

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте  
Факультет техники и технологии

Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов  
Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

[Redacted] ой, проф.  
[Redacted] . Козлов/  
[Redacted] 2017 г.

«Совершенствование технологического процесса обработки глубоких отверстий  
высокой точности»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
15.03.05.2017.336.00 ПЗ ВКР

Консультанты  
Безопасность жизнедеятельности,  
доцент

[Redacted] /А.В. Бобылев/  
[Redacted] 2017 г.

Руководитель проекта,  
профессор

[Redacted] /И.П. Дерябин/  
[Redacted] 2017 г.

Автор работы  
студент группы ФТиТ – 401

[Redacted] /К.С. Лабзин/  
[Redacted] 2017 г.

Нормоконтролер, доцент

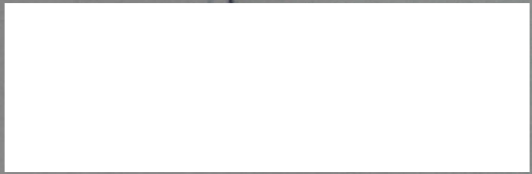
[Redacted] /И.Н. Миронова/  
[Redacted] 2017 г.



ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте  
Факультет техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ



ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Лабзина Константина Сергеевича

Группа ФТТ-401

1. Тема работы Совершенствование технологического процесса обработки  
глубоких отверстий высокой точности

утверждена приказом по университету от «28» апреля 2017 г. № 835

2. Срок сдачи студентом законченной работы 24 июня 2017 г.

3. Исходные данные к работе

3.1 Чертежи деталей

3.2 Чертежи используемых инструментов

3.3 Существующие технологические процессы изготовления деталей

3.4 Материал курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих  
разработке вопросов)

Аннотация

## Оглавление

### Введение

4.1 Анализ исходных данных. Служебное назначение деталей. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Решение проблем при обработке глубоких отверстий. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Корпус». Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Затвор». Разработка предлагаемой технологии обработки отверстия в детали «Корпус». Компьютерная отладка технологии обработки отверстия в детали «Корпус». Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 3,6 мм в детали «Затвор». Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 1,7 мм в детали «Затвор». Выводы.

4.3 Безопасность жизнедеятельности. Анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп. Индивидуальные средства защиты при работе на станках. Расчет заземления. Выводы.

4.4 Экономический раздел. Расчет себестоимости изготовления детали.

### Заключение

### Библиографический список

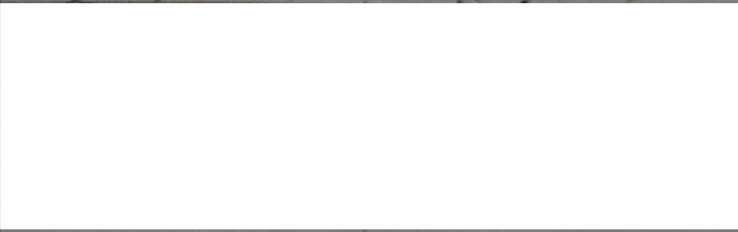


5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Существующая технология обработки отверстия в детали «Корпус»	1,0 л
2 Существующая технология обработки отверстия в детали «Затвор»	1,0 л
3 Предлагаемая технология обработки отверстия в детали «Корпус»	1,0 л
4 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия в детали «Корпус»	1,0 л
5 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 3,6 мм в детали «Затвор»	1,0 л
6 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 1,7 мм в детали «Затвор»	1,0 л

Всего 6,0 листов

6. Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Бобылев А.В.		

7. Дата выдачи задания 29.05.2017

Руководитель Дерябин Игорь Петрович  
(ФИО)

Задание принял к исполнению 29.05.2017

Студент-дипломник Лабзин Константин Сергеевич  
(ФИО)



## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного работы	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
Введение	02.06.2017	
Обзорный анализ		
Технологический раздел	07.06.2017	
Безопасность жизнедеятельности	10.06.2017	
Экономический раздел	16.06.2017	
Оформление проекта	19.06.2017	
Сдача ВКР на кафедру	24.06.2017	

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

Студент-дипломник \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
/А.В. Козлов/

\_\_\_\_\_  
/И.П. Дерябин/

\_\_\_\_\_  
/К.С. Лабзин/



## АННОТАЦИЯ

Лабзин К.С. Совершенствование технологического процесса обработки глубоких отверстий высокой точности. – Златоуст: филиал ЮУрГУ в г. Златоусте; 2017, 72 с., 32 ил., библиогр. список 18 наим., 6 листов чертежей ф. А1.

