

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Политехнический институт  
Механико-технологический факультет  
Кафедра техники и технологии

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ А.В. Прохоров

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Проектирование участка механической обработки детали  
«Вал» с разработкой  
конструкторско-технологического оснащения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 15.03.05.2018.017 ПЗ

Консультанты:

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_/ Д.В. Ардашев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

доцент

\_\_\_\_\_/ В.В. Ахлюстина

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ А.В. Акинцева

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Руководитель работы

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ А.В. Акинцева

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

Автор работы

студент группы ДО – 524

\_\_\_\_\_/ Р.И. Каримов

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

\_\_\_\_\_/ Л.А. Силаева

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Челябинск 2018



## АННОТАЦИЯ

Каримов Р.И. Проектирование участка механической обработки детали «Вал» с разработкой конструкторско-технологического оснащения. – Челябинск: «ЮУрГУ (НИУ)»; кафедра ТТ; 2018, 86 с. 15 ил. библиогр. список – 15 наим., 9,5 листов чертежей ф. А1, 23 карт технологического процесса.

В дипломной работе выполнен анализ базового технологического процесса детали вал. В процессе анализа были выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах. По результатам экономических расчетов производство является незагруженным. Во второй главе сделаны предложения по проектированию нового технологического процесса. В дипломной работе произведен расчет и описание режущего инструмента (инструмент – сверло-зенкер, контурный отрезной резец с СМП). Спроектированы станочные приспособление на шлифовальные операции. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить биение база относительной торцевой поверхности. В последней главе разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

					15.03.05.2018.011 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Каримов Р.И.			Проектирование участка механической обработки детали «Вал» с разработкой конструкторско-технологического оснащения	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Акинцева А.В.					3	86
<i>Реценз.</i>		.				ЮУрГУ Кафедра ТТ		
<i>Н. Контр.</i>		Силаева Л.А.						
<i>Утверд.</i>		Прохоров А.В.						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
<b>1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ</b>	
1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле.....	7
1.3 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	7
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
2.1 Анализ технологичности детали.....	11
2.2 Анализ действующего технологического процесса изготовления детали	
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса.....	12
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, останстки	20
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.....	28
2.3 Разработка проектного технологического процесса	
2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса.....	29
2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса.....	30
2.3.3 Выбор исходной заготовки.....	37
2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса....	39
2.3.5 Расчет припусков.....	44
2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени.....	55
2.3.7 Расчет потребного количества оборудования.....	71
<b>3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ</b>	
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	73
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	76
3.3 Проектирование контрольного приспособления.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	83
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	84

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в машиностроении и приборостроении основным видом обработки деталей различной формы являются обработка металла резанием, составляющая примерно 35 – 40 % от общей обработки изготовления приборов и машин. Основным предприятием в процессе увеличения производительности процесса является большая трудоемкость обработки деталей резанием, которую необходимо по возможности максимально снижать.

Поскольку в машиностроении наибольшая часть трудоемкости падает на механическую обработку. Быстрое внедрение новой техники, а именно: средств автоматизации и переналаживаемого технологического оборудования, оснащенного системами ЧПУ, высокопроизводительным режущим инструментом; средствами поднастройки инструмента; автоматическими системами замены заготовок и инструмента, играет здесь решающую роль.

Применение станков с ЧПУ позволяет значительно снизить машинное время и повысить автоматизацию серийного производства, обеспечивает высокую технико-экономическую эффективность оборудования, позволяет организовать централизованную подготовку программ обработки, которые могут быть легко размножены и переданы с одного центра на любые предприятия.

Возможность уменьшения трудоемкости обработки резанием связана с перспективными направлениями развития технологии машиностроения:

- максимальное приближение форм и размеров заготовок к формам и размерам готовых деталей путем широкого использования рациональных заготовок, изготовленных прогрессивными формами (литья под давлением);

- повышение производительности, максимальная информация и расширение области внедрения известных базовых прогрессивных технологических методов: малооперационной технологии за счет всемирной концепции технологических операций выполняемых на одном станке, по возможности за один установ заготовки; применение параллельных и параллельно - последовательных методов обработки; использование многоинструментальных наладок; од-

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

современная обработка несколькими инструментами; перекрытие вспомогательного времени машин;

– широкое внедрение типовых технологических процессов и групповых методов обработки. Распространение на этой основе на мелкосерийное и серийное производство принципов построения технологии и выбора оборудования присущих крупносерийному и массовому производству, то есть более широкое применение специализированных станков, многорезцовых полуавтоматов, в том числе многоцелевых станков с ЧПУ;

– интенсификация режимов резания происходит благодаря применению современных износостойких материалов и инструментов прогрессивных конструкций;

– совершенствование уже известных методов обработки и расширение обработки применения новых эффективных методов, таких как высокоскоростная обработка деталей из алюминиевых сплавов;

– резкое возрастание производства и применение многоцелевых станков.

Разработка данной дипломной работе ведется с учетом выше перечисленных направлений развития металлообрабатывающего оборудования и металлообработки деталей, изделий и приборов.

В современном производстве существуют две тенденции развития. Первая состоит в делении производственного процесса на ряд последовательных операций с использованием универсального оборудования и оснастки. Вторая тенденция, состоит в возможности более концентрации операций на одном типе оборудования. И хотя для этого требуется дорогостоящее оборудование, производственный цикл уменьшается, а производительность увеличивается от 3 до 8 раз.

Данная дипломная работа разработана согласно второй тенденции развития производства. В дипломной работе применялись достижения зарубежной и отечественной современной техники, прогрессивных технологических производственных процессов.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Целью данной дипломной работы является разработка прогрессивного технологического процесса изготовления детали вал с обеспечением значительного снижения их трудоемкости и себестоимости на основе рациональных заготовок, станков с ЧПУ, нового режущего инструмента и совершенствования организации производства.

Для решения данной цели поставлены следующие задачи:

- 1) описать работу узла и детали в нем;
- 2) произвести группирование деталей-представителей;
- 3) дать описание служебного назначения детали и технических требований, предъявляемых к ней;
- 4) произвести анализ технологичности рассматриваемой детали;
- 5) произвести анализ действующего технологического процесса;
- 6) разработать проектный технологический процесс;
- 7) выбрать метод получения заготовки и обосновать его;
- 8) произвести расчет припусков;
- 9) произвести расчет режимов резания;
- 10) рассчитать требуемое количество оборудования;
- 11) спроектировать станочное и контрольное приспособление;
- 12) спроектировать режущий инструмент;
- 13) разработать планировку участка, удовлетворяющую требованиям по технике безопасности и санитарным нормам.

# 1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Назначение и описание узла и работы детали в узле

Деталь «вал» является частью топливного насоса высокого давления, устанавливаемого на тракторах Т-130, выпускаемых на ЧТЗ. Топливный насос высокого давления (рисунок 1.1), секционный четырехплунжерный, с перепуском топлива, с пластинчатым корректором подачи топлива.

В верхней части корпуса насоса установлены четыре взаимозаменяемые секции с плунжерами диаметром 2 мм, нагнетательными клапанами и штуцер перепуска топлива. Внутри корпуса установлены кулачковый вал, четыре толкателя с пружинами, рейка и тяга рейки. На задней поверхности корпуса расположен корректор подачи топлива. С целью ограничения мощности дизеля на период обкатки трактора в крышку корректора топливного насоса установлен винт. Топливоподкачивающий насос поршневого типа, предназначен для подачи топлива от бака к топливному насосу и ручной прокачки топлива при удалении воздуха из топливной системы. На дизелях с установленным электрофакельным устройством топливоподкачивающий насос предназначен для создания давления перед пуском дизеля в топливопроводе, подключенном к свече ЭФУ.

## 1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Вал главная деталь топливного насоса высокого давления, которая осуществляет управление движением клапанов, в соответствии с установленными для данного насоса фазами, при помощи кулачков, составляющих одно целое с валом и воздействующих на клапаны непосредственно или с помощью других элементов механизма [1].

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.017 ПЗ				



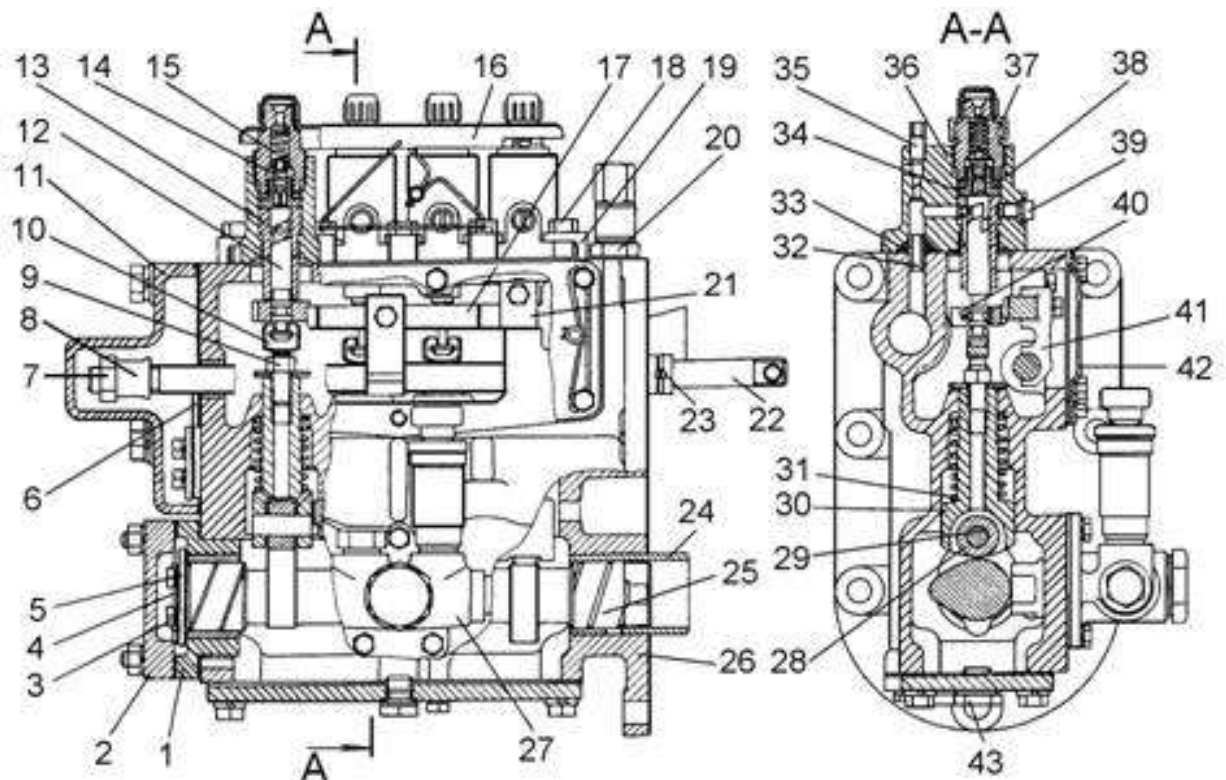


Рисунок 1.1 – Топливный насос высокого давления:

1 – корпус подшипника; 2 – крышка подшипника; 3 – болт; 4 – пластина стопорная; 5 – шайба упорная; 6 – пружина корректора; 7 – контргайка муфты; 8 – муфта регулирующая; 9 – контргайка толкателя; 10 – хвостовик толкателя; 11 – крышка корректора; 12 – плунжер; 13 – гильза; 14 – нагнетательный клапан; 15 – пружина нагнетательного клапана; 16 – щиток; 17 – рейка; 18 – болт; 19 – угольник прижимной; 20 – штуцер перепуска топлива; 21 – пластина направляющая; 22 – тяга рейки; 23 – кольцо тяги рейки упорное; 24 – втулка кулачкового вала передняя; 25 – вал кулачковый; 26 – блок насоса; 27 – топливоподкачивающий насос; 28 – ролик толкателя; 29 – ось ролика толкателя; 30 – толкатель; 31 – пружина толкателя; 32 – трубка соединительная; 33, 38 – кольцо уплотнительное; 34 – седло нагнетательного клапана; 35 – игла продувочного вентиля; 36 – корпус секции; 37 – штуцер; 39 – винт стопорный; 40 – сектор зубчатый; 41 – поводок рейки; 42 – крышка бокового люка; 43 – пробка сливного отверстия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

8

Технические требования, предъявляемые к детали вал: 1) заусенцы и наружные острые кромки не допускаются; 2) размеры без отклонений выполнять с точностью  $\pm 0,5$ ; 3) размеры без отклонений, профиля кулачка, выполнять с точностью  $\pm 0,1$ ; 4) конусность поверхности Д 0,01 на длине 13 – оставить; 5) непараллельность поверхности Е относительно диаметральной плоскости поверхности Г 0,02 на длине 12; 6) расположение начала и выхода смазочных спиралей безразлично; 7) требования  $HRC \geq 54$ ; 8) резьбовые отверстия предохранить от цементаций; 9) размеры М и Н выдержать на участке Т; 10) Замеры подъемов ролика диаметром 20 производить относительно оси симметрии участка с радиусом 6,3; 11) на поверхности Л допускается слой цементации не более 2,1.

В качестве материала детали вал применяется Сталь 20Г ГОСТ 4543-71. В таблицах 1.1, 1.2 и 1.3 представлены общая характеристика материала, химический состав и зарубежные аналоги.

Таблица 1.1 – Общие характеристики Сталь 20Г ГОСТ 4543-71

Заменитель:	20, 30Г
Классификация:	Сталь конструкционная легированная
Дополнение:	Сталь марганцовистая
Применение:	После улучшения — заклепки ответственного назначения; после цементации или цианирования — поршневые пальцы, фрикционные диски, пальцы рессор, кулачковые валики, болты, гайки, шестерни, червяки и другие детали с высокой твердостью поверхности.

Таблица 1.2 – Химический состав в % материала Сталь 20Г

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.17 - 0.24	0.17 - 0.37	0.7 - 1	до 0.3	до 0.035	до 0.035	до 0.3	до 0.3

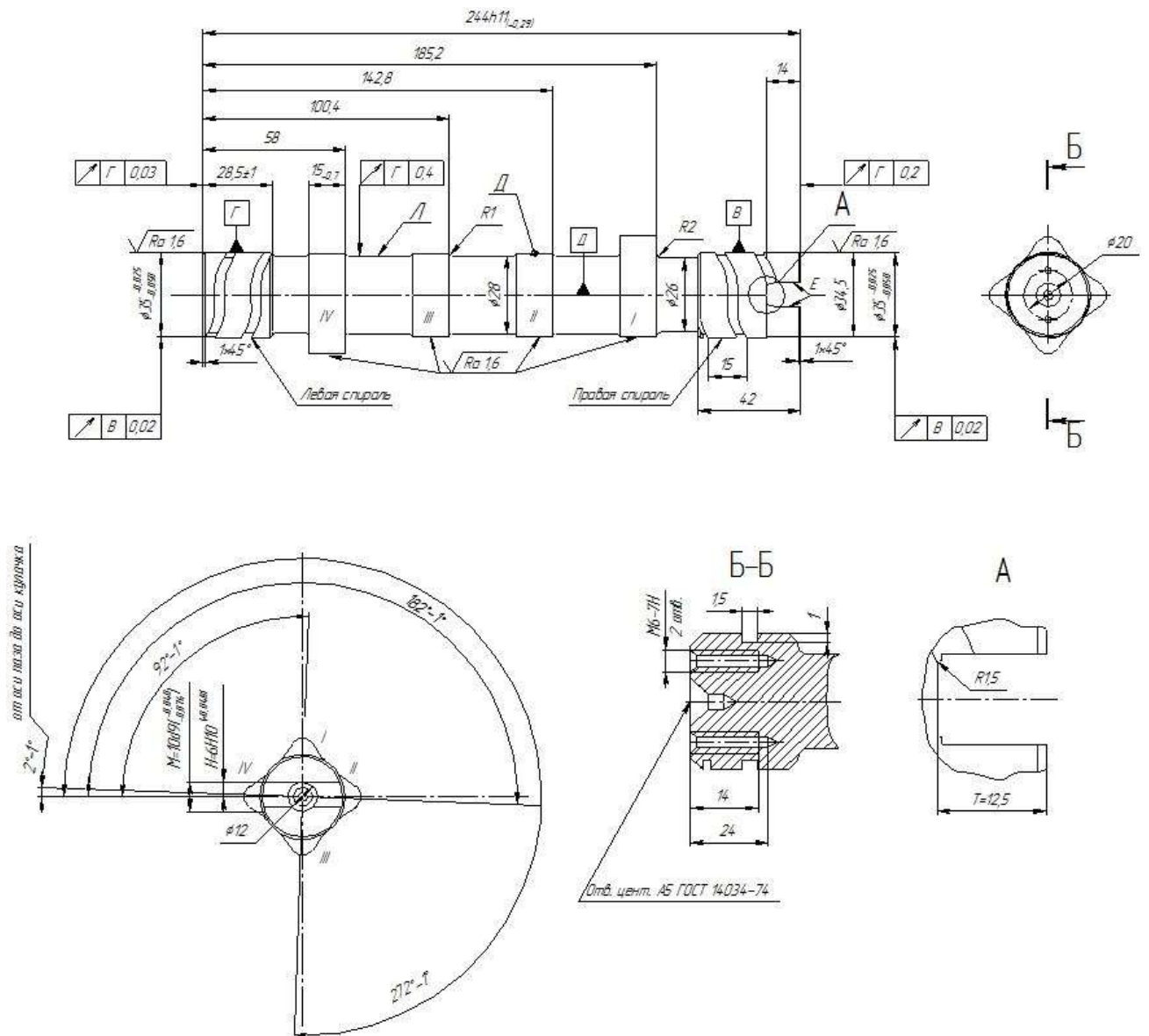


Рисунок 1.2 – Эскиз вала

Таблица 1.3 – Зарубежные аналоги материала Сталь 20Г ГОСТ 4543-71

Страна	Аналог
США	1021; 1022; G10210; G10220; H15211
Германия	DIN; WNr; 20Mn6;
Япония	JIS; STB510;
Франция	AFNOR; TU48C;
Англия	BS; 080A20; 90440;
Евросоюз	EN; 1.1133; 20Mn5;

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Технологическую рациональность конструктивных решений характеризуют показатели, учитывающие взаимосвязь основных параметров трудовых и материальных затрат с показателями качества изделия, в том числе показателями назначения, надежности и эргономичности (удобство при эксплуатации и ремонте), и т.п.

