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Текст] - М.: Стандартинформ, 2016.-10 с.

26.Краснопевцева, И. В. Экономика и управление машиностроительным производством [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева, Н. В. Зубкова. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 183 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
											<i>Документация</i>									
							A1		19.БР.ОТМП.685.61.00.000	Сборочный чертёж										
											<i>Детали</i>									
							б/4	1	19.БР.ОТМП.685.61.001	Корпус патрона	1									
							б/4	2	19.БР.ОТМП.685.61.002	Кулачок постоянный	2									
							б/4	3	19.БР.ОТМП.685.61.003	Кулачок сменный	2									
							б/4	4	19.БР.ОТМП.685.61.004	Подкулачник	1									
							б/4	5	19.БР.ОТМП.685.61.005	Опора	1									
							б/4	6	19.БР.ОТМП.685.61.006	Опора	1									
							б/4	7	19.БР.ОТМП.685.61.007	Палец срезанный	2									
							б/4	8	19.БР.ОТМП.685.61.008	Палец	2									
							б/4	9	19.БР.ОТМП.685.61.009	Крышка	1									
							б/4	10	19.БР.ОТМП.685.61.010	Упор	1									
							б/4	11	19.БР.ОТМП.685.61.011	Винт	1									
							б/4	12	19.БР.ОТМП.685.61.012	Штак	1									
							б/4	13	19.БР.ОТМП.685.61.013	Крышка	1									
							б/4	14	19.БР.ОТМП.685.61.014	Пробка К1/4"	1									
							б/4	15	19.БР.ОТМП.685.61.015	Кожух	1									
							б/4	16	19.БР.ОТМП.685.61.016	Корпус гидроцилиндра	1									
							б/4	17	19.БР.ОТМП.685.61.017	Штак переходной	1									
							б/4	18	19.БР.ОТМП.685.61.018	Штак гидроцилиндра	1									
							б/4	19	19.БР.ОТМП.685.61.019	Поршень										
										<b>19.БР.ОТМП.685.61</b>										
	Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<div style="font-size: 1.5em; font-weight: bold;">Патрон штоковый</div>							Лит.	Лист	Листов					
	Разрад.	Соснов А.М.																	1	3
	Проб.	Левашкин Д.Г.																		
	Н.контр.	Егоров А.Г.																		
	Утв.	Логинов Н.Ю.											ТГУ, ИМ, гр. МСбд-1433а							
										Копировал <span style="float: right;">Формат А4</span>										









Дубл.	Взам.	Людп.											2	5	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Пз.	Тшт.к		
A14	XXXXXX	050	4220	Рассточная	2	312	1P	1	1	1	100	1	0,9	0,97	
B15	00200 Ал окончательной обработки ХЕЛЛЕР														
T16	Опоры призматические, рассточная головка ВК8, калибр														
A17	XXXXXX	070	4131	Круглошлифовальная	2	312	1P	1	1	1	100	1	0,85	0,97	
B18	00300 Двухсторонний торце-круглошлифовальный станок с автоматической загрузкой ШАУДТ														
T19	Патрон плавающий, центр, шлифовальный круг, скоба жесткая, калибр														
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															