После анализа существующих технологических процессов, - предложена более производительная технология обработки глубокого отверстия для детали «Корпус». В технологии обработки глубокого отверстия в детали «Затвор» устранен фактор увода оси.

Для решения поставленных задач проводились анализы существующих технологических процессов. Сделана компьютерная отладка технологий по обработке глубоких отверстий каждой детали. Общее время на обработку отверстия в детали «Корпус» уменьшилось на 334 минуты.

В разделе безопасности жизнедеятельности осуществлен анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп, приведены средства индивидуальной защиты при работе на станках и сделан расчет заземления.

В экономическом разделе рассчитана себестоимость изготовления деталей. Все вопросы, подлежащие разработке выполнены.

15.03.05.2017.336,00 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Лабзин						
Провер.	Дерябин						
Н. Контр.	Миронова						
Упр.	Козлов						
Совершенствование технологического процесса обработки глубоких отверстий высокой точности					Лит.	Лист	Листов
					1	2	72
					ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» филиал в г. Златоусте Кафедра ТМСИ		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	7
1.1 Служебное назначение деталей.....	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	11
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	11
1.4 Решение проблем при обработке глубоких отверстий.....	12
1.5 Задачи проектирования.....	19
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	20
2.1 Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Корпус».....	20
2.1.1 Используемый станок .....	21
2.1.2 Материал детали «Корпус».....	22
2.1.3 Существующая технология обработки отверстия в детали «Корпус».....	23
2.2 Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Затвор».....	30
2.2.1 Используемый станок .....	31
2.2.2 Материал детали «Затвор».....	32
2.2.3 Существующая технология обработки отверстия в детали «Затвор».....	33
2.3 Разработка предлагаемой технологии обработки отверстия в детали «Корпус».....	38
2.3.1 Используемый станок .....	38

2.3.2 Предлагаемая технология обработки отверстия в детали «Корпус».....	39
2.3.3 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия в детали «Корпус».....	43
2.3.4 Расчет основного времени.....	49
2.4 Компьютерная отладка технологии обработки отверстий в детали «Затвор».....	51
2.4.1 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 3,6 мм в детали «Затвор».....	52
2.4.2 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 1,7 мм в детали «Затвор».....	57
2.4.3 Расчет основного времени.....	62
2.5 Выводы.....	62
3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	63
3.1 Анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп.....	63
3.2 Индивидуальные средства защиты при работе на станках.....	66
3.3 Расчет заземления.....	66
3.4 Выводы.....	68
4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	69
4.1 Расчет себестоимости изготовления деталей.....	69
4.2 Вывод.....	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	70
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71



## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы

Технология обработки глубоких отверстий является сложной технологической задачей, поскольку параметры этих отверстий в ряде деталей типа труб определяют их качественные характеристики. Кроме того, при производстве таких деталей, как цилиндры глубинных насосов, трубы спецсистем, трубы радиаторов охлаждения и т.п., временные затраты при их изготовлении в основном определяются временем по обработке глубоких отверстий.

Стремление к быстрому получению глубоких отверстий с высокими качественными характеристиками привело к возникновению специальных технологий, специального оборудования, специальной технологической оснастки, специальных методов работ и технологических приемов. К глубоким отверстиям принято относить отверстия с соотношением длины  $L$  к диаметру  $d$  более пяти, т.е.  $L/d > 5$ .

К главным требованиям к отверстиям в деталях следует отнести диаметральную точность, заданную шероховатость, отклонения от круглости. Важный параметр точности – это прямолинейность оси глубокого отверстия.