1) вал является телом вращения. В результате того, что большинство поверхностей являются открытыми для обработки стандартным инструментом, данная деталь является технологичной;

2) большей мере наружные поверхности вала имеют открытую форму, позволяя обрабатывать деталь на проход. Сложность в обработке точением представляет собой шейки вала, расположенные после поверхностей диаметром 35,5 с винтовыми канавками. Здесь требуется применение двух и более режущих инструментов: для отработки торцевых поверхностей, подрезки торца, радиусной поверхности и снятия фаски. Определенную сложность также представляет собой получение винтовых канавок с правым и левым направлением спирали, так как требует применения специального инструмента;

3) отдельно необходимо отметить обработку кулачков вала. Современные обрабатывающие центры позволяют производить обработку концевыми фрезами с СМП. Чистовую обработку кулачков можно производить на комбинированном шлифовальном станке, где движение заготовки и шлифовального круга находятся в зависимости друг от друга;

4) шероховатость большинства поверхностей (Ra 3,2) достигается на чистовых переходах, что позволяет вести обработку одним инструментом. Чистовой обработки (Ra 1,6) требуют следующие поверхности: кулачки и торцы вала, паз на торцевой поверхности паза. Обработка прямоугольного паза в торцевой поверхности кулачкового вала требует применения специального оборудования, позволяющего базировать и закреплять заготовку. Шлифование

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

кулачков можно производить в поводковом патроне и центрах.

5) деталь имеет достаточную жесткость и прочность, при которых исключается возможность вибрации в процессе обработки;

б) требования по точности: а) конусность поверхности Д 0,001 на длине 13 оставить; б) непараллельность поверхности Е относительно диаметральной плоскости поверхности Г 0,002 на длине 12 (рисунок 1.7);

7) материал детали вал является Сталь 20 Г ГОСТ 4543-88 (смотри пункт 1.3), обладающая хорошей обрабатываемостью резанья, что делает данный материал в процессе обработки детали технологичным.

Вывод: проведенный анализ показал, что конструкция детали вал, т.к. удовлетворяет большинству технологических требований.

## 2.2 Анализ действующего технологического процесса изготовления детали

### 2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

Анализ исходной заготовки: чертеж исходной заготовки связывает работу заготовительного и механического цехов, являясь для первого чертежом готового изделия, а для второго – исходным документом для построения процесса обработки заготовки. Тип заготовки: штамповка на ГКМ Сталь 20Г ГОСТ 4543-88. На заводском чертеже заготовки имеются ряд недостатков: 1) нецелесообразность простановки размеров; 2) повторяемость в простановки размеров; 3) неверность в числовых значениях размера; 4) отсутствие ряда размеров необходимых для изготовления данной отливки; Данные недостатки были учтены и исправлены.

В целом маршрутные карты заполнены правильно: названия операций соответствуют принятым, все они соответствуют кодовому номеру применяемого оборудования; указаны нормы времени. Не указан разряд рабочих. Все

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

маршрутные карты старого образца.

Анализ операционных карт проводился одновременно с анализом операционных эскизов по каждой операции. В целом они оформлены правильно, но по некоторым операциям выявлен ряд замечаний, которые рассмотрим подробно.

Рассмотрим поближе базовый технологический процесс изготовления детали вал.

Название операции (номер): заготовительная (000).

В качестве заготовки использовалась штамповка. Карта эскизов отсутствует, в операционной карте приведены технические требования: штамповочные уклоны  $6^\circ$ ; неуказанные радиусы 3 мм, заусенцы по разъему до 1 мм, эллиптичность в пределах допуска, допуск на недоштамповку  $\begin{matrix} +1.5 \\ -0.7 \end{matrix}$ . Штучное время не указано.

Название операции (номер): фрезерная (005).

Переход: фрезеровать два торца и зацентровать с 2-х сторон.

Технические требования: 1) биение торцов деталей относительно оси центров не более 0,25 мм; 2) смещение оси центров относительно базовых диаметром обеспечивать контролем смещения оси приспособления относительно оси инструмента 0,2 мм не более; 3) размеры центровых отверстий обеспечить режущим инструментом.

Штучное время: 3,392 мин.

Оборудование: фрезерно-центровальный станок МР-71.

Приспособление: Приспособление для зажима Т9688-2189 (специальное);

Режущий инструмент: 1) фреза торцовая правая Т9335-036 (материал режущей части – ВК8); 2) фреза торцовая левая Т9335-037 (материал режущей части – ВК8); 3) сверло центровочное диаметром 5 и с фаской  $60^\circ$  (материал режущей части не указан).

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Измерительный инструмент: 1) скоба 00514-245; 2) штангциркуль 125 ГОСТ 166-63.

Название операции (номер): токарная (020).

Переход: подрезать торцы кулачков и обточить шейки.

Технические требования: 1) размер 7,5 обеспечивается режущим инструментом; 2) охлаждение по ИЦП-968; 3) допускается обрабатывать детали на станке модели НТ-8.

Штучное время: 5,8 мин.

Оборудование: станок 1А730 токарный многорезцовый.

Приспособление: 1) поводковый патрон; 2) плавающий центр; 3) центр задний; 4) резцедержатель Т9412-4480 (подрезной); 5) резцедержатель Т9412 (задний); 6) резцедержатель Т9412-4149 (передний).

Режущий инструмент: резцы токарные (материал режущей части не указан; типы резцов не указаны).

Измерительный инструмент: 1) скоба 00514-245; 2) штангциркуль 125 ГОСТ 166-63.

Название операции (номер): токарная (025).

Переход: обточить опорную поверхность шейки.

Технические требования: 1) допускается обрабатывать детали на станке 1К62; 2) биение поверхности кулачков относительно оси центров не более 0,1 мм.

Штучное время: 1,065 мин.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1Д62.

Приспособление: 1) центр упорный; 2) центр вращающийся;

Режущий инструмент: резец проходной 16x25x140 (материал режущей части Т15К6);

Измерительный инструмент: шаблон;

Название операции (номер): сверлильная (030).

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Переход: рассверлить центровочное отверстие.

Технические требования: биение поверхности вала относительно оси центров не более 0,3 мм.

Штучное время: 1,05 мин.

Оборудование: Токарно-револьверный станок модели 1338.

Приспособление: 1) патрон трехкулачковый; 2) люнет.

Режущий инструмент: сверло специальное.

Измерительный инструмент: пробка;

Название операции (номер): токарная (035).

Переходы: обточить шейки вала.

Технические требования: биение поверхности детали относительно оси не более 0,1 мм.

Штучное время: 1,182 мин.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К62.

Приспособление: приспособление для обточки.

Режущий инструмент: резец Т9315-3970.

Измерительный инструмент: шаблон.

Название операции (номер): фрезерная (040).

Переход: фрезеровать паз Г.

Технические требования: отклонение от параллельности поверхностей паза относительно друг друга и диаметральной плоскости не более 0,1 мм;

Штучное время: 3,01 мин.

Оборудование: вертикально-фрезерный станок ВС12Ц.

Приспособление: приспособления для фрезерования.

Режущий инструмент: фреза дисковая (материал режущей части Р12).

Измерительный инструмент: шаблон.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



Название операции (номер): токарная (042).

Переход: обточить шейки вала.

Технические требования: биение шейки относительно оси вала на более 0,08 мм;

Штучное время: 2,45 мин.

Оборудование: токарно-винторезный станок модели 1Д62.

Приспособление: 1) центр передний специальный; 2) центр задний.

Режущий инструмент: резец 169x25x125;

Измерительный инструмент: 1) скоба; 2) шаблон;

Название операции (номер): токарная (045).

Переход: обточить профиль кулачков.

Техническое требование: точность профиля и взаимного расположения кулачков обеспечивать наладкой (наладки проверять предварительно шлифовальной в начале каждой смены 1..2 деталей на отсутствие следов токарной обработки).

Штучное время: 5,24 мин.

Оборудование: токарно-копировальный станок модели МК893.

Приспособление: 1) патрон левый; 2) люнет; 3) резцедержатель при станке; 4) шпиндель при копировальном станке; 5) эталонный вал;

Режущий инструмент: резец проходной Т9312-742.

Измерительный инструмент: скоба.

Название операции (номер): токарная (050).

Переходы: проточить масляные канавки;

Технические требования: расположение начала и выхода спирали безразлично;

Штучное время: 1,918 мин.

Оборудование: токарно-винторезный станок модели 1К62.

Приспособление: 1) центр передний специальный; 2) центр задний;

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Режущий инструмент: резец отрезной (материал режущей части Р18);

Измерительный инструмент: шаблон;

Название операции (номер): токарная (055).

Переход: зачистить заусенцы по спирали.

Оборудование: токарно-винторезный станок 1К62

Штучное время: 1,73 мин.

Оборудование: токарно-винторезный станок модели 1К62.

Приспособление: 1) центр передний; 2) центр задний;

Режущий инструмент: напильник.

Название операции (номер): шлифовальная (057).

Переход: шлифовать профиль кулачков (предварительно);

Технические требования: 1) расположение кулачков относительно оси паза обеспечивать копировальным валом и контролем размеров; 2) на поверхности кулачков допускается следы токарной обработки; 3) охлаждение по ИЦЛ-9687; 4) допускается обрабатывать партиями по проходам.

Штучное время: 7,99 мин.

Оборудование: шлифовально-копировальный станок модели ШХ-170Н13.

Приспособление: 1) центр передний; 2) центр задний;

Режущий инструмент: шлифовальный круга 600x25x305 ППКЭБ50СТ3 ГОСТ 2424-60.

Измерительный инструмент: микрометр ГОСТ 4381-68.

Название операции (номер): моечная (060).

Промыть и обдуть по ИЦЛ-11.

Название операции (номер): сверлильная (085).

Переход: сверлить 2 отверстия и зенковать фаски.

Штучное время: 0,947 мин.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок модели 2125.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Приспособление: приспособление специальное;  
Режущий инструмент: 1) свело 5,1 Т9342-1027; 2) сверло 9 с цеховой переточкой.

Измерительный инструмент: 1) пробка; 2) штангенциркуль ГОСТ 166-51.

Название операции (номер): резьбонарезная (095).

Переход: нарезать резьбу М6-7Н.

Штучное время: 5,77 мин.

Оборудование: вертикально-сверлильный станок 2125.

Приспособление: приспособления специальное;

Режущий инструмент: метчик М6х1;

Измерительный инструмент: пробка резьбовая;

Название операции (номер): моечная (100).

Промыть по ИЦЛ-111

Название операции (номер): термообработка (110).

Переход: закалка по технологии ОГМ.

Название операции (номер): слесарная (115).

Переход: править вал.

Оборудование: пресс Н-252.

Штучное время: неуказанно;

Название операции (номер): шлифовальная (120).

Переход: шлифовать 2 шейки.

Штучное время: 2,76 мин.

Оборудование: круглошлифовальный 3Б151П.

Приспособление: 1) центр передний; 2) центр задний;

Режущий инструмент: 1) шлифовальный круга 600х25х305 ППКЭБ50СТ3

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

ГОСТ 2424-60;

Измерительный инструмент: 1) микрометр ГОСТ 4381-68;

Название операции (номер): шлифовальная (125).

Переход: шлифовать паз Г;

Штучное время: 2,2 мин;

Оборудование: плоскошлифовальный Томсон;

Приспособление: приспособление специальное.

Режущий инструмент: шлифовальный круга специальный.

Измерительный инструмент: шаблон.

Название операции (номер): шлифовальная (130).

Переход: шлифовать торцы.

Штучное время: 0,61 мин.

Оборудование: круглошлифовальный станок 3Б151П.

Приспособление: 1) центр передний; 2) центр задний;

Режущий инструмент: шлифовальный круга 600x25x305 ППКЭБ50СТ3

ГОСТ 2424-60.

Измерительный инструмент: микрометр ГОСТ 4381-68;

Название операции (номер): шлифовальная (135).

Переход: шлифовать профиль кулачков.

Штучное время: 6,18 мин.

Оборудование: круглошлифовальный станок 3Б151П;

Приспособление: 1) центр передний; 2) центр задний;

Режущий инструмент: шлифовальный круга 600x25x305 ППКЭБ50СТ3

ГОСТ 2424-60.

Измерительный инструмент: микрометр ГОСТ 4381-68.

									Лист
									19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2018.017 ПЗ

Название операции (номер): слесарная (140).

Переход: притупить острые кромки, калибровать резьбу и продуть резьбовое отверстие сжатым воздухом.

Оборудование: верстак.

Название операции (номер): контрольная окончательная (150).

Оборудование: контрольный стол;

Название операции (номер): слесарная (160).

Консервировать по ИЦЛ-773 (для деталей, идущих в запчасти).

Название операции (номер): транспортная (165).

Транспортирование детали на сборку или СГД

## 2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, останстки

Рассмотрим технические характеристики станков, применяемых в действующем технологическом процессе:

### 1) Фрезерно-центровальный станок МР-71

Таблица 2.1 – Техническая характеристика фрезерно-центровального станка МР-71

Техническая характеристика МР-71	Значение
Диаметр заготовки (min/мах), мм	100
Диаметр заготовки при центровке/при подрезке торцев, мм	250
Длина детали (мах/min), мм	1000
Суммарная мощность установленных двигателей, кВт	10
Минимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	100

Окончание таблицы 2.1

Техническая характеристика МР-71	Значение
Максимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	2000
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	Н
Число инструментов в магазине	4
Габариты станка длина ширина высота, мм	3200x2160x2400
Масса	8000

Анализ работы станка МР-71: 1) применяется на операцию 005 ( $T_{шт} = 3,39$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 26,15 %.

2) Станок 1А730 токарный многорезцовый

Таблица 2.2 – Техническая характеристика токарного станка 1А730

Техническая характеристика 1А730	Значение
Минимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	56
Максимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	710
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С)	Н
Мощность двигателя кВт	13
Число инструментов в магазине	8
Габариты станка: длина х ширина х высота, мм	2625x1825x1360
Масса, кг	3740
Диаметр детали над станиной, мм	410
Диаметр детали над суппортом, мм	320
Длина обрабатываемой детали, мм	500

Анализ работы станка 1А730: 1) применяется на операцию 020 ( $T_{шт} = 5,8$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 44,74 %.

### 3) Токарно-винторезный станок 1Д62

Таблица 2.3 – Техническая характеристика токарно-винторезная станка 1Д62

Техническая характеристика 1Д62	Значение
Высота центров, мм	165
Наибольшее расстояние между центрами, мм	710
Наибольший диаметр прутка, мм	34
Шаг метрической резьбы, мм	0,5...6
Шаг дюймовой резьбы, ниток	48-2,5
Пределы числа оборотов, оборотов в минуту	11,2-2240

Анализ работы станка 1Д62: 1) применяется на операции 025 ( $T_{шт} = 1,065$ , мин) и 042 ( $T_{шт} = 2,45$ , мин). Общее штучное время составляет 3,515 мин; 2) Количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 6500 оборудования составляет 27,12 %.

### 4) Токарно-револьверный станок модели 1338

Таблица 2.4 – Техническая характеристика 1338

Техническая характеристика 1338	Значение
Диаметр детали над станиной, мм	500
Диаметр прутка наибольший, мм	80
Длина обрабатываемой детали, мм	1000
Габаритные размеры: длина x ширина x высота, мм	3430x1500x1655
Вес станка	3900
Мощность двигателя, кВт	13
Пределы частоты вращения шпинделя Min/Max, об/мин	30/1500

Анализ работы станка 1338: 1) применяется на операцию 030 ( $T_{шт} = 1,05$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) Коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 8,1 %\*.

#### 5) Токарно-винторезный станок 1К62

Таблица 2.5 – Техническая характеристика токарно-винторезного станка 1К62

Техническая характеристика 1К62	Значение
Наибольший диаметр изделия, мм	400
Наибольший диаметр точения над нижней частью суппорта, мм	220
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	47
Расстояние между центрами (РМЦ), мм	710; 1000
Наибольшая длина обтачивания (соответственно РМЦ), мм	640; 930
Пределы чисел оборотов шпинделя, мм	12,5-2000
Пределы продольных подач суппорта, мм/об	0,07-4,16
Пределы поперечных подач суппорта, мм/об	0,035-2,08

Анализ работы станка 1К62:

1) применяется на операции 035 ( $T_{шт} = 1,182$ , мин), 050 ( $T_{шт} = 1,918$ , мин), 055 ( $T_{шт} = 1,73$ , мин). Общее штучное время составляет 4,83. 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 37,3 %\*.