Самой сложной операцией при изготовлении отверстий в деталях является операция сверления, т.к. является очень трудоемкой и малопроизводительной при использовании традиционных инструментов. К важным факторам, влияющим на получение точного отверстия можно отнести: фактор подачи СОЖ в зону резания, выбор режущего инструмента, точность базирования и режущего инструмента, оптимальные режимы резания.

Цель выпускной квалификационной работы – совершенствование существующих технологических процессов обработки глубоких отверстий высокой точности деталей «Корпус» и «Затвор».

Задачи работы:

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– сделать анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Корпус»;

– сделать анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Затвор»;

– разработать предлагаемую технологию обработки отверстия в детали «Корпус»;

– разработать предлагаемую технологию обработки отверстия в детали «Затвор»;

– сделать компьютерную отладку технологии обработки отверстия в детали «Корпус»;

– сделать компьютерную отладку технологии обработки отверстия в детали «Затвор»;

Предмет работы – процесс совершенствования технологического процесса обработки глубоких отверстий высокой точности у деталей «Корпус» и «Затвор». Результаты работы рекомендуется использовать в технологических процессах при обработке глубоких отверстий высокой точности для изготовления деталей «Корпус» и «Затвор».

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Для совершенствования технологического процесса с обработкой глубокого отверстия высокой точности были выбраны детали: «Корпус», в соответствии с рисунком 1 и 2, «Затвор», в соответствии с рисунком 3.

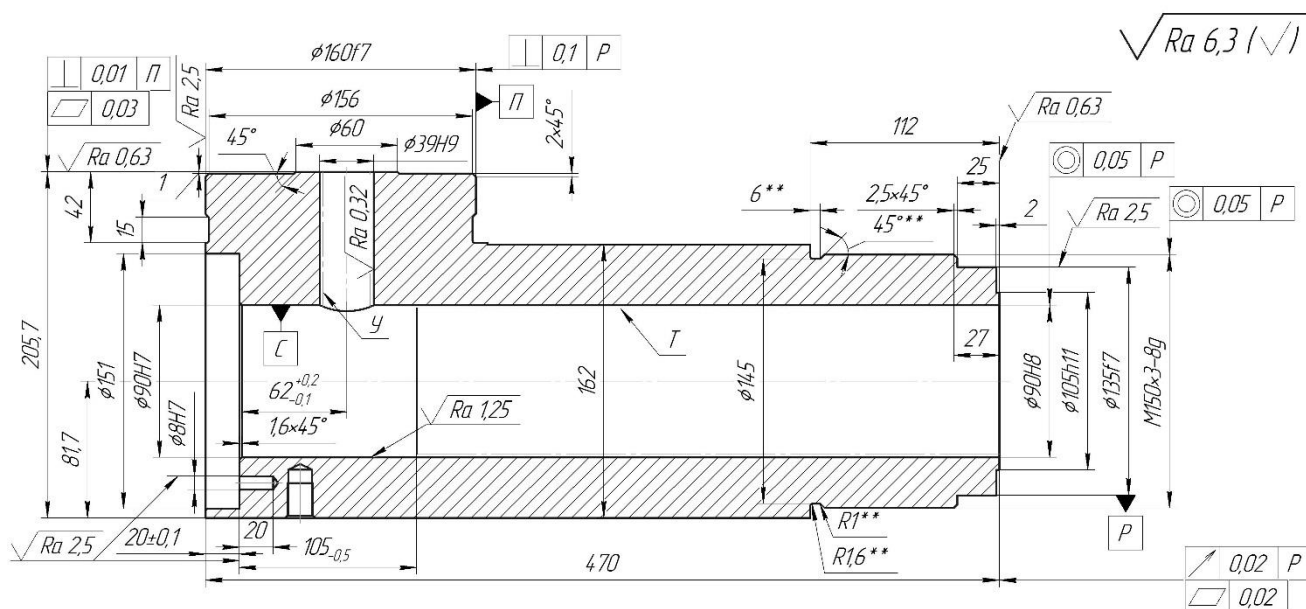


Рисунок 1 – Чертеж детали «Корпус»