#### б) Вертикально-фрезерный станок ВС12Ц

Таблица 2.6 – Техническая характеристика ВС12Ц

Техническая характеристика ВС12Ц	Значение
Размеры рабочей поверхности стола, мм	420x1800
Т-образные пазы, мм	3x18x90
Продольное перемещение стола ручной/автоматический режим, мм	1280/1250



## Окончание таблицы 2.6

Техническая характеристика ВС12Ц	Значение
Поперечное перемещение стола ручной/автоматический режим, мм	360/350
Вертикальное перемещение стола ручной/автоматический режим, мм	470/450
Расстояние от конца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	40-510
Расстояние от оси шпинделя до направляющих станины, мм	450
Расстояние от центра стола до вертикальных направляющих, мм	275-655
Диаметр оправки, мм	32;50
Макс.поворот вертикальной фрезерной головки, град.	45
Конец шпинделя	7:24 NO:50
Перемещение гильзы шпинделя, мм	85
Количество скоростей шпинделя	18
Минимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	30
Максимальные пределы частоты вращения шпинделя, об/мин	1500
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	800
Мощность главного привода, кВт	11
Мощность двигателя подачи, кВт	3
Напряжение / Частота, В/Гц	380/50
Габариты станка: длина x ширина x высота, мм	2522x2265x2432
Масса, кг	5100

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

24

Анализ работы станка BC12Ц: 1) применяется на операцию 040 ( $T_{шт} = 3,01$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 23,22 %\*.

7) Токарно-копировальный станок модели МК893

Таблица 2.7 – Техническая характеристика МК893

Техническая характеристика МК893	Значение
Мах диаметр обработки над станиной, мм	400
Мах диаметр обработки над суппортом	220
Длина обрабатываемой заготовки, мм	750...1500
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	55
Число ступеней вращения шпинделя	23
Размер конуса в шпинделе	Морзе 6
Частота вращения шпинделя, об/мин	12.5...2000
Число ступеней продольных подач	42
Число ступеней поперечных подач	42
Продольные подачи, мм/об	0.07-4.16
Поперечные подачи	0.035...2.08
Число нарезаемых метрических резьб	45
Число нарезаемых дюймовых резьб	28
Число нарезаемых модульных резьб	38
Число нарезаемых резьб архимедовой спирали	5
Наибольшее перемещение пиноли задней бабки, мм	200
Поперечное смещение корпуса задней бабки, мм	+/-15
Наибольшее сечение резца	25
Питание	220/380В, 50Гц
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Габаритные размеры: длина x ширина x высота, мм	2812*1166*1324
Масса, кг	2140

Анализ работы станка МК893: 1) применяется на операцию 045 ( $T_{шт} = 5,24$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 10000 оборудования составляет 40,4 %\*.

8) Вертикально-сверлильный станок модели 2125

Таблица 2.8 – Техническая характеристика 2125

Техническая характеристика 2125	Значение
Наибольший диаметр сверления, мм	25
Размеры конуса шпинделя по ГОСТ 25557-82	Морзе 3
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	250
Наибольший ход шпинделя, мм	200
Расстояние от торца шпинделя, мм:	
до стола	60-700
до плиты	690-1060
Наибольшее перемещение сверлильной головки, мм	170
Перемещение шпинделя за один оборот штурвала, мм	122.46
Рабочая поверхность стола, мм	400x450
Наибольший ход стола, мм	270
Установочный размер Т-образных пазов в столе	
центрального	14Н9
крайних	14Н11
Расстояние между двумя Т-образными пазами, мм	80
Количество скоростей	12
Пределы частоты вращения шпинделя, 1/мин	45-2000
Количество подач	9
Пределы подач, мм/об	0.1-1.6
Наибольшее количество нарезаемых отверстий в час	60
Управление циклами работы	Ручное
Род тока питающей сети	Трехфазный

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

26

Анализ работы станка 2125: 1) применяется на операцию 085 ( $T_{шт} = 0,947$ , мин); 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 6500 оборудования составляет 7,3 %\*.

9) Круглошлифовальный станок модели 3Б151П

Таблица 2.9 – Техническая характеристика 3Б151П

Техническая характеристика 3Б151П	Значение
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н, П, В, А, С)	П
Диаметр обрабатываемой детали, мм	200
Длина детали, мм	700
Длина шлифования, мм	500,500
Габариты станка: длина х ширина х высота, мм	3100x2100x1500
Масса	4200
Мощность двигателя кВт	7.5
Пределы частоты вращения шпинделя Min/Max об/мин	2250/16750

Анализ работы станка 3Б151П: 1) применяется на операцию 120 ( $T_{шт} = 2,76$ , мин), 130 ( $T_{шт} = 0,61$ , мин), 135 ( $T_{шт} = 6,18$ , мин). Общее штучное время 9,55 мин; 2) количество единиц используемого оборудования: 1 шт.; 3) коэффициент загрузки при годовой программе 6500 оборудования составляет 47,7 %\*.

Сведения о следующих станках – плоскошлифовальный станок модели Томсон и шлифовально-копировальный станок модели ШХ-170Н13 в известных источниках отсутствуют.

Анализ применяемой технологической оснастки

В действующем технологическом процессе используется большое количество специальных приспособлений (приспособление для зажима Т9688-2189; приспособление для обточки операция 035 и др.), что экономически невыгодно, тратится большое время на установку и снятие детали, уменьшается производительность, необходимо поддерживать в рабочем состоянии множество приспособлений, что требует дополнительных рабочих, всего этого можно избежать с помощью выбора нового оборудования, помогающего максимально

сконцентрировать операции и сократить применение приспособлений до минимума, стараясь использовать универсальные, а не специальные.

#### Анализ применяемого режущего инструмента

В качестве режущего инструмента в основном применяется универсальный (гостированный инструмент): резец проходной 16x25x140 (материал режущей части Т15К6); фреза дисковая (материал режущей части Р12); шлифовальный круга 600x25x305 ППКЭБ50СТ3 ГОСТ 2424-60 и др. Для части переходов разработан специальный инструмент, как например, для операции 085 сверло-зенкер, 030 – сверло специальное

#### Измерительный инструмент

В качестве измерительного инструмента на большинстве операций используются специальные шаблоны и калибры, но применяются также штангенциркули и индикаторные нутромеры. Весь инструмент ГОСТирован, номенклатура большая, контролируются не все поверхности. Большая часть измерительного инструмента является не универсальной.

### 2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

При проведении анализа действующего технологического процесса были выявлены некоторые недостатки и сделаны следующие выводы: при простоях оборудования, низкой эффективности применяемого инструмента, ошибках в технологии значительно повышаются нормы времени на выполнение основных технологических переходов.

Для устранения этих недостатков при разработке проектного технологического процесса, предлагаю внести следующие изменения:

- 1) заменить универсальные станки на станки с ЧПУ;
- 2) усовершенствовать технологический процесс так, чтобы для изготовления детали требовалось наименьшее количество единиц оборудования, что

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

позволит получить высокую производительность и качество изготовления, а соответственно минимальные затраты на производство;

3) применять более современный инструмент. Это сократит основное и вспомогательное время, номенклатуру применяемого инструмента, при этом повысится точность и производительность.

## 2.3 Разработка проектного технологического процесса

### 2.3.1 Разработка маршрута проектного техпроцесса

При разработке проектного технологического процесса нужно по возможности выполнить предложения, изложенные в пункте 2.2.3.

На первом этапе мы заменяем старое универсальное оборудование на современные станки с ЧПУ: токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y; комбинированный шлифовальный станок с ЧПУ GU3250CNC; плоскошлифовальный станок 3Л722В. На данных станках мы сможем полностью изготовить деталь типа «вал», что увеличивает производительность и уменьшает погрешности связанные с переустановкой, т.к. обработка производится за сравнительно меньшее количество операций.

При изготовлении детали используется всего лишь одно станочное приспособления, причем возможно его применение для различных деталей, что снижает дополнительные расходы. Следующим шагом будет замена специального и напайного инструмента на стандартный, с использованием многогранных пластин. Следствием чего будет снижение затрат на инструмент.

По действующему техпроцессу обработка вала выполняется за 18 операций. По проектному технологическому процессу деталь будет обрабатываться за 5 операции без потери качества изготовления. При подсчете количества операций берётся в расчёт только металлообработка.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

### 2.3.2 Выбор оборудования для реализации техпроцесса

Для обработки данного ряда деталей возможно применение следующего ряда станков:

#### 1) фрезерно-центровальный станок 2Г942

Предназначены для обработки торцов деталей типа валов в серийном и массовом производстве со встройкой автоматических загрузочных устройств и в составе автоматических линий. Основные операции, выполняемые на полуавтоматах: а) фрезерование торцов; б) сверление центровых отверстий с двух сторон. Кроме того на полуавтоматах может производиться обточка шеек; снятие фасок на концах валов, сплошная цековка до диаметра 40 мм, кольцевая подрезка и расточка.

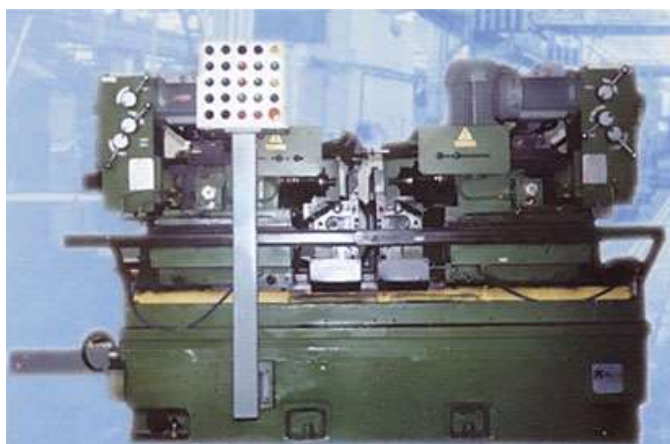


Рисунок 2.1 – Фрезерно-центровальный станки 2Г942

Приводы подач сверлильных и фрезерных шпинделей и зажима деталей, а также упоры заготовок гидравлические.

Фрезерование торцов, сверление центровых отверстий и обточка базовых шеек производится за одну установку обрабатываемой детали, что обеспечивает высокую точность баз для дальнейшей обработки.

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 2.10 – Технические характеристики фрезерно-центровального станка  
2Г942

Техническая характеристика станка 2Г2942	Значение
Пределы длины обрабатываемых деталей, мм:	100-1000
Пределы диаметров устанавливаемых в тисках деталей, мм	20-160
Диаметры применяемых центровочных сверл, мм	
стандартных типа А и R	3,15-10
стандартных типа В	2-8
специальных	до 12
Наибольший диаметр сверления, мм	16
Наибольший диаметр фрезерования, мм	150
Наибольший диаметр устанавливаемой фрезы, мм:	160
Наибольший диаметр подрезаемого торца, мм	50
Наибольший диаметр подрезаемой кольцевой поверхности, мм	100/80
Наибольший диаметр обточки шеек, мм	100
Наибольший диаметр растачиваемых отверстий, мм	100
Длина обточек шеек, мм	40
Количество шпинделей	4
Пределы частот вращения шпинделей:	
сверлильного, об/мин	159...1588
фрезерного, об/мин	130...740
Пределы бесступенчатых подач сверлильного шпинделя, мм/мин	20...2000
Пределы бесступенчатых подач фрезерного шпинделя, мм/мин	20...2000
Ход пиноли сверлильного шпинделя, мм	100



Окончание таблицы 2.10

Техническая характеристика станка 2Г2942	Значение
Габарит полуавтоматов, мм:	
длина	3970...5470
ширина	1750
высота	2000
Электрооборудование:	
Род тока питающей сети	3-х фазный
Частота тока, Гц	50
Напряжение, В	380/220
Количество электродвигателей	9
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	36,28
Максимальная мощность, кВт:	
Фрезерной бабки	11
Сверлильной бабки	4

2) Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y

Токарный обрабатывающий центр NT-2000Y предназначен для серийной обработки деталей сложных форм. Изготовленная из чугуна Meehanite станина станка с наклонным расположением упроченных шлифовальных направляющих коробчатого типа обеспечивает высокую жесткость станка, приводной инструмент в сочетании с осью Y представляет широкие возможности для фрезерных операций

Таблица 2.11 – Технические характеристики NT-2000Y

Техническая характеристика станка NT-2000Y	Значение
Максимальный диаметр обработки, мм	265
Максимальная длина обработки, мм	515
Ход по оси Y, мм	+/- 50
Максимальный диаметр прутка, мм	52



шлифовального круга из кубического нитрида бора; 12) сервопривод передней бабки;

Стандартный комплект станка: 1) передняя защита рабочей зоны от брызг; 2) гидравлическая и ручная пиноль; 3) система охлаждения гидростанции; 4) шлифовальный круг; 5) планшайба шлифовального круга; 6) гидростанция; 7) система подачи СОЖ; 8) держатель алмазного инструмента для правки шлифовального круга; 9) комплект инструмента для технического обслуживания станка; 10) защита двигателя привода шлифовальной бабки от перегрузок; 11) выносной пульт (электронный маховичек); 12) автоматический контактный датчик для обмера детали; 13) устройство для балансировки шлифовального круга;



Рисунок 2.3– Универсальный кругло-шлифовальный станок GU3250CNC с ЧПУ

Таблица 2.13 – Технические характеристики кругло-шлифовального станка GU3250CNC

Техническая характеристика станка NT-2000Y	Значение
Максимальный диаметр детали, устанавливаемый над станиной, мм	320
Расстояние между центрами, мм	600
Максимальный обрабатываемый диаметр, мм	280
Максимальная длина шлифования, мм	520
Максимальная масса заготовки, кг	150

Окончание таблицы 2.13

Техническая характеристика станка GU3250CNC	Значение
Шлифовальная бабка (ось x)	
Перемещение по оси x, мм	200
Дискрет перемещения по оси x, м	0,001
Скорость быстрых перемещений по оси, мм/мин	8000
Диапазон поперечных подач, мм/мин	0,0001-6000
Мощность привода шпинделя шлифовальной бабки, кВт	3,7
Мощность сервомотора привода оси x, кВт	1,6
Шлифовальный круг	
Диаметр × Ширина × Отверстие, мм	405×56×127
Максимальная окружная скорость, м/сек	45
Передняя бабка	
Угол поворота (против часовой стрелки по часовой стрелке), град	90 – 30
Скорость вращения шпинделя (сервомотора), об/мин	0 – 500
Внутренний конус, типоразмер МТ	№4
Задняя бабка	
Ход пиноли, мм	35
Внутренний конус, типоразмер МТ	№4
Стол (ось z)	
Угол поворота по часовой стрелке, град	+7,5
Угол поворота против часовой стрелки, град	-0,5
Перемещение по оси z, мм	630
Скорость быстрых перемещений по оси, мм/мин	10000
Дискрет перемещения по оси z, мм	0,0001
Диапазон продольных подач, мм/мин	0,001-8000

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

35

4) плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем 3Л722В



Рисунок 2.4 – Плоскошлифовальный станок с 3Л722В

Таблица 2.14 – Технические характеристики плоскошлифовальный станок 3Л722В

Техническая характеристика станка 3Л722В	Значение
Класс точности	II
Длина рабочей поверхности стола, мм	1250
Ширина стола, мм	320
Максимальные размеры обрабатываемой заготовки, мм	1250x320x400
Максимальная масса обрабатываемой заготовки, кг	600
Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83, мм	1-450x80x203
Отклонение от плоскостности обработанной поверхности образца, мкм	6 (4)
Шероховатость образца, Ra, мкм	0,32 (0,16)
Мощность главного привода, кВт	11
Габариты станка, мм	
длина	3460
ширина	2630
высота	2665
Вес станка	6300

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

36

### 2.3.3 Выбор исходной заготовки

Чертеж исходной заготовки связывает работу заготовительного и механического цехов, являясь для первого чертежом готового изделия, а для второго – исходным документом для построения процесса обработки заготовки. Тип заготовки: штамповка на ГКМ Сталь 20Г ГОСТ 4543-88.

Общие сведения о штамповке на ГКМ:

Горячая объёмная штамповка – это вид обработки металлов давлением, при которой формообразование поковки из нагретой заготовки осуществляют с помощью специального инструмента – штампа. Течение металла ограничивается поверхностями полостей (а также выступов), изготовленных в отдельных частях штампа, так что в конечный момент штамповки они образуют единую замкнутую полость (ручей) по конфигурации поковки. В качестве заготовок для горячей штамповки применяют прокат круглого, квадратного, прямоугольного профилей, а также периодический. При этом прутки нарезают на отдельные (мерные) заготовки, хотя иногда штампуют из прутка с последующим отделением поковки непосредственно на штамповочной машине. Применение объёмной штамповки оправдано при серийном и массовом производстве. При использовании этого способа значительно повышается производительность труда, снижаются отходы металла, обеспечиваются высокие точность формы изделия и качество поверхности.

Припуск (на сторону) заготовки полученной штамповкой на ГКМ принимаем в зависимости от диаметра готовой детали, при диаметре готовой детали входящей в диапазон от 50 до 100 (50-100) припуск на сторону равен  $n = 1 \dots 2,5$ . Принимаем припуск на сторону равным  $n = 2,5$  мм.

Штамповочный уклон на внутренней стороне бурта ( $\gamma$ ) определяется исходя из его высоты ( $S$ ). Так как  $S = 5$  мм, то  $\gamma = 1^\circ$  [9].

Радиусы закруглений на выпуклых углах  $r_1 = r_2 = 2$  мм.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Радиусы закруглений на вогнутых углах  $r_2$  определяется от величины уступа  $S$  со стороны закругления [9]:

$$r_2 = 0,2 \times S + 1 = 5 \times 0,2 + 1 = 2, \text{ мм.}$$

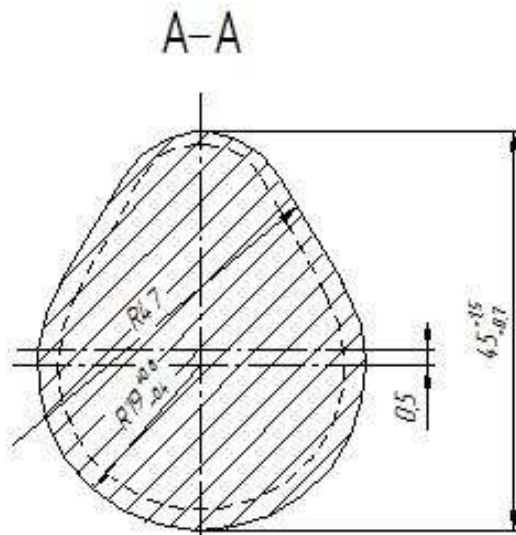
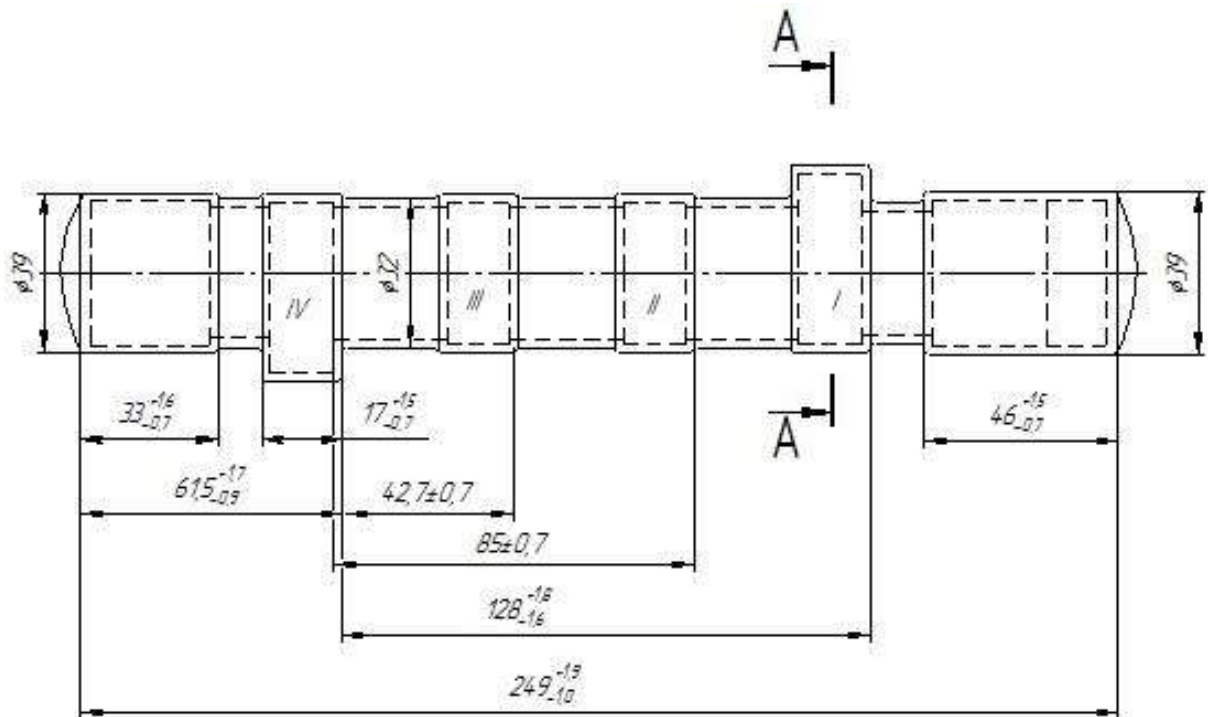


Рисунок 2.5 – Эскиз заготовки вала кулачкового

### 2.3.4 План операций и переходов проектного техпроцесса

В проектном технологическом процессе будем применять станки, предназначенные для серийного производства, то есть станки с ЧПУ. Произведем изменения маршрутного технологического процесса:

I. 000 Заготовительная

Штамповка на ГКМ. рисунок 2.5.

II. 005 Фрезерно-центровальная

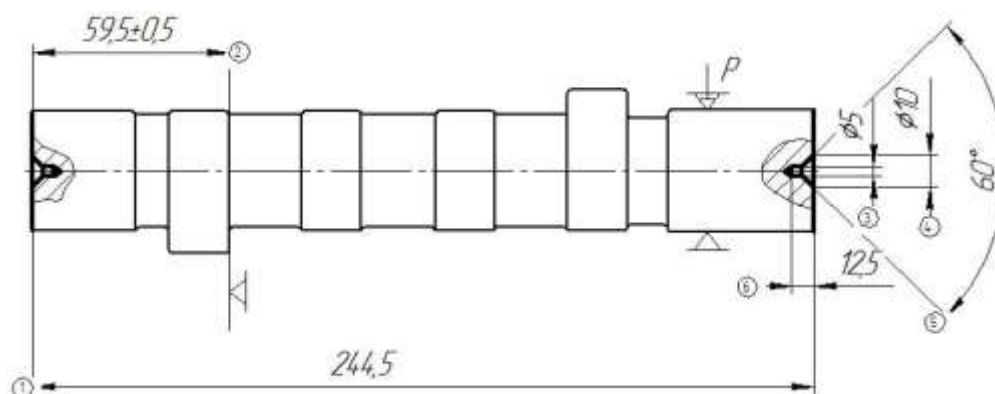


Рисунок 2.6 – Операционный эскиз  
для операции 005

Установ А

Последовательность операции:

1) одновременно фрезеровать поверхности, выдерживая размер 244,5 (1) и 59,5 0,5 (2);

2) одновременно сверлить 2 отверстия 5 (3) выдерживая размеры (4;5;6).

Оборудование: фрезерно-центровальный станок 2Г942.

Приспособление: тиски с механическим приводом;

Инструмент: 1) фреза торцовая Т5К10 ГОСТ 18878-73 - 2шт, диаметром 50, Z=10; 2) сверло центровочное 5 тип А Р6М5 ГОСТ 14952-78 - 2шт;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

39







Установ Б

Последовательность операций:

2.1) подрезать торец поверхности диаметром 26 (19), выдерживая размер 42 (20) мм;

2.2) снять фаску 1x45 градусов (9);

2.3) точить поверхность диаметром 35,5 (1);

2.4) снять фаску 1x45 градусов (9);

2.5) точить поверхность 26 (19), выдерживая размер R1 (2), 58 (21).

2.6) прорезать винтовую канавку, выдерживая размер 1,5 (12) , 1 (13), 14 (14) и 15 (15) . Направление выхода канавки - левое

2.7) фрезеровать паз, выдерживая размеры R1,5 (21), 13 (22), диаметр 12 (23), 9.5 (24) и 5.5 (25);

2.8) сверлить центровочное отверстие 5 (26) выдерживая размеры (27;28;29)

Оборудование: токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y.

Приспособление: 1) трехкулачковый патрон; 2) плавающий центр; 3) упорный центр; 4) люнет – станочные.

Инструмент: 1) державка CFIR 2525M08JET, пластина LCMF 300808-0800-FT; 2) державка SVJBR 2020K16JET, пластина VCGR 160404; 3) фреза концевая ТУ2.035.00223131.170-91, пластина SDCW0602APTN; 4) резец отрезной С4-CFIR-27060-03JET, пластина LCL 10030; 5) сверло 151001.2014.005.00.00; 6) метчик HL 2320; 7) фреза дисковая R335.19 -100.95.27-5; 8) сверло специальное центровочное.

V. 020 «Термическая»

Калить ТВЧ профиль кулачков и опорные шейки.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

### III. 020 «Шлифовальная с ЧПУ»

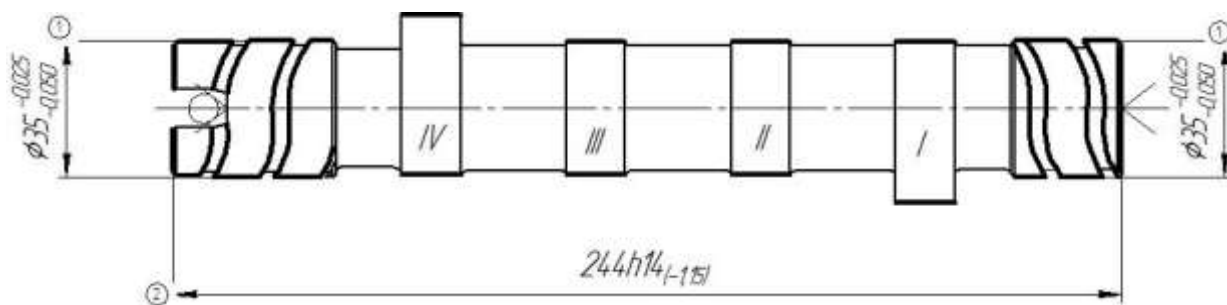


Рисунок 2.8 – Операционный эскиз  
для операции 020

Последовательность операций:

- 1) шлифовать поверхность диаметром 35 (1);
- 2) шлифовать поверхность диаметром 35 (1);
- 3) шлифовать профиль кулачка I;
- 4) шлифовать профиль кулачка II
- 5) шлифовать профиль кулачка III
- 6) шлифовать профиль кулачка IV

Оборудование: круглошлифовальный станок с ЧПУ GU3250CNC.

Приспособление: упорный центр; плавающий центр.

Инструмент: уруг шлифовальный 600x25x305 25AF446K6V ГОСТ P52781-2007;

### VI. 025 «Шлифовальная с ЧПУ»

Последовательность операций:

- 1) шлифовать паз, выдерживая размеры R1,5 (1), 13 (2), 10d9 (3) и 6H10 (4).

Оборудование: плоскошлифовальный станок 3K722B.

Приспособление: приспособление специальное.

Инструмент: шлифовальной круг режущий кромкой, имеющий форму канавки.

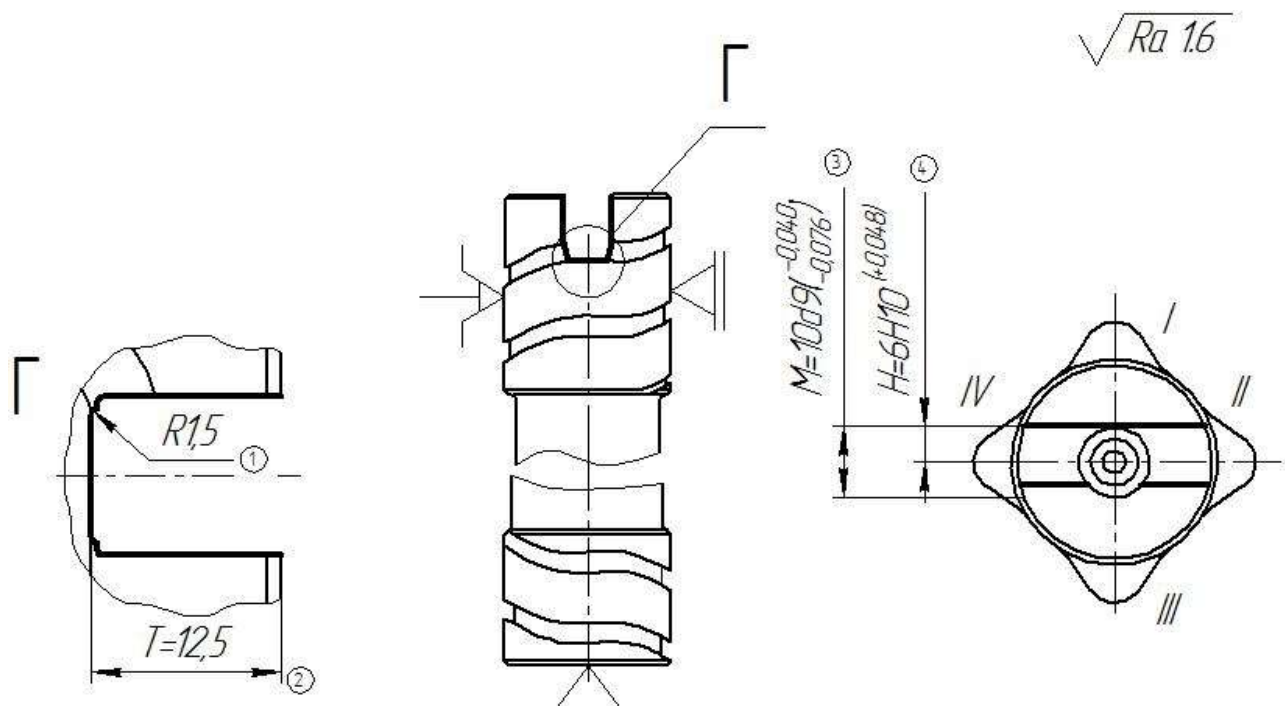


Рисунок 2.9 – Операционный эскиз  
для операции 025

### 2.3.5 Расчет припусков

#### Расчет припуска на диаметральный размер

Расчет припусков и определение их величин по таблицам производится только после выбора оптимального для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки. Рассчитываем припуск на обработку и промежуточные предельные размеры на поверхность  $\varnothing 35$  вала. На остальные обрабатываемые поверхности назначаем припуски и допуски по таблицам ГОСТ 7505-55. Заготовка – штамповка на ГКМ, группа точности – 2-я. Технологический маршрут обработки поверхности  $\varnothing 35$  состоит из обтачивания предварительного и окончательного и шлифования. Обтачивание производится в пневматическом патроне, схема установки показана на рисунке 6, а шлифование в плавающих центрах с поводковым устройством.

Находим по таблицам значения высоты неровностей  $R_z$  [6] и дефектного слоя  $T$  [6].

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.017 ПЗ				

Заготовка  $R_z = 150$  мкм;  $T = 200$  мкм;

Обтачивание:

предварительное  $R_z = 50$  мкм;  $T = 50$  мкм;

окончательное  $R_z = 30$  мкм;  $T = 30$  мкм;

Шлифование:

предварительное  $R_z = 10$  мкм;  $T = 20$  мкм;

окончательное  $R_z = 5$  мкм;  $T = 15$  мкм;

Суммарное пространственных отклонений определяются по формуле [6]:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2},$$

где  $\rho_{см}$  – погрешности заготовок, штампованных на прессах и ГКМ по смешению,  $\rho_{см} = 0,5$ , мм [6];

$\rho_{кор}$  – погрешности штампованных заготовок по короблению [6], мм;

$$\rho_{кор} = \Delta_k \times l,$$

Тогда в соответствии с таблицей 32 [6] выбираем удельную кривизну заготовки  $\Delta_k$  в зависимости от диаметра заготовки:  $\Delta_k = 0,12$  мкм =  $0,12 \times 10^{-3}$  мм;  $\rho_{кор} = 0,12 \times 10^{-3} \times 230 = 0,0276$  мм.

Определим суммарное пространственных отклонений:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{0,5^2 + 0,0276^2} = 0,5,$$

Погрешность зацентровки заготовок штампованных стержневых заготовок возникает вследствие погрешности базирования на этой операции и приводит к радиальному биению наружной поверхности заготовки относительно оси центровых отверстий [6].

$$\rho_u = \sqrt{\left(\frac{\delta}{2}\right)^2 + 0,25^2}, \text{ мм}$$

Определяем допуск на размер, зависящий от недоштамповки или двустороннего износа штампов по следующей формуле [6]:

$$\delta = H_{ед} + I_u + K_y$$

где  $H_{ед}$  – допуск по недоштамповке,  $H_{ед} = 1,2$  мм, [6];

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$I_{ш}$  – допуск по износу штампов,  $I_{ш} = 0,5$  мм, [6];

$K_y$  – колебания усадки заготовки по температурному интервалу штамповки. Колебания усадки принимаем:

$$K_y = 1,0 \text{ мкм/мм}, K_y = 1,0 \times 50 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$\delta_{заг} = 1,2 + 0,5 + 0,05 = 1,75 \approx 1,8 \text{ мм.}$$

Определим погрешность настройки центрального станка:

$$\rho_u = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,9, \text{ мм};$$

Суммарное отклонение [6]:

$$\rho_3 = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_u^2},$$

где  $\rho_{см}$  – погрешности заготовок, штампованных на прессах и ГКМ по смешению,  $\rho_{см} = 0,5$ , мм [6];

$\rho_{кор}$  – погрешности штампованных заготовок по короблению,  $\rho_{кор} = 0,0276$  мм;

$\rho_u$  – погрешность настройки центрального станка,  $\rho_u = 0,9$  мм.

Таким образом, суммарное значение пространственного отклонения заготовки составит:

$$\rho_3 = \sqrt{0,0276^2 + 0,9^2 + 0,5^2} = \sqrt{0,00076 + 0,81 + 0,25} = 1,03, \text{ мм};$$

$$p_3 = 1,03 + 0,5 = 1,53, \text{ мм};$$

Находим допуск по классу точности для каждого метода обработки [6].