- 1 Заготовка поковка Гр.1 ГОСТ 8479-70. Нормализовать.
- 2 \* Размер для справок
- 3 \*\* Размеры обеспечиваются инструментом
- 4 Покрытие поверхностей Т и У Х.мол 30...50. Допускается наличие хрома на других поверхностях, кроме резьбовых отверстий и поверхностей С, Р.
- 5 Шероховатость поверхностей Т и У –  $\sqrt{Ra 0,32}$ . Полировать до и после покрытия.
- 6 На поверхностях Т и У не допускается
  - а) трещины
  - б) трещины и сколы покрытия
- 7 Остальные ТТ по СБ

Рисунок 2 – Технические требования к детали «Корпус»

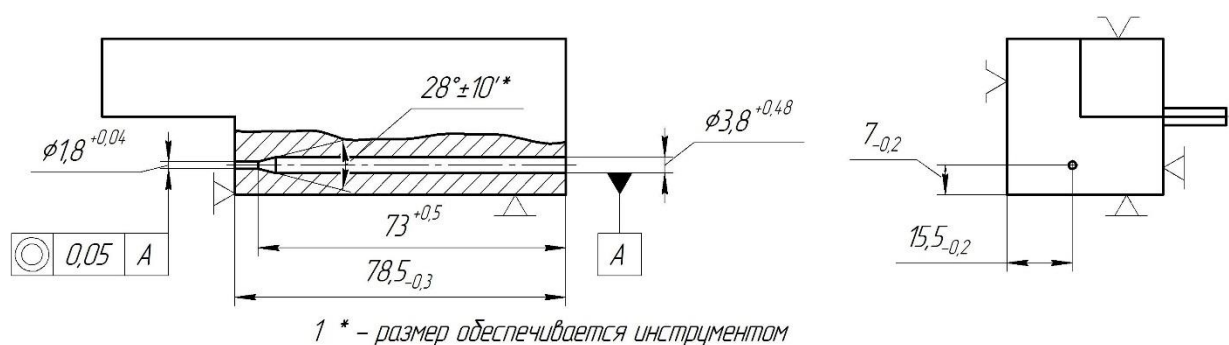
$\sqrt{Ra\ 5\ (\sqrt{I})}$ 


Рисунок 3 – Эскиз детали «Затвор»

### 1.1 Служебное назначение деталей

Деталь «Затвор» используется в серийном производстве пистолета-пулемета ПП-91 «Кедр» под патрон 9×18 мм, выпускаемом на предприятии АО «Златмаш», в соответствии с рисунком 4. Имеет простую и технологичную конструкцию.

Автоматика пистолета-пулемета основана на использовании отдачи свободного затвора, при котором продольно-скользящий затвор не сцеплён с неподвижным стволом, а его отход назад при выстреле замедляется преимущественно силой трения стенок гильзы о патронник и большой массой затвора.

Стрельба с закрытого затвора значительно повышает кучность и меткость выстрелов. Выстрел производится с переднего положения затвора. После под действием пороховых газов затвор перемещается в заднее положение. По положению затвора стрелок узнает об окончании боеприпасов в магазине, что весьма удобно. ПП-91 рассчитан на дальность стрельбы в 50 метров, а наиболее эффективен на дистанции 20...30 метров. В разобранном состоянии ПП-91 представлен в соответствии с рисунком 5.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8





Рисунок 4 – ПП-91 «Кедр»