#### Обтачивание

черновое  $\delta = 340$  мкм;

чистовое  $\delta = 100$  мкм;

#### Шлифование

черновое  $\delta = 25$  мкм;

чистовое  $\delta = 17$  мкм;

При выполнении дипломной работы для определения промежуточных значений припусков на механическую обработку можно с достаточной для прак-

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

тических целей точною воспользоваться следующей формулой [6]:

$$\rho_{ост} = k_y \times \rho_{заг}$$

где  $k_y$  – коэффициент уточнения формы. Зависит от вида заготовки и методов обработки.

Для черного точения штампованных заготовок  $k_y = 0,06$ , [6];

Для чистового точения штампованных заготовок  $k_y = 0,04$ , [6];

Для двукратного шлифования заготовок после токарной обработки  $k_y = 0,02$ , [6];

$$\rho_1 = 0,06 \times 1530 = 91,8 \text{ мкм.}$$

$$\rho_2 = 0,04 \times 1530 = 61,2 \text{ мкм.}$$

$$\rho_3 = 0,02 \times 1530 = 30,6 \text{ мкм.}$$

Расчет минимальных значений припусков осуществляем с помощью следующей формулы:

$$2z_{min\ i} = 2(R_{z\ i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1})$$

Минимальный припуск:

под предварительное обтачивание:

$$2z_{min1} = 2(150 + 200 + 1530) = 3760 \text{ мкм;}$$

под окончательное обтачивание:

$$2z_{min2} = 2(50 + 50 + 91,8) = 384 \text{ мкм;}$$

под предварительное шлифование:

$$2z_{min3} = 2(30 + 30 + 61,2) = 242 \text{ мкм;}$$

под окончательное шлифование:

$$2z_{min4} = 2(10 + 20 + 30,6) = 121 \text{ мкм;}$$

Определяем расчетный размер  $d_p$ , начиная с конечного размера (чертежного), путем прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода [6]:

$$d_{p3} = d + 2z_{min4} = 35,002 + 0,121 = 35,123 \text{ мм.}$$

$$d_{p2} = d_{p3} + 2z_{min3} = 35,123 + 0,242 = 35,365 \text{ мм.}$$

$$d_{p1} = d_{p2} + 2z_{min2} = 35,365 + 0,384 = 35,749 \text{ мм.}$$

$$d_{p3} = d_{p1} + 2z_{min1} = 35,749 + 3,76 = 39,05 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47



Наименьший предельный размер определяем для каждого технологического перехода путем округления расчетных размеров [6].

$$d_{min4} = 35 \text{ мм}; d_{min3} = 35,1 \text{ мм}; d_{min2} = 35,4 \text{ мм}; d_{min1} = 35,7 \text{ мм}; d_{min3} = 39 \text{ мм}.$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру:

$$d_{max4} = d_{min4} + \rho_{ч.ш} = 35 + 0,017 = 35,017 \text{ мм}.$$

$$d_{max3} = d_{min3} + \rho_{пр.ш} = 35,1 + 0,025 = 35,125 \text{ мм}.$$

$$d_{max2} = d_{min2} + \rho_{об.чис} = 35,4 + 0,1 = 35,5 \text{ мм}.$$

$$d_{max1} = d_{min1} + \rho_{об.чер} = 35,7 + 0,34 = 36,04 \text{ мм}.$$

$$d_{max3} = d_{min4} + \rho_{ч.ш} = 39,5 + 1,8 = 41,3 \text{ мм}.$$

Таблица 2.15 – Технологический маршрут обработки поверхности Ø35

Технологические переходы обработки поверхности Ø35	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	$R_z$	$T$	$\rho$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2z_{min}^{np}$	$2z_{max}^{np}$
Заготовка	150	200	1530		29,509	1800	39,5	41,3		
Обтачивание: предварительное окончательное	50	50	91,8	3760	25,729	340	35,7	26,04	3800	526
	30	30	61,2	384	25,365	100	35,4	35,5	300	0
Шлифование: предварительное окончательное	10	20	30,2	242	25,123	25	35,1	35,125	300	375
	5	15		121	25,002	17	35,002	35,017	100	108

Предельные значения припусков  $z_{\max}^{np}$  определяем как разность наибольших предельных размеров и  $z_{\min}^{np}$  как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов [6]:

$$2z_{\max 4}^{np} = d_{\max 3} - d_{\max 4} = 35,125 - 35,017 = 0,108 \text{ мм} = 108 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 3}^{np} = d_{\max 2} - d_{\max 3} = 35,5 - 35,125 = 0,375 \text{ мм} = 375 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 2}^{np} = d_{\max 1} - d_{\max 2} = 36,04 - 35,5 = 0,54 \text{ мм} = 540 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\max 1}^{np} = d_{\max 3} - d_{\max 1} = 41,3 - 36,04 = 5,26 \text{ мм} = 5260 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 4}^{np} = d_{\min 3} - d_{\min 4} = 35,1 - 35 = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 3}^{np} = d_{\min 2} - d_{\min 3} = 35,4 - 35,1 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 2}^{np} = d_{\min 1} - d_{\min 2} = 35,7 - 35,4 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм.}$$

$$2z_{\min 1}^{np} = d_{\min 3} - d_{\min 1} = 39,5 - 35,7 = 3,8 \text{ мм} = 3800 \text{ мкм.}$$

Общие припуски  $z_{0 \min}$  и  $z_{0 \max}$  определяем путем сложения промежуточных припусков [6]:

$$z_{0 \min} = \sum 2z_{\min}^{np} = 3800 + 300 + 300 + 100 = 4500 \text{ мкм;}$$

$$z_{0 \max} = \sum 2z_{\max}^{np} = 5260 + 540 + 375 + 108 = 6283 \text{ мкм;}$$

Общий номинальный припуск определяем с учетом несимметричного расположения поля допуска заготовки [6]:

$$z_{0 \text{ ном}} = z_{0 \min} + H_3 - H_\delta$$

$$d_{3 \text{ ном}} = d_{\delta \text{ ном}} + z_{0 \text{ ном}},$$

где  $H_3$  – нижнее отклонение заготовки [6]:

$$H_3 = I_u + K_y/2$$

$$H_3 = 0,5 + 1,0/2 = 1 \text{ мм.}$$

$H_\delta = 17$  мкм допуск на окончательное шлифование или готовую деталь.

$$z_{0 \text{ ном}} = 4500 + 1000 - 17 = 5483 \text{ мкм.}$$

$$d_{3 \text{ ном}} = 35 + 5,5 = 40,5 \text{ мм.}$$

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Производим проверку правильности выполнения расчетов [6]:

$$2z_{\max 4}^{np} - 2z_{\min 4}^{np} = 108 - 100 = 8 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_4 = 25 - 17 = 8 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 3}^{np} - 2z_{\min 3}^{np} = 375 - 300 = 75 \text{ мкм}; \delta_2 - \delta_3 = 100 - 25 = 75 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 2}^{np} - 2z_{\min 2}^{np} = 540 - 300 = 240 \text{ мкм}; \delta_1 - \delta_2 = 340 - 100 = 240 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1}^{np} - 2z_{\min 1}^{np} = 5260 - 3800 = 1460 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_1 = 1800 - 340 = 1460 \text{ мкм};$$

На остальные обрабатываемые поверхности вала припуски и допуски выбираем по таблицам и записываем их значения в таблицу 2.11. Соответствующие изменения вносим в расчеты заготовки детали.

Таблица 2.16 – Припуски на механическую обработку

Поверхность	Размер	Припуски		
		табличный	расчетный	принятый
1	Ø26	2,3	—	3*
2	Ø28	2,8	—	2*
3	Ø35	1,8	2	2

Примечание: \* принято конструктивно

Расчет припуска на линейный размер

Рассчитываем припуск на обработку и промежуточные предельные размеры на поверхность длиной 244 мм. Технологический маршрут обработки поверхности длиной 244 мм состоит из черновой (фрезерование) и чистовой подрезки торцов (шлифование).

Находим по таблицам значения высоты неровностей  $R_z$  [6] и дефектного слоя  $T$  [6].

Заготовка  $R_z = 150 \text{ мкм}; T = 200 \text{ мкм};$

Подрезка торца:

предварительная  $R_z = 50 \text{ мкм}, T = 50 \text{ мкм}$

окончательная  $R_z = 10 \text{ мкм} T = 50 \text{ мкм}$

Определяем пространственное отклонение [6]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2},$$

где  $\rho_{см}$  – допускаемая погрешность поковки по смещению оси фигуры [6]:

$$\rho_{см} = 0,5 \text{ мм};$$

$\rho_{кор}$  – допускаемая погрешность поковки по короблению, мм:

$$\rho_{кор} = \Delta_k l,$$

где  $\Delta_k$  – удельная кривизна заготовок в мкм на 1 мм длины [6]:

$$\Delta_k = 0,12 \text{ мкм} = 0,12 \times 10^{-3} \text{ ,мм.}$$

$$\rho_{кор} = 0,0012 \times 230 = 0,276 \text{ ,мм.}$$

$$\rho = \sqrt{0,5^2 + 0,276^2} = 0,57 \text{ ,мм}$$

Определяем допуск на размер, зависящий от недоштамповки или двустороннего износа штампов по следующей формуле [6]:

$$\delta = H_{ед} + I_{иш} + K_y$$

где  $H_{ед}$  – допуск по недоштамповке,  $H_{ед} = 1,2$  мм, [6];

$I_{иш}$  – допуск по износу штампов,  $I_{иш} = 0,5$  мм, [6];

$K_y$  – колебания усадки заготовки по температурному интервалу штамповки. Колебания усадки принимаем:

$$K_y = 1,0 \text{ мкм/мм}, K_y = 1,0 \times 50 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм.}$$

$$\delta_{заг} = 1,2 + 0,5 + 0,05 = 1,75 \approx 1,8 \text{ мм.}$$

Находим допуск по классу точности для каждого метода обработки [6].  
Подрезка торца: чистовая  $\delta = 920$  мкм и чистовая  $\delta = 300$  мкм.

При выполнении дипломной работы для определения промежуточных значений припусков на механическую обработку можно с достаточной для практических целей точностью воспользоваться следующей формулой:

$$\rho_{ост} = k_y \times \rho_{заг}$$

где  $k_y$  – коэффициент уточнения формы. Зависит от вида заготовки и методов обработки.

Для фрезерования штампованных заготовок  $k_y = 0,06$

$$\rho_I = 0,06 \times 570 = 34,2 \text{ мкм.}$$

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Определяем погрешность установки при черновой подрезке [6]:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2},$$

где  $\varepsilon_0$  – погрешность базирования;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления.

Так как закрепление осуществляется в тисках, то погрешность базирования при фрезеровании  $\varepsilon_0 = 0$  [6].

Так как погрешность закрепления при установке в осевом направлении для обработки на станке, то следовательно погрешность закрепления  $\varepsilon_3 = 370$  мкм [6].

$$\varepsilon_1 = 100 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки [6]:

$$\varepsilon_2 = 0,06\varepsilon_1 + \varepsilon_{инд}$$

Так как подрезка торцов осуществляется в одной установке, то  $\varepsilon_{инд} = 0$ , тогда

$$\varepsilon_2 = 0,06 \times 100 = 6 \text{ мкм.}$$

Расчет минимальных значений припусков осуществляем с помощью следующей формулы:

$$2z_{min1} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Минимальный припуск:

черновая подрезка торца

$$2z_{min1} = 2 \times (150 + 200 + 570 + 100) = 1020 \text{ мкм;}$$

чистовая подрезка торца

$$2z_{min2} = 2 \times (50 + 50 + 34,2 + 6) = 140,2 \text{ мкм;}$$

Определяем расчетный размер  $l_p$ , начиная с конечного размера (чертежного), путем прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода [6]:

$$l_{p1} = l_{p,ч} + 2z_{min2} = 244 + 0,140 = 244,140 \text{ мм.}$$

$$l_{p3} = l_{p1} + 2z_{min1} = 244,140 + 1,020 = 245,16 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Наименьший предельный размер определяем для каждого технологического перехода путем округления расчетных размеров [6].

$$l_{min2} = 244 \text{ мм. } l_{min1} = 244,14 \text{ мм. } l_{min3} = 245,16 \text{ мм.}$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем прибавлением допуска к округленному наименьшему предельному размеру:

$$l_{max2} = l_{min2} + \rho_{об.чис} = 244 + 0,25 = 244,25 \text{ мм.}$$

$$l_{max1} = l_{min1} + \rho_{об.чер} = 244,25 + 0,76 = 245,01 \text{ мм.}$$

$$l_{max3} = l_{min3} + \rho_{ч.ш} = 245,01 + 1,9 = 249,91 \text{ мм.}$$

Предельные значения припусков  $z_{max}^{np}$  определяем как разность наибольших предельных размеров и  $z_{min}^{np}$  как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов [6]:

$$2z_{max2}^{np} = l_{max1} - l_{max2} = 244,01 - 244,25 = 0,76 \text{ мм} = 760 \text{ мкм}$$

$$2z_{max1}^{np} = l_{max3} - l_{max1} = 245,91 - 245,01 = 1,9 \text{ мм} = 1900 \text{ мкм}$$

$$2z_{min2}^{np} = l_{min1} - l_{min2} = 244,14 - 244 = 0,14 \text{ мм} = 140 \text{ мкм}$$

$$2z_{min1}^{np} = l_{min3} - l_{min1} = 245,16 - 244,14 = 1,02 \text{ мм} = 1020 \text{ мкм}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.12.

Общие припуски  $z_{0\ min}$  и  $z_{0\ max}$  определяем путем сложения промежуточных припусков [6]:

$$z_{0\ min} = \sum 2z_{min}^{np} = 1020 + 140 = 1160 \text{ мкм};$$

$$z_{0\ max} = \sum 2z_{max}^{np} = 1900 + 760 = 2660 \text{ мкм.}$$

Общий номинальный припуск определяем с учетом несимметричного расположения поля допуска заготовки [6]:

$$z_{0\ ном} = z_{0\ min} + H_3 - H_0$$

$$l_{3\ ном} = l_{0\ ном} + z_{0\ ном}$$

где  $H_3$  – нижнее отклонение заготовки [6]:

$$H_3 = I_{ш} + K_y/2$$

$$H_3 = 0,5 + 1/2 = 1 \text{ мм};$$

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.017 ПЗ					



### 2.3.6 Расчет режимов резания и норм времени

Так как расчет режимов резания занимает большой объем пояснительной записке. Рассмотрим расчет режимов резания на примере трех видов обработки (фрезерно-центральной обработки, токарной и шлифовальной), результаты остальных расчетов сведем в таблицу 2.13.

#### I Расчет режимов резания для операции 005 «Фрезерно-центральной»

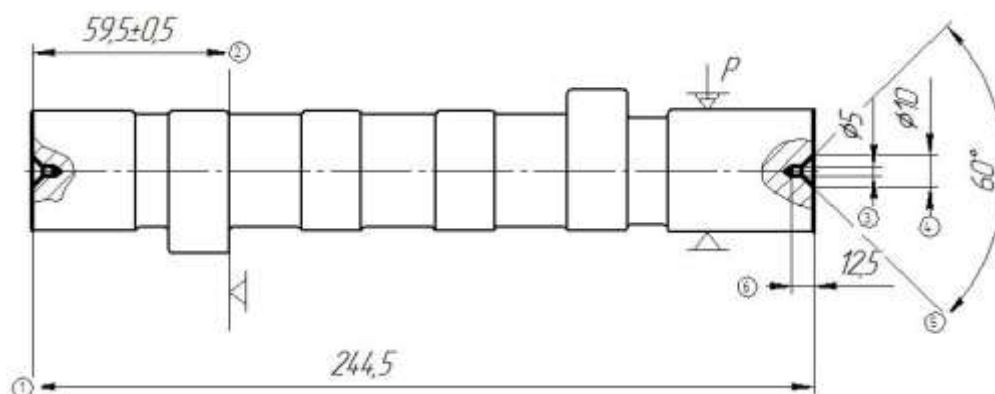


Рисунок 2.10 – Операционный эскиз для операции 005

1) Определим скорость вращения фрезы (м/мин):

$$V = \frac{C_v \cdot D^g \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^U \cdot z^P},$$

где  $C_v = 332$ ;  $g = 0,2$ ;  $x = 0,1$ ;  $y = 0,4$ ;  $u = 0,2$ ,  $p = 0$ ;  $m = 0,2$  – коэффициенты принимающиеся по литературе [9].

$$V = \frac{332 \cdot 50^{0,2} \cdot 1,125}{240^{0,2} \cdot 2,25^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 40^{0,2} \cdot 8^0} = 146, \text{ м/с.}$$

2) Определим число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где

$$n = \frac{1000 \cdot 244}{3,14 \cdot 100} = 465 \text{ об/мин;}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



Станок фрезерно-центровальный модели 2Г942.

Пересчитаем скорость:

$$v_{np} = \frac{\pi D n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 450}{1000} = 141,3, \text{ м/мин}$$

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} = 1,125$$

$K_{mv}$  – учитывает качество обрабатываемого материала  $K_{mv} = 1,25$ ;

$K_{nv}$  – учитывает состояние поверхности заготовки  $K_{nv} = 0,9$ ;

$K_{uv}$  – учитывает влияние материала режущей части инструмента  $K_{uv} = 1$ ;

3) Произведем проверку на точность

$$P_z = \frac{C_p \times t^x \times s^y \times B^u \times z}{D^g \times n^\omega} \times K_p$$

где  $C_v = 825$ ;  $q = 1,3$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,75$ ;  $u = 1,1$ ;  $\omega = 0,2$ ;  $K_p = K_{mp} = 0,75$ ;

$$P_z = \frac{825 \times 1,05 \times 0,09^{0,75} \times 40^{1,1} \times 8}{80^{1,3} \times 450^{0,2}} \times 0,75 = 171, \text{ Н};$$

$$N_{рез} = \frac{P_z \times V}{102 \times 60}, \text{ кВт};$$

$$N_{рез} = \frac{171 \times 141}{102 \times 60} = 3,93, \text{ кВт}.$$

Максимальная мощность фрезерной бабки составляет 11 кВт. При учете КПД = 0,81, она будет составлять 8,91 кВт, что в полной мере покрывает силу резания ( $N_{рез} = 3,93 \text{ кВт} < N_{см} = 8,91 \text{ кВт}$ ). Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

4) Расчет основного времени производится по формуле:

$$T_0 = \frac{l_0 + l_{BP} + l_n}{S_z \cdot n \cdot z} \cdot i \text{ мин}$$

где  $S_z$  – подача на зуб фрезы;

$z$  – число зубьев фрезы;

$n$  – число оборотов фрезы в минуту;

$i$  – число проходов фрезы;

$$T_o = \frac{2 + 35 + 2}{0,09 \cdot 450 \cdot 10} = 0,1, \text{ мин.}$$

Расчет режимов резания при сверлении:

5) Определяем длину рабочего хода сверла:

$$L_{p.x} = l + l_1,$$

где  $l_1 = 4$  мм, величина врезания и перебега [9];

$l = 7$  мм, длина отверстия;

$$L_{p.x} = 12,5 + 4 = 16,5$$

6) Назначаем подачу. При обработке заготовки из стали 45 сверлом с диаметром 5 мм рекомендуется  $S = 0,18 - 0,22$  мм/об [9]. Принимаем  $S = 0,2$  мм/об.

7) Определяем период стойкости инструмента:

$$T = T_m \lambda$$

где  $T_m$  – стойкость инструментов наладки в минутах машинной работы станка.  $T_m = 80$  мин;

$\lambda$  – коэффициент времени резания, определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l}{L_{p.x}} = \frac{7}{11} = 0,63;$$

$$T = 80 \cdot 0,63 = 50,9 \approx 51, \text{ мин.}$$

8) назначаем скорость главного движения резания. Расчет скорости резания производится с учетом поправочного коэффициента  $K = 0,85$ , гарантирующего получение расчетных значений стойкости режущих инструментов. Подаче  $S = 0,2$  об/мм соответствует скорость  $V_{табл.} = 20$  м/мин, так как поправочные коэффициенты равны единице то  $V = V_{табл.} \times 0,85 = 17$  м/мин.

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 17}{3,14 \cdot 5} = 1082 \text{ об/мин.}$$

9) Станок фрезерно-центровальный модели 2Г942 ( $n_{max} = 1588$  об/мин;  $n_{min} = 159$  об/мин). Следовательно, ближайшее число оборотов к 1604 об/мин будет являться 1120.

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2018.017 ПЗ				

Пересчитаем скорость:

$$v_{np} = \frac{\pi D n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1120}{1000} = 17,6, \text{ м/мин}$$

10) Определяем силу резания. Осевая сила резания для одного сверла  $P = 350$  кг [9]. Значение осевой силы при четырех работающих одновременно сверлах равно 1400 кг. Это меньше силы резания, допустимой по паспорту станка (1600 кг). Мощность резания для одного сверла  $N = 0,8$  кВт [9], для 4-х  $N = 3,2$  кВт.

Мощность электродвигателя  $N_d = 4$  кВт

Мощность на шпинделе по приводу (для  $n = 750$  об/мин)  $N_{cm} = 3,24$  кВт, так как ориентировочно принимаем  $\eta_{cm} = 0,81$  [9].

$$N_{рез} = 3,2 \text{ кВт} < N_{cm} = 3,24 \text{ кВт}.$$

Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

11) Расчет основного времени производится по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_{np} \cdot S_{np}},$$

где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода сверла, мм;

$n_{np}$  – принятое число оборотов сверлильного шпинделя, об/мин;

$S_{np}$  – принятая подача;

$$T_0 = \frac{16,5}{1120 \cdot 0,2} = 0,074, \text{ мин};$$

Расчет штучного времени

$$T_{шт} = t_0 + t_в + t_{тех} + t_{орг} + t_{отл}$$

где  $t_0$  – основное (технологическое) время, мин;

$t_в$  – вспомогательное время, мин;

$t_{тех}$  – время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

$$t_{тех} = \frac{t_0 \times t_{cm}(t_n)}{T}$$

где  $t_{cm}$  – время на смену инструмента [9]

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$t_n$  – время на одну правку [9]

$t_{орз}$  – время на организационное обслуживание рабочего места, мин;

$$t_{орз} = \frac{(t_o + t_e) \times a_{орз}}{100}$$

где  $a_{орз}$  – время на организационное обслуживание в процентах от оперативного времени [9]

$t_{омл}$  – время на отдых и личные надобности, мин;

$$t_{омл} = \frac{(t_o + t_e) \times a_{омл}}{100}$$

где  $a_{омл}$  – время перерывов на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени.

Рабочей позе «стоя» соответствует индекс – 4, значения физической нагрузки, монотонности, темпа работы принимаются как благоприятные и индексы по ним не назначаются, следовательно  $a_{омл} = 4\%$  [9].

Расчет штучного времени при обработке на фрезерно-центровальном станке

По таблицам нормативов вспомогательное время, связанное с переходом 0,36 мин.

$$T_e = 0,36 \text{ мин.}$$

$$T_{он} = 0,36 + 0,45 + 0,08 = 0,89 \text{ мин.}$$

Величина времени обслуживания рабочего мест, отдыха и личных надобностей составляет 3% и 4% от оперативного времени соответственно и равно  $0,0346 + 0,07 = 0,1046$  мин

$$T_{умт} = 0,36 + 0,89 + 0,174 = 1,424 \text{ мин.}$$

II Расчет режимов резания на токарные операции

1) Определяем длину рабочего хода суппорта:  $L_{р.х(прод)} = l + l_1 + l_2$  мм

где  $l_1$  – величина врезания;

$l_2$  – величина перебега,

$l = 28,5$  мм:  $l_1 = 0$  мм,  $l_2 = 3$  мм, так как осуществляем резание на проход.

$$L_{р.х} = 28,5 + 3 = 31,5 \text{ мм;}$$

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Так как размеры припуска ( $t$ ) при черновом точении  $t = 3,5$  мм, на диаметр. Следовательно, глубина резанья будет составлять 1,75 мм, на сторону.

2) Назначаем подачу [9]. Для обработки заготовки диаметром до 100 мм из конструкционной стали, при глубине резания до 3 мм при черновой обработки рекомендуется подача  $s = 0,6 \dots 0,9$  мм/об. Принимаем среднее значение  $s = 0,75$  мм/об;

3) Скорость резания при наружном продольном точении определяется по следующей формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} s^{y_v}} K_v \text{ м/мин}$$

где  $T = 60$  мин – стойкость при обработке резцом;  $C_v = 350$ ;  $x_v = 0,15$ ;  $y_v = 0,35$ ;  $m = 0,2$ ; [9]

$$K_v = K_{m.v} K_{n.v} K_{u.v} K_{\phi.v} K_{o.v}$$

где  $K_{m.v} = 75/\sigma_B = 75/61 = 1,23$  – коэффициент, учитывающий качества обрабатываемого материала [9];

$K_{n.v} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий состояния поверхности заготовки;

$K_{u.v} = 1$  – коэффициент, учитывающий материал режущей части;

$K_{\phi.v} = 0,7$  – коэффициент, учитывающий главный угол в плане;

$K_{o.v} = 1$  – коэффициент, учитывающий вид обработки.

$$K_v = 1,23 \times 0,8 \times 1 \times 0,7 \times 1 = 0,69$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \times 1,75^{0,15} \times 0,75^{0,35}} \times 0,69 = 110 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi D_{\max}}, \text{ об/мин};$$

где  $D_{\max} = 39$  мм – максимальный диаметр обработки.

$$n = \frac{1000 \times 110}{3,14 \times 39} = 899 \text{ ,об/мин};$$

4) Проверку режима целесообразнее производить по мощности, как более удобную и достаточно точную:  $N_{рез} = 3,8$  кВт, так как  $t = 2$  мм,  $s = 0,75$  и  $V = 78$  м/мин [9]. Мощность электродвигателя  $N_{дв} = 12$  кВт.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Принимаем  $\eta_{cm} = 0,7 - 0,85$ , следовательно,  $N_{об} = 12 \times 0,85 = 10,2$  кВт.

$$N_{рез} = 3,8 \text{ кВт} < N_{cm} = 10,2 \text{ кВт.}$$

Следовательно, установленный режим резания по мощности осуществим.

Расчет основного времени осуществляется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n_{np} \times s_{0np}}, \text{ мин,}$$

$$L_{p.x} = 31,5 \text{ мм; } n = 899 \text{ об/мин; } s = 0,75 \text{ мм/об:}$$

$$T_o = \frac{31,5}{899 \times 0,75} = 0,05, \text{ мин;}$$

### III Расчет режимов резания на шлифовальную обработку

Данная операция выполняется на кругло-шлифовальном станке GU3250CNC.

#### I. Расчет режимов резания на переход:

- 1) шлифовать поверхность диаметром 35, выдерживая размер 42;
- 2) шлифовать поверхность диаметром 35, выдерживая размер 28,5;

Инструмент: круг шлифовальный 600x25x305 25AF446K6V ГОСТ P52781-2007; Принимаем скорость круга равной 35 м/с;

Определяем скорость движения окружной подачи:  $v_{Sокp} = 20 \dots 40$  м/мин [9], принимаем среднее значение  $v_{Sокp} = 30$  м/мин.

Определяем частоту вращения заготовки, соответствующую принятой скорости движения окружной подачи:

$$n_3 = \frac{1000 v_{Sокp}}{\pi d_3}$$

$d_3$  – диаметр заготовки, мм;

$n_3$  – число оборотов заготовки, об/мин;

$$n_3 = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 35} = 478, \text{ об/мин}$$

Определяем радиальную подачу, для окончательной обработки рекомендуется  $s_p = 0,001 - 0,005$  мм/об [9], принимаем среднее значение  $s_p = 0,003$  мм/об.

Определяем мощность затрачиваемую на резание:

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

$$N = C_N v_o^r s_p^y d_3^q b^z$$

где  $d_3$  – диаметр заготовки,  $d_3 = 20$  мм;

$b$  – ширина шлифования,  $b = 29$  мм;

$C_N = 0,14$ ;  $r = 0,8$ ;  $y = —$ ;  $q = 0,2$ ;  $z = 1$ ; [9].

$$N = 0,14 \times 30^{0,8} \times 0,003 \times 20^{0,2} \times 29^1 = 0,32 \text{ кВт}$$

У станка мощность на шпинделе равна:  $N_{ун} = N_o \eta_{см}$

где  $N_o = 3,7$  кВт – мощность электродвигателя;

$\eta_{см}$  КПД станка, ориентировочно принимаем  $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$  для станков с вращательным главным движением.

$$N_{ун} = 3,145 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна так как  $N \leq N_{ун}$ .

Расчет основного времени:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_3 s_p} \times K,$$

где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода инструмента,  $L_{p.x} = 42$ , мм;

$K$  – коэффициент точности, учитывающий время на выхаживание, т.е. шлифование без поперечной подачи, при окончательном шлифовании  $K \approx 0,005$ ;

$$T_0 = \frac{42}{478 \times 0,003} \times 0,05 = 1,46, \text{ мин};$$

$$T_0 = \frac{28,5}{478 \times 0,003} \times 0,05 = 0,9999$$

Расчет режимов резания на переход: шлифовать поверхность кулачков;

Инструмент: круг шлифовальный 1 150 × 15 × 75 25AF446K6V ГОСТ Р52781-2007. Скорость круга равна 39 м/с (смотри выше расчеты);

Определяем скорость движения окружной подачи:  $v_{Сокр} = 20...40$  м/мин [13], принимаем среднее значение  $v_{Сокр} = 30$  м/мин.

Определяем частоту вращения заготовки, соответствующую принятой скорости движения окружной подачи:

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$n_3 = \frac{1000v_{S_{окр}}}{\pi d_3}$$

$d_3$  – диаметр заготовки, мм;

$n_3$  – число оборотов заготовки, об/мин;

$$n_3 = \frac{1000 \times 30}{3,14 \times 20} = 478, \text{ об/мин}$$

Определяем радиальную подачу, для окончательной обработки рекомендуется  $s_p = 0,001 - 0,005$  мм/об [9], принимаем среднее значение  $s_p = 0,005$  мм/об.

Определяем мощность затрачиваемую на резание:

$$N = C_N v_\delta^r s_p^y d_3^q b^z$$

где  $d_3$  – диаметр заготовки,  $d_3 = 40$  мм;

$b$  – ширина шлифования,  $b = 12$  мм;

$C_N = 0,14$ ;  $r = 0,8$ ;  $y = \text{—}$ ;  $q = 0,2$ ;  $z = 1$  [9].

$$N = 0,14 \times 30^{0,8} \times 0,005 \times 40^{0,2} \times 12^1 = 0,34 \text{ кВт}$$

У станка мощность на шпинделе равна:

$$N_{ун} = N_\delta \eta_{см}$$

где  $N_\delta = 3,7$  кВт – мощность электродвигателя;

$\eta_{см}$  КПД станка, ориентировочно принимаем  $\eta_{см} = 0,7 - 0,85$  для станков с вращательным главным движением.

$$N_{ун} = 3,145 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна так как  $N \leq N_{ун}$ .

Расчет основного времени:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{n_3 s_p} \times K,$$

где  $L_{p.x}$  – длина рабочего хода инструмента,  $L_{p.x} = 18$ , мм;  $K$  – коэффициент точности, учитывающий время на выхаживание, т.е шлифование без поперечной подачи, при окончательном шлифовании  $K \approx 0,005$ ;

$$T_0 = \frac{18}{478 \times 0,005} \times 0,05 = 1,6, \text{ мин};$$

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63



Таблица 2.18 – Сводная таблица значений режимов резания [9, 10, 11, 12, 15]

Обрабатываемая поверхность	Число проходов	$D$ или $B$ , мм	$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/о б	$n$ , об/ мин	$V$ , м/м ин	$T_o$ , мин	$T_{ме}$ , мин
005 Фрезерно-центровальная									
1) Одновременно фрезеровать поверхности, выдерживая размер 244,5 и 59,5 0,5 ;	1	39	39	2,25	0,09 мм/зу б	142	465	0,1	$T_g =$ 0,36 мин. $T_{on}$ =0,89 мин
2) Одновременно сверлить 2 отверстия 5 выдерживая размеры;	1	5	12,5	2,5	0,2	1120	17,6	0,074	
Итого								0,174	1,25
010 «Комплексная с ЧПУ», установ 1									
3) подрезать торец поверхности, выдерживая размер 28,5 (1) и R1 (2)	1	28	2,5	1,5	0,7	1160	102	0,01	0,08
4) проточить поверхность диаметром 28 (3), выдерживая размер R1 (2), 58 (4) и 15 (5)	2	28	14,5	2	0,75	1160	102	0,036	0,08
5) проточить поверхность диаметром 28 (3), выдерживая размер R1 (2), 100,4(6) и 15(5)	2	28	42,4	2	0,75	1160	102	0,03	0,08

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

64

Продолжение таблицы 2.18

Обрабатываемая поверхность	Число проходов	$D$ или $B$ , мм	$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$n$ , об/ мин	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_{me}$ , мин
б) проточить поверхность диаметром 28 (3), выдерживая размер R1 (2), 142,8 (7) и 15 (5)	2	28	42,4	2	0,75	1160	102	0,03	0,08
7) снять фаску 1x45 градусов (8);	1	35	1	1	1	1092	120	0,01	0,12
8) точить поверхность диаметром 35,	2	35, 5	28,5	1,75	0,75	899	110	0,05	0,08
9) снять фаску 1x45градусов (8);	1	35	1	1	1	1092	120	0,01	0,12
10) точить диаметр 28 (3), выдерживая размер 15 (5) и R1 (2);	2	28	16,8	2,5	0,75	1200	98	0,019	0,08
11) фрезеровать профиль кулачка I, выдерживая все необходимые размеры	–	–	15	2	$S_m =$ 52 мм/м и;	302	38	0,23	0,16
12) фрезеровать профиль кулачка II, выдерживая все необходимые размеры	–	–	15	2	$S_m =$ 52 мм/м и;	302	38	0,23	0,16
13) фрезеровать профиль кулачка III, выдерживая все необходимые размеры	–	–	15	2	$S_m =$ 52 мм/м и;	302	38	0,23	0,16

Продолжение таблицы 2.18

Обрабатываемая поверхность	Число проходов	$D$ или $B$ , мм	$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$n$ , об/ мин	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_{ме}$ , мин
14) фрезеровать профиль кулачка IV, выдерживая все необходимые размеры	–	–	15	2	$S_m = 52$ мм/мин;	302	38	0,23	0,16
15) прорезать винтовую канавку, выдерживая размер 1,5, 1, 14 и 15. Направление выхода канавки – правое	1	35	1,5	1	1	928	102	0,18	0,08
16) сверлить два отверстия под резьбу М6-7Н со снятием фаски, выдерживая размеры: диаметр 20, 14 и 24 мм;	1	5	24	2,5	0,2	1148	18	0,11	0,08
17) нарезать резьбу М6-7Н в двух отверстиях.	1	5	12	1	0,3	438	80	0,28	0,08
Итого по 005 операции 1 установу								1,68 5	1,6