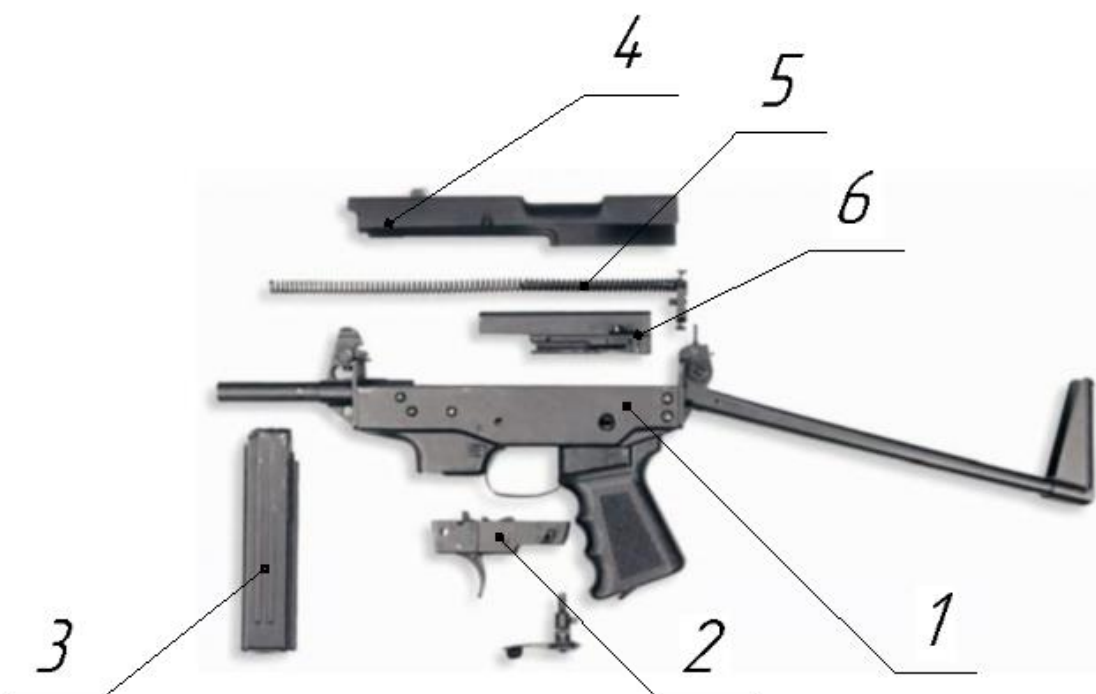


Рисунок 5 – Составные части ПП-91 «Кедр»:

- 1 – Корпус со стволом, рукояткой и прикладом
- 2 – Спусковой крючок
- 3 – Магазин
- 4 – Кожух
- 5 – Возвратная пружина
- 6 – Затвор

Деталь «Корпус» входит в состав установки УРП-1500-3М1, предназначенной для производства широкоформатной полиэтиленовой рукавной пленки методом экструзии из гранулированного полиэтилена высокого давления. Служебное назначение детали – фильтр. Отвечает за чистоту расплава полимера. Самая важная и сложная в изготовлении деталь в сборке УРП-1500-3М1. Установка выпускается на предприятии АО «Златмаш», представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Установка УРП-1500-3М1

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Сделав анализ параметров деталей «Корпус» и «Затвор», можно сделать вывод, что требования чертежей деталей соответствуют требованиям их назначения.

## 1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Машиностроение является базовой отраслью экономики страны, которая тесно взаимосвязана с другими ведущими отраслями и обеспечивает их устойчивое функционирование. От уровня развития машиностроения зависят важнейшие показатели внутреннего валового продукта, обороноспособности государства производительности труда и т.д.

В структуре промышленного производства страны удельный вес машиностроения составляет порядка 20% (второе место, после топливно-энергетического комплекса), но однако в полтора-два раза ниже, чем в экономически развитых странах мира, где он достигает 40-50% и более.

На международном рынке Россия выступает в качестве чистого импортера машиностроительной продукции. Объем отраслевого импорта составляет 15 млрд. долларов, а экспорта всего 2 млрд. долларов. Сейчас мировые лидеры по станкостроению и передовым технологиям – это Китай с большим отрывом, далее следуют Япония, Германия, Южная Корея, Тайвань, Италия, США. Россия находится в начале третьего десятка.

Очевидно, что нужно развивать машиностроение в стране и внедрять новые технологии. Необходимо постоянно исследовать рынок в поиске технико-экономически целесообразных вариантов и производителей.

Современное оборудование повысит производительность и качество на изготавливаемую продукцию.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 1.4 Решение проблем при обработке глубоких отверстий

##### 1) Неудовлетворительное качество поверхности отверстия

Проблема – неудовлетворительное качество поверхности отверстия. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 1. [8]

Таблица 1 – Устранение неудовлетворительного качества поверхности отверстия

Причина	Способ устранения
1. Слишком низкая скорость резания, наростообразование на опорно-направляющих пластинах и задиры на поверхности отверстия	Увеличить частоту вращения шпинделя
2. Неподходящая СОЖ со слишком высокой температурой, более 40° С. Противозадирные присадки теряют свои свойства	Сделать лабораторный анализ СОЖ у производителя
3. Плохая фильтрация СОЖ. Мелкие частицы втираются опорно-направляющими пластинами в поверхность и повреждают её	Обеспечить должную тонкость фильтрации (40 мкм и менее)
4. Изношенные опорно-направляющие пластины	Заменить режущую головку и проверить частоту вращения шпинделя. Проверить марку сплава опорно-направляющих пластин
5. Вибрация, нежёсткий станок или приспособление для закрепления детали	Проверить соосность патрона, демпфера, головки подачи СОЖ под давлением и заготовки



Окончание таблицы 1

6.Кольца на поверхности отверстия	Слишком низкая радиальная подача заставляет сверло смещаться в радиальном направлении. Увеличить подачу на оборот для повышения радиальной силы резания
-----------------------------------	---

2) Поломка сверла или расточной головки и преждевременное выкрашивание режущих пластин

Проблема – поломка сверла или расточной головки и преждевременное выкрашивание режущих пластин, несмотря на хорошее стружкодробление. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Решение проблемы поломки сверла или расточной головки и преждевременно выкрашивание режущих пластин

Причина	Способ устранения
1. Неправильное засверливание из-за неровной поверхности центрального отверстия, увеличенный диаметр отверстия кондукторной втулки или пилотного отверстия	Проверить закрепление заготовки, чтобы она не смещалась при врезании инструмента. Заменить кондукторную втулку, если она изношена. Проверить соосность кондукторной втулки и шпинделя станка. Если в заготовке имеется центровое, то увеличить его диаметр, чтобы засверливание

Окончание таблицы 2

		начинала периферийная пластина, либо уменьшить диаметр, чтобы засверливание начинали центральные пластины
2.Сверление отверстий	пересекающихся	Использовать специальные адаптеры для сверления через отверстия

3) Смещение оси отверстия

Проблема – смещение оси отверстия. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Решение проблемы смещения оси отверстия

Причины	Способ устранения
1. Слишком большой диаметр отверстия кондукторной втулки	Заменить другой втулкой
2. Нарушена геометрическая точность станка	Отрегулировать соосность центров (в пределах 0,02 мм между задней и передней бабками или креплением)
3. Нарушена соосность детали относительно центров	Отрегулировать соосность (в пределах 0,02 мм)

Окончание таблицы 3

4. Слишком длинная штанга	Установить дополнительные опоры (минимум через каждые 4 м)
5. Материал заготовки не обеспечивает требуемой опоры (например чугун)	Скорректировать режимы резания или использовать специальный направляющий адаптер для улучшения прямолинейности
6. Изогнутая штанга	Заменить штангу

4) Низкая стойкость инструмента или поломка режущей пластины

Проблема – низкая стойкость инструмента или поломка режущей пластины. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Решение проблемы низкой стойкости инструмента или поломки режущей пластины

Причины	Способ устранения
1. Слишком низкая скорость резания и низкая подача	Увеличить режимы резания
2. Нарушение соосности станка с деталью	Отрегулировать соосность центров или детали в пределах 0,02 мм



## Окончание таблицы 4

3. Слишком высокая скорость резания	Уменьшить скорость резания
4. Сильный износ опорно-направляющей пластины и периферийной пластины	Проверить свойства СОЖ и фильтрацию и при необходимости заменить. Проверить кондукторную втулку или пилотное отверстие и убедиться, что соблюдены размерные допуски
5. Неподходящий сплав	Перейти на подходящий сплав
6. Некорректный расход и давление СОЖ или плохое качество СОЖ	Воспользоваться программой расчета режимов резания для выбора подходящего расхода и давления
7. Неправильная настройка инструмента	Проверить настройку инструмента и при необходимости отрегулировать

## 5) Увеличенный диаметр отверстия

Проблема – увеличенный диаметр отверстия. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Решение проблемы увеличенного диаметра отверстия

Причина	Способ устранения
1. Увеличенный диаметр отверстия кондукторной втулки или её несоосность	Заменить втулку, отрегулировать соосность

Окончание таблицы 5

2. Неправильная настройка инструмента, выбран инструмент слишком большого диаметра	Проверить настройку инструмента и при необходимости скорректировать или обеспечить соответствие диаметра инструмента требуемому диаметру отверстия
3. Недостаточная жёсткость станка или наладки	Повысить стабильность станка или зажимного приспособления
4. Слишком большая подача	Скорректировать режимы резания – уменьшить подачу
5. Влияние главного угла в плане у режущего инструмента	Изменить главный угол в плане у инструмента, сделать отладку в компьютерной программе

6) Разбивка отверстия на входе

Проблема – разбивка отверстия на входе. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 6. [8]

Таблица 6 – Решение проблемы разбивки отверстия на входе

Причины	Способ устранения
1. Слишком большой диаметр отверстия кондукторной втулки	Заменить втулку
2. Недостаточная жёсткость корпуса кондукторной втулки	Укрепить корпус

## 7) Спиральная ось отверстия

Проблема – спиральная ось отверстия. Причины возникновения и способы устранения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Решение проблемы спиральной оси отверстия

Причины	Способ устранения
1. Нарушение соосности на станке или детали	Отрегулировать соосность центров или детали в пределах 0,02 мм
2. Поврежденная опорно-направляющая пластина	Заменить режущую головку
3. Повреждение резьбы между головкой и штангой	Заменить элемент с поврежденной резьбой
4. Недостаточная смазывающая способность СОЖ	Добавить смазывающие присадки (например серу)
5. Недостаточный расход СОЖ	Убедиться в отсутствии засоров. Отрегулировать давление выпускного клапана. Проверить внутреннюю штангу

## 1.5 Задачи проектирования

Задачами проектирования являются:

- Анализ и совершенствование актуальных существующих технологических процессов с целью повысить производительность и уменьшить время обработки глубоких отверстий высокой точности;
- Предложение режущих инструментов для обработки глубоких отверстий высокой точности;
- Составление операционных эскизов обработки;
- Расчет режимов резания в предложенных технологических операциях;
- Компьютерная отладка геометрических параметров инструмента, с целью обеспечить требуемую точность и допуск формы;
- Расчет времени на обработку и сравнение с имеющимся.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Технологический процесс – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда.

Проектируя любой вариант операции, технолог стремится к снижению нормы времени. Это достигается уменьшением основного времени на обработку  $t_o$  и вспомогательного времени  $t_v$ .

Возможность сокращения основного времени на каждую операцию зависит:

- от качества инструментальных материалов;
- от совершенствования конструкций режущих инструментов;
- от выбора рациональных режимов резания;
- от правильного подбора смазочно-охлаждающей жидкости;
- от правильного подбора смазочно-охлаждающей жидкости;
- от уменьшения припусков на обработку;
- от уменьшения числа рабочих ходов за счет повышения точности заготовок;
- от одновременного выполнения нескольких технологических переходов.

### 2.1 Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Корпус»

В технологическом процессе изготовления детали «Корпус» проводится анализ обработки отверстия диаметром 90 мм: с одной стороны диаметром  $D_1=90H7$  на длину  $l_1=(105-0,5)$  мм и шероховатостью 1,25, а с другой диаметром  $D_2=90H8$  на длину  $l_2=345$  мм с хромированным покрытием и шероховатостью 0,32. Общая длина отверстия  $L=470$  мм. Материал детали – сталь 40Х. Деталь представлена на рисунке 1.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 2.1.1 Используемый станок

Для обработки отверстия используется токарно-винторезный станок 1А64, представленный на рисунке 7.



Рисунок 7 – Токарно-винторезный станок 1А64

Выпускается данный станок на Рязанском станкостроительном заводе. Предназначен для обработки черных и цветных металлов с большими скоростями резания резцами из быстрорежущей стали и твердых сплавов. Применяется в единичном и мелкосерийном производстве. На станке 1А64 можно выполнять разнообразные токарные работы, нарезание метрической, модульной и дюймовой резьб, точение конусов. Основными параметрами токарно-винторезного станка являются: наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной (800 мм), большое расстояния между центров (2800 мм). Класс точности станка – Н. Шероховатость обработанной поверхности V 6.