Продолжение таблицы 2.18

010 «Комплексная с ЧПУ», установ 2									
18) подрезать торец поверхности диаметром 26 (19), выдерживая размер 42 (20) мм;	1	28	2,5	1,5	0,7	116 0	102	0,01	0,08
19) снять фаску 1x45 градусов (9);	2	28	14, 5	2	0,75	116 0	102	0,03 6	0,08
20) точить поверхность диаметром 35,5 (9);	2	35, 5	28, 5	1,7 5	0,75	899	110	0,05	0,08
21) снять фаску 1x45 градусов (9);	1	35	1	1	1	109 2	120	0,01	0,12
22) точить поверхность 26 (19), выдерживая размер R1 (2), 58 (21).	2	26	16, 8	2,5	0,75	120 0	98	0,01 9	0,08
23) прорезать винтовую канавку, выдерживая размер 1,5 , 1, 14 и 15 . Направление выхода канавки – левое	1	35	1,5	1	1	928	102	0,18	0,08
24) фрезеровать паз, выдерживая размеры R1,5, 13, диаметр 12, 9.5 и 5.5	–	35	13	4,7 5	$S_m =$ 112 мм/м и	509	56	1,28	0,08

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

67

Продолжение таблицы 2.18

Обрабатываемая поверхность	Число проходов	$D$ или $B$ , мм	$L$ , мм	$t$ , мм	$S$ , мм/об	$n$ , об/мин	$V$ , м/мин	$T_o$ , мин	$T_{me}$ , мин
25) сверлить центровочное отверстие 5 (26) выдерживая размеры (27;28;29)	1	5	12,5	2,5	0,2	1120	17,6	0,074	0,08
Итого по 005 операции								3,27	2,2
020 «Шлифовальная с ЧПУ»									
26) шлифовать поверхность 35	1	35	42	0,25	0,003	478	30	1,46	0,06
27) шлифовать поверхность диаметром 35	1	35	28,5	0,25	0,003	478	30	0,99	0,06
28) шлифовать профиль кулачка I	1	–	15	0,25	0,003	478	30	1,6	0,06
29) шлифовать профиль кулачка II	1	–	15	0,25	0,003	478	30	1,6	0,06
30) шлифовать профиль кулачка III	1	–	15	0,25	0,003	478	30	1,6	0,06
31) шлифовать профиль кулачка IV	1	–	15	0,25	0,003	478	30	1,6	0,06
32) шлифовать торец заготовка, выдерживая размер 244	1	35	–	0,25	0,003	478	30	0,3	0,06

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

68

Окончание таблицы 2.18

33) Шлифовать торец заготовка	1	35	–	0,2 5	0,003	478	30	0,3	0,06
Итого 020 операции								9,4	0,48
025 «Шлифовальная с ЧПУ»									
34) Шлифовать паз, выдерживая размеры R1,5, 13, 10d9 и 6H10 ;	1	35	13	5	0,25	318	35	2,0	$T_{\sigma} =$ 0,42 мин. $T_{on}$ =1,1 3 мин
ИТОГО								2,0	1,55

010 «Комплексная с ЧПУ», установ 1, 2 и 3

Для токарно-фрезерного обрабатывающего центра NT-2000Y время смены инструмента  $T = 6$  с. (берем из технических характеристик станка).

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:  $T_{ЦА} = T_O + T_{MB}$ , мин.

где  $T_O$  – основное время, мин;  $T_{MB}$  – вспомогательное время, мин;

$$T_{ЦА} = 3,27 + 2,2 = 5,47, \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{шт} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left( 1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}}{100} \right), \text{ мин,}$$

где  $T_B$  – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B_{уст}} + T_{B_{он}} + T_{B_{изм}}, \text{ мин,}$$

где  $T_{B_{уст}}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали,  $T_{B_{уст}} = 0,32$

мин (паспорт станка).

$T_{B\ on}$  – вспомогательное время, связанное с операцией, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от разбрызгивания эмульсии:  $T_{B\ on} = 0,16$  мин (6, карта )

$T_{B\ изм}$  – вспомогательное время на контрольные измерения,  $T_{B\ изм} = 0$  мин;

$$T_B = 0,32 + 0,16 + 0 = 0,52 \text{ мин;}$$

$\left(\frac{a_{mex} + a_{орг} + a_{отл}}{100}\right)$  – коэффициент, учитывающий расход времени на

личные надобности, он равен 0,08;

$$T_{ум} = (5,47 + 0,52) \cdot (1 + 0,08) \approx 6,52, \text{ мин.}$$

020 «Шлифовальная с ЧПУ»

Окончательно время цикла автоматической работы станка по программе вычисляем по формуле:  $T_{ЦА} = T_O + T_{MB}$ , мин.

где  $T_O$  – основное время, мин;

$T_{MB}$  – вспомогательное время, мин;

$$T_{ЦА} = 9,4 + 0,48 = 9,88, \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени

Норму штучного времени определяем по формуле:

$$T_{ум} = (T_{ЦА} + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a_{mex} + a_{орг} + a_{отл}}{100}\right), \text{ мин,}$$

где  $T_B$  – вспомогательное время, рассчитываемое по формуле:

$$T_B = T_{B\ уст} + T_{B\ on} + T_{B\ изм}, \text{ мин,}$$

где  $T_{B\ уст}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали,  $T_{B\ уст} = 0,25$  мин (паспорт станка).

$T_{B\ on}$  – вспомогательное время, связанное с операцией, включает в себя время на включение и выключение станка, проверку возврата инструмента в заданную точку после обработки, установку и снятие щитка, предохраняющего от разбрызгивания эмульсии:  $T_{B\ on} = 0,16$  мин (6, карта )

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$T_{B\text{изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения,  $T_{B\text{изм}} = 0$  мин;

$$T_B = 0,25 + 0,16 + 0 = 0,41 \text{ мин};$$

$\left(\frac{a_{\text{мех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100}\right)$  – коэффициент, учитывающий расход времени на

личные надобности, он равен 0,08;

$$T_{\text{шт}} = (9,88 + 0,41) \cdot (1 + 0,08) \approx 11,12, \text{ мин.}$$

### 2.3.7 Расчет потребного количества оборудования

Расчет потребного количества оборудования производится по каждому типу оборудования по формуле:

$$K_{\text{ст.р}} = \frac{t_{\text{шт}} \cdot N}{K_B \cdot \Phi_{\text{эф}}},$$

где  $K_{\text{ст.р}}$  – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого;

$N = 1000$  – программа выпуска изделий

$t_{\text{шт}}$  – штучное время в часах

$\Phi_{\text{эф}}$  – эффективный фонд времени в часах

$K_B$  – коэффициент выполнения норм, принимается в пределах 1,05-1,25.

$$K_{\text{ст.р}1} = \frac{0,057 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1800} = 0,264, \text{ принимаем 1 станок};$$

$$K_{\text{ст.р}2} = \frac{0,11 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1800} = 0,51, \text{ принимаем 1 станок};$$

$$K_{\text{ст.р}3} = \frac{0,185 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1800} = 0,85, \text{ принимаем 1 станок};$$

$$K_{\text{ст.р}4} = \frac{0,088 \cdot 10000}{1,2 \cdot 1800} = 0,407, \text{ принимаем 1 станок};$$

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71



$$K_{\text{загрузки}} = \frac{K_{\text{ст.р.}}}{K_{\text{ст.р.}}} 100\% ;$$

где  $K_{\text{ст.р.}}$  – расчетное количество станков, которое округляется до ближайшего целого;

$$K_{\text{загрузки1}} = \frac{0,264}{1} 100\% = 26,1\% ;$$

$$K_{\text{загрузки2}} = \frac{0,51}{2} 100\% = 51\% ;$$

$$K_{\text{загрузки3}} = \frac{0,85}{1} 100\% = 85\% ;$$

$$K_{\text{загрузки3}} = \frac{0,407}{1} 100\% = 40,7\% ;$$

Таблица 2.19 – Коэффициент использования станков по мощности

Операция	Коэффициент загрузки %
005 Фрезерно-центровальная Фрезерно-центровальный станок 2Г942	$\eta_3 = (0,51 / 1) \times 100 = 51\%$
010 Токарная с ЧПУ Токарно-фрезерный обрабатывающий центр NT-2000Y	$\eta_3 = (0,98 / 1) \times 100 = 98\%$
020 Шлифовальная с ЧПУ Круглошлифовальный станок с ЧПУ GU3250CNC	$\eta_3 = (1,53 / 2) \times 100 = 77\%$
025 Шлифовальная Плоскошлифовальный станок 3К722В	$\eta_3 = (0,85 / 1) \times 100 = 85\%$

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Описание принципа работы: деталь устанавливается в цент позицию 2, закрепленного в корпус приспособления позиция 1. Базирование заготовки осуществляется по средствам призмы позиция 2. Зажим заготовки осуществляется винтами – 9. Для расчета максимальной силы резанья, выберем наиболее нагруженный режим работ шлифовального круга. Поверхность диаметром 20 и длиной 29 мм, величина припуска 0,35 мм на сторону.

Произведем расчет приспособления [2, 3, 4, 7]

Определим силы резанья, возникающие в результате точения заготовки.

Тангенциальная (вертикальная) сила резанья  $P_Z$  определяется по формуле:

$$P_Z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot V^{n_{pz}}, \text{ Н}$$

$t = 0,35$  мм – глубина резанья;

$$C_{pz} = 2,2; x_{pz} = 0,6; y_{pz} = 0,7; n_{pz} = 0,7;$$

$S = 0,003$  мм/об,  $V = 39$  м/мин;

$k_{Mpz}$  – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемой материала.

В результате  $P_Z$  будет равна:

$$P_Z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot V^{n_{pz}} \cdot k_{Mpz} = 2,2 \cdot 0,35^{0,6} \cdot 0,003^{0,7} \cdot 39^{0,7} = 25,86 \text{ Н;}$$

Радиальная сила резанья  $P_Y$  определяется по формуле:

$$P_Y = 0,3 \cdot P_Z = 0,3 \cdot 25,86 = 7,758, \text{ Н}$$

$t = 0,35$  мм – глубина резанья;

Сила подачи (осевая сила)  $P_X$  определяется по формуле:

$$P_X = (0,1 \div 0,2)P_Z = 0,2 \cdot 25,86 = 5,172, \text{ Н}$$

Выбираем наибольшую силу резания:  $P_z = 25,86$  Н;

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Момент закрепления, определяется по формуле:

$$M_{np} = \frac{P_z d_0}{2},$$

где  $d_0$  – диаметр до обработки,  $d_0 = 20,7$  мм;

$d$  – диаметр после обработки,  $d = 20$  мм;

$P_z$  – тангенциальная (вертикальная) сила резанья (смотри выше);

$$M_{np} = \frac{P_z d_0}{2} = \frac{25,86 \cdot 20,7}{2} = 267,65, \text{ Нм};$$

Определим силу зажима:

$$P = \gamma \cdot M_{np},$$

где  $M_{np}$  – момент закрепления, Нм;

$\gamma$  – коэффициент трения, для стали по стали  $\gamma = 0,8$ ;

$$P = \gamma \cdot M_{np} = 267,65 \cdot 0,8 = 214,12, \text{ Н};$$

Определим силу зажима для одного кулачка

$$P_1 = \frac{P}{3} = \frac{214,12}{3} = 71,37, \text{ Н};$$

Конструктивно назначим основные параметры пружины:

$d = 1,1$ , мм – диаметр сечения проволоки пружины;

$D_{cp} = 8$ , мм – средний диаметр пружины, мм;

$$c = \frac{D}{d} = \frac{8}{1,1} = 23,79 \text{ – индекс пружины};$$

$$k = \frac{4c + 2}{4c - 3} = \frac{4 \cdot 23,79 + 2}{4 \cdot 23,79 - 3} = \frac{97,16}{92,16} = 1,054 \text{ – коэффициент, учитывающий кон-}$$

центрацию напряжений на поверхности витка и зависящий от величины индекса пружины.

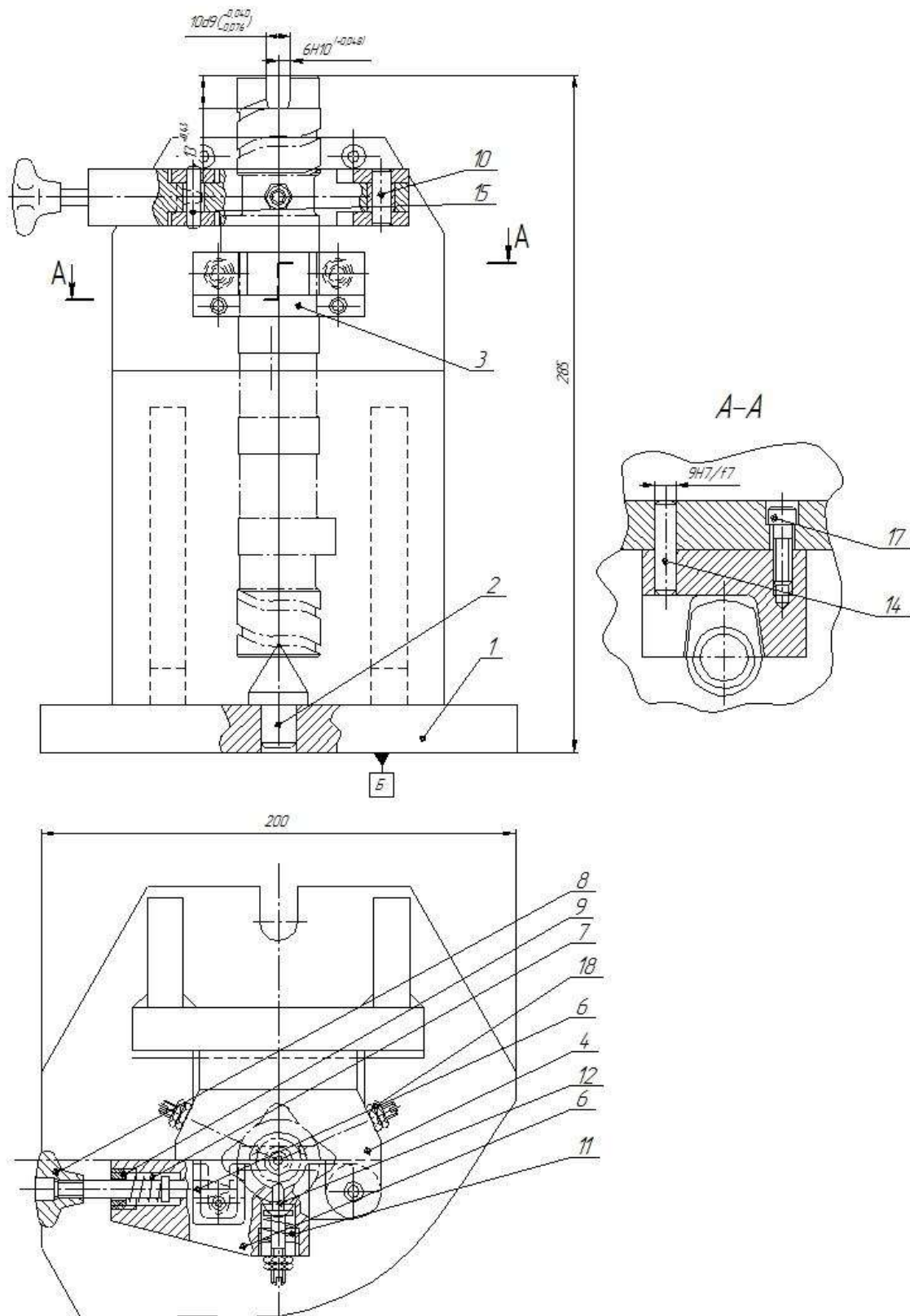


Рисунок 3.1 – Эскиз зажимного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

75

## Условие прочности в поперечных сечениях витков пружины

$$\tau \leq \tau_{adm}$$
$$\tau = \frac{8 \cdot P_1 \cdot D_{cp} \cdot k}{\pi d^3},$$

где  $P_1$  – силу зажима для одного кулачка,  $P_1 = 71,37$ , Н;

$D_{cp}$  – средний диаметр пружины,  $D_{cp} = 8$ , мм;

$d$  – диаметр сечения проволоки пружины,  $d = 1,1$ , мм;

$k$  – коэффициент, учитывающий концентрацию напряжений на поверхности витка,  $k = 1,054$ ;

$$\tau = \frac{8 \cdot P_1 \cdot D_{cp} \cdot k}{\pi d^3} = \frac{8 \cdot 71,37 \cdot 8 \cdot 1,054}{3,14 \cdot 1,1^3} = 954, \text{ Па};$$

$$\tau_{adm} = 0,2 \sigma_{ut},$$

где  $\sigma_{ut}$  – предел прочности проволоки,  $\sigma_{ut} = 6000$  Па;

$$\tau_{adm} = 0,2 \sigma_{ut} = 0,2 \times 6000 = 1200$$

$$\tau \leq \tau_{adm}$$

$$954 \leq 1200$$

Следовательно, условие прочности выполняется.