Обозначение токарного станка:

1 – токарный станок (номер группы по классификации ЭНИМС);

А – поколение станка;

6 – токарно-винторезный (номер подгруппы по классификации ЭНИМС);

4 – высота центров над станиной (4 – высота центров 400 мм).

### Краткая техническая характеристика станка модели 1А64:

Наибольший наружный диаметр заготовки над станиной, мм.....	800
Наибольший наружный диаметр заготовки над суппортом, мм.....	450
Наибольшая длина заготовки, мм.....	2800
Наибольшая масса заготовки, кг.....	5000
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм.....	80
Число ступеней частот прямого вращения шпинделя.....	24
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин.....	7,1...750
Размер внутреннего конуса в шпинделе по ГОСТ 13214-79.....	Морзе 6
Конец шпинделя по ГОСТ 12595-72, м.....	11
Наибольшее продольное перемещение суппорта, мм.....	2520
Наибольшее поперечное перемещение суппорта, мм.....	600
Число ступеней поперечных и продольных подач суппорта.....	32
Пределы продольных подач, мм.....	0,20...3,05
Пределы поперечных подач, мм.....	0,07...1,04
Количество электродвигателей на станке.....	4
Мощность электродвигателя главного привода, кВт.....	17
Мощность электродвигателя быстрого хода, кВт.....	1,5
Мощность электродвигателя насоса смазки, кВт.....	0,12
Мощность электродвигателя насоса охлаждения, кВт.....	0,125
Насос охлаждения (помпа).....	ПА-22
Габариты станка, мм.....	5825 x 2000 x 1660
Масса станка, кг.....	11400

#### 2.1.2 Материал детали «Корпус»

Сталь 40Х – конструкционная улучшаемая машиностроительная сталь, легированная хромом. Введение хрома способствует уменьшению критической скорости заковки, и, следовательно, улучшению прокаливаемости.

Твердость материала: НВ = 217 МПа;

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Твердость материала: HB = 217 МПа;

Предел прочности (в зависимости от отпуска):  $\sigma_B = 860 \dots 1760$  МПа;

Химический состав стали 40Х по ГОСТ 4543-71 из которой изготавливается деталь «Корпус», представлен в таблице 8.

Таблица 8 - Химический состав стали 40Х

C	0,36 – 0,44 %
Si	0,17– 0,37 %
Mn	0,5 – 0,8 %
Ni	До 0,3 %
S	До 0,035 %
P	До 0,035 %
Cr	0,8 – 1,1 %
Cu	До 0,3 %
Fe	~97 %

### 2.1.3 Существующая технология обработки отверстия в детали «Корпус»

Существующая технология обработки отверстия в детали «Корпус» для УРП-1500-3М1 представлена в соответствии с таблицей 9. В неё входят: название операций, используемый инструмент, режимы резания, время на обработку и эскизы обработки.

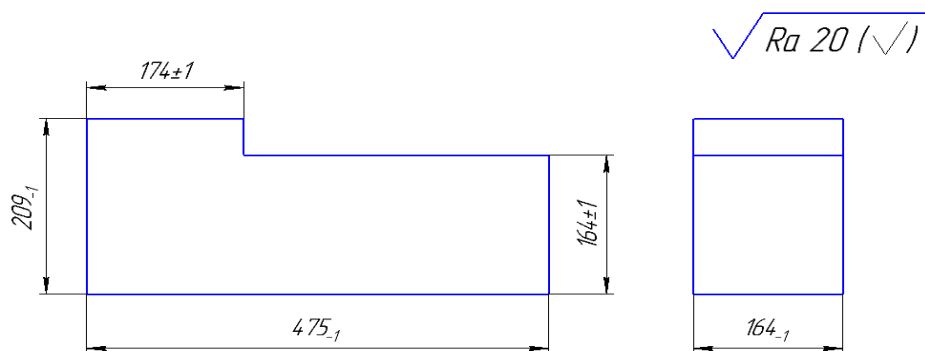