## 3.2 Проектирование режущего инструмента

### 3.2.1 Проектирование сверла-зенкера

Сверло-зенкер, состоит из рабочей части 1 и хвостовика 2, который может быть цилиндрическим (с поводком или без поводка) или коническим. На хвостовике вблизи рабочей части имеется шейка 3. Режущая часть 4 сверла имеет две главные 5, две вспомогательные 6 и одну поперечную 7 режущие кромки.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Главные режущие кромки наклонены к оси сверла и образуют между собой угол в плане  $2\varphi$ . Отвод стружки осуществляется по винтовым (спиральным) стружечным канавкам 8, разделенным сердцевинной 9. На каждом пере 10 сверла имеется ленточка 11, участок которой длиной  $S_0/z$  выполняет функции вспомогательных режущих кромок. Ленточка служит также для направления сверла во время работы. Передние поверхности сверла 12 – участки канавок, прилегающие к режущим кромкам, а осевые передние углы равны углам наклона канавок в данной точке. Задние поверхности 13 образуются заточкой, обеспечивают требуемые значения задних углов  $\alpha$  и спад затылка и могут быть плоскими, коническими, цилиндрическими, винтовыми. Задние поверхности перьев, пересекаясь между собой, определяют форму и размеры поперечной режущей кромки и угол  $\varphi$  ее наклона к режущим кромкам.

Главные режущие кромки сверла должны быть прямолинейными. Это условие обеспечивается за счет придания канавкам на участке, являющемся передней гранью, определенного профиля (этот способ используют на большинстве стандартных быстрорежущих и цельнотвердосплавных сверл) либо за счет заточки сверла по передней и задней поверхностям. Профиль поперечного сечения спирального сверла стандартного типа приведен на рисунок 3.2. С целью снижения трения сверла о поверхность обрабатываемого отверстия диаметр рабочей части выполняют с обратной конусностью (уменьшением диаметра в направлении к хвостовику), равной 0,1 – 0,04 мм на всей длине рабочей части для сверл с  $d > 18$  мм [12].

Выбор геометрических параметров профиля сверла, применяемого для обработки глубоких отверстий

Выбранный профиль сверла предназначен для обработки материалов повышенной прочности ( $\sigma_T = 800...1200$  МПа – легированные, углеродистые стали, улучшенные стали, материалы повышенной физико-механическим свойствами).

						15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			77

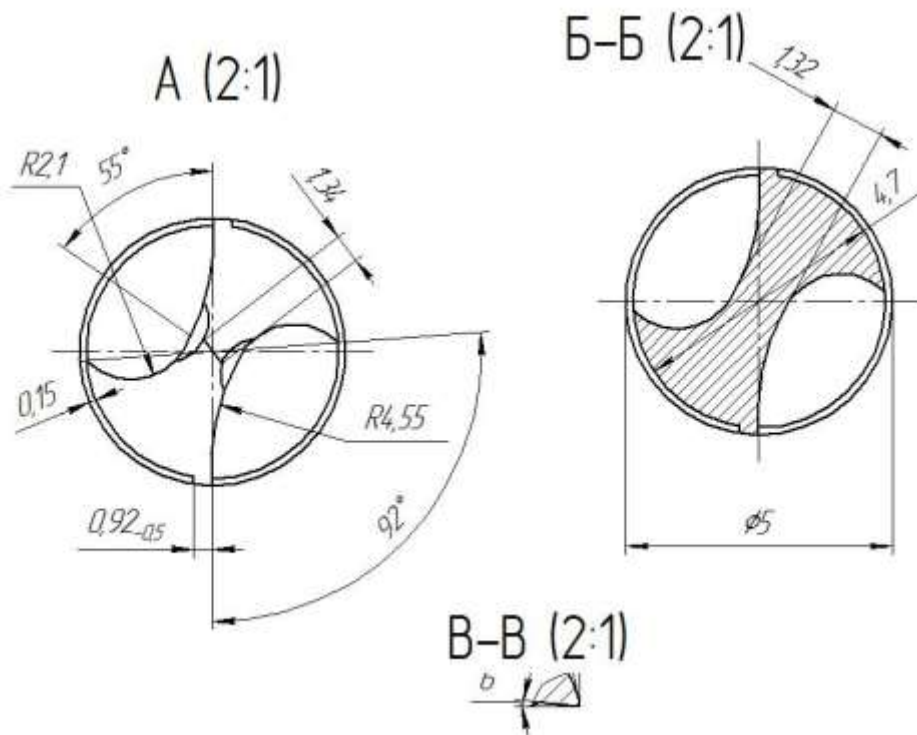
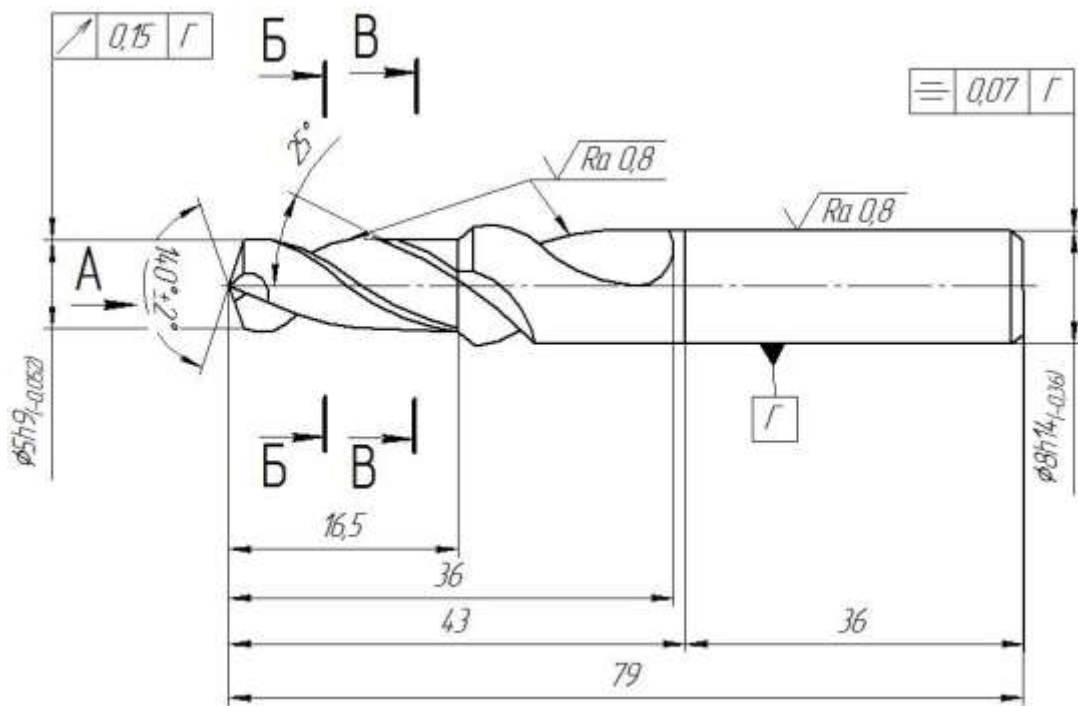


Рисунок 3.2 – Эскиз сверла-зенкера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2018.017 ПЗ

Лист

78

Диаметр рабочей части (в сечении А-А) принимаем равный  $d = 5,00$  мм на основании градации диаметров сверла ГОСТ 885-77 [7, таблица 10.2]. Значение  $k = (0,125...0,2) d = 1,32$ . Диаметр спинки определяется по формуле:

$$q = d - 2\Delta = 5 - 0,3 = 4,7$$

где  $\Delta = 0,1 - 0,15$  – высота ленточки для сверл с вышлифованным профилем.

Размеры радиусов:

$$R_k = (0,75...0,95)d = 2,1, \text{ мм};$$

$$r_k = (0,22...0,28)d = 4,55, \text{ мм};$$

Ширина пера изменяется по нормали к перу, мм:

$$B = B_0 / \cos \omega = 19,3 / \cos 25^\circ = 21,21,$$

где  $B_0 = 19,3$ , мм – ширина паза в нормальном к оси сверла сечении;

$\omega = 25^\circ$  – угол наклона винтовой канавки;

Ширина ленточки определяется по формуле:

$$f_{0\max} = (0,32...0,45)\sqrt{d} = 0,45 \cdot \sqrt{5} = 0,64, \text{ мм}.$$

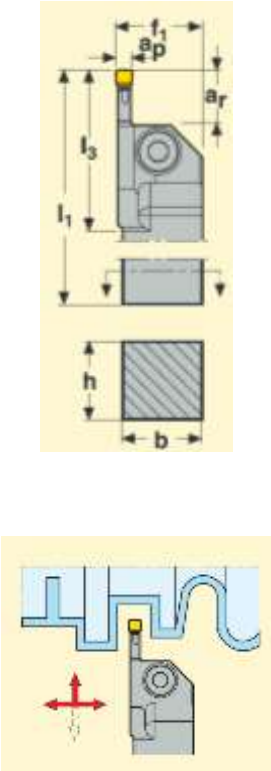
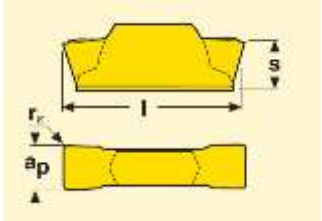
### 3.2.2 Обоснование выбора остального режущего инструмента

Применение сборного инструмента со сменными многогранными пластинами (СМП) позволяет повысить эксплуатационные качества инструмента, обеспечивает значительную экономию дефицитных режущих материалов. Вместе с тем создаются благоприятные условия для широкого применения более износо- и теплостойких режущих материалов.

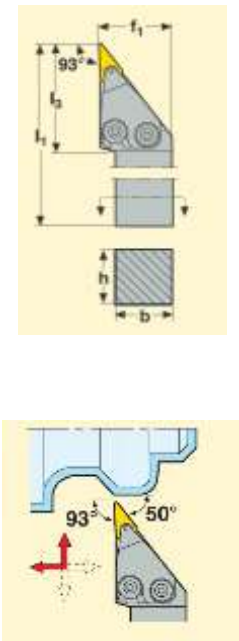
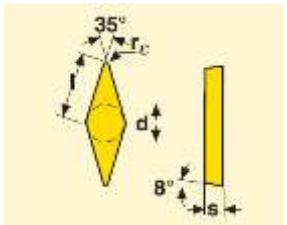
Сборный инструмент с СМП нашел широкое применение, выпуск его постоянно увеличивается, как по объему, так по номенклатуре. Удельный вес такого инструмента сегодня составляет 35-40 % общего объема выпуска режущего инструмента.



Таблица 3.1 – Обоснование выбора режущего инструмента, применяемого в проектном технологическом процессе

Вид обр. пов.	Маркировка державки	Эскиз РИ, применение резца	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Подрезка торца, обработка радиусных поверхностей R2, точение поверхности на проход	CFIR 2525M08JET		LCMF 300808- 0800-FT	

Окончание таблицы 3.1

Вид обр. пов.	Маркировка державки	Эскиз РИ, примене- ние резца	Маркировка пластины	Эскиз пластины
Снятие фаски, точение на проход, подрезка торца, обработка радиусных поверхностей	SVJBR 2020K16JET		VCGR 160404	

### 3.3 Проектирование контрольного приспособления

Описание принципа работы контрольного приспособления: деталь позиция 1 устанавливается на контрольное приспособление на призмы позиция 2, закрепленных в корпусе приспособления 3. Зажим заготовки осуществляется по средствам зажима позиция 4. Измерения не параллельности паза осуществляется по средствам индикатора позиция 5, приводящего в движения в ручную по направляющей 6. Установка заготовки на контрольный осуществляется по средствам осей позиция 7.

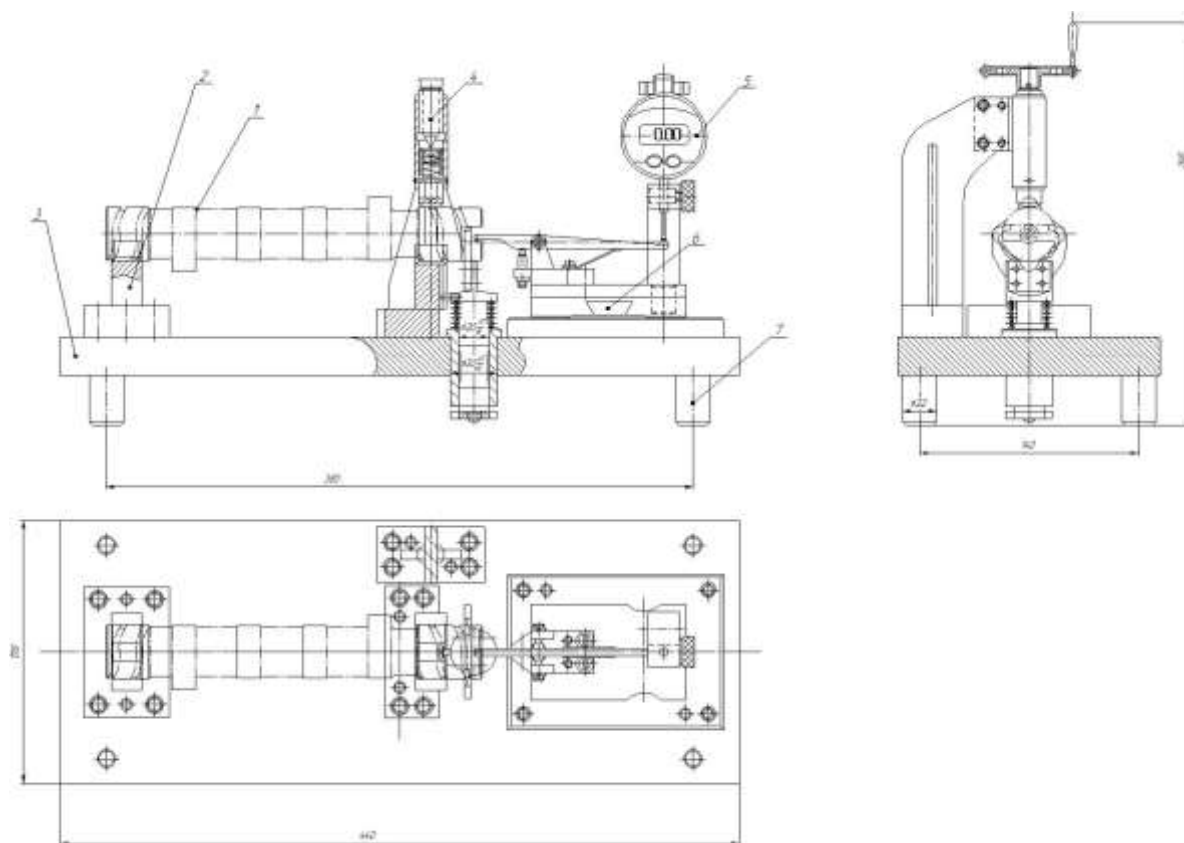


Рисунок 3.3 – Эскиз контрольного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе выполнен анализ базового технологического процесса детали вал. В процессе анализа были выявлены недостатки: на чертеже детали, в некоторых технологических картах. По результатам экономических расчетов производство является незагруженным. Во второй главе сделаны предложения по проектированию нового технологического процесса. Разработан новый маршрутный технологический процесс для серийного производства, где произведена концентрация операций, замена старого оборудования на новое прогрессивное оборудование с числовым программным управлением. Спроектированы новые операционные эскизы, где выполнена концентрация переходов. Обеспечивается точность при производстве детали.

В дипломной работе произведен расчет и описание режущего инструмента (инструмент – сверло-зенкер, контурный отрезной резец с СМП). Спроектированы станочные приспособление на шлифовальные операции. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить биение база относительной торцевой поверхности. В последней главе была разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по цепочке, учтены санитарно-гигиенические нормы, средства пожаротушения на участке.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1968 г. – 547 с.
2. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М.: Машиностроение, 1966. – 320 с.
3. Бойков, Ф.И. Проектирование приспособлений: Учебное пособие / Ф.И. Бойков, Ю.И. Мясников. – Челябинск: ЧПИ, 1983. – 72. с.
4. Белоусов, А.П. Проектирование приспособлений / А.П. Белоусов. – М.: Машиностроение, 1964. – 188 с.
5. Голотин, Г.И. Безопасность жизнедеятельности в примерах и задачах: Учебное пособие / А.И. Сидоров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1997. – 148с.
6. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич, А.Ф. – Минск: Высшая школа, 1975. – 288 с.
7. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с.
8. Каширин Н.А. Проектирование автоматических участков и цехов: Учебное пособие. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. – 76 с.
9. Косилова, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т / А.Г. Косилов, Р.К. Мещеряков. – М: Машиностроение, 1972. – 694 с.
10. Малов, А. Н. Справочник технолога машиностроителя / А.Н. Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 567с.
11. Нефедов, Н.А. . Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: учебное пособие / Н.А. Нефедов, К.А Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
12. Ординарцев, И.А. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
13. Основы проектирования машиностроительных заводов: учебник для машиностроит. вузов. – М.: Высшая школа, 1969. – 480с.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

14. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: справочник технолога / А.А. Панов. – М: Машиностроение, 1988. – 736 с.

15. Стандарт предприятия. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению. СТП ЮУрГУ 04-2001 / Сырейщикова Н.В., Гузеев В.И., Сурков И.В., Винокурова Л.В. – Челябинск: ЮУрГУ, 2001 – 49 с.

					15.03.05.2018.017 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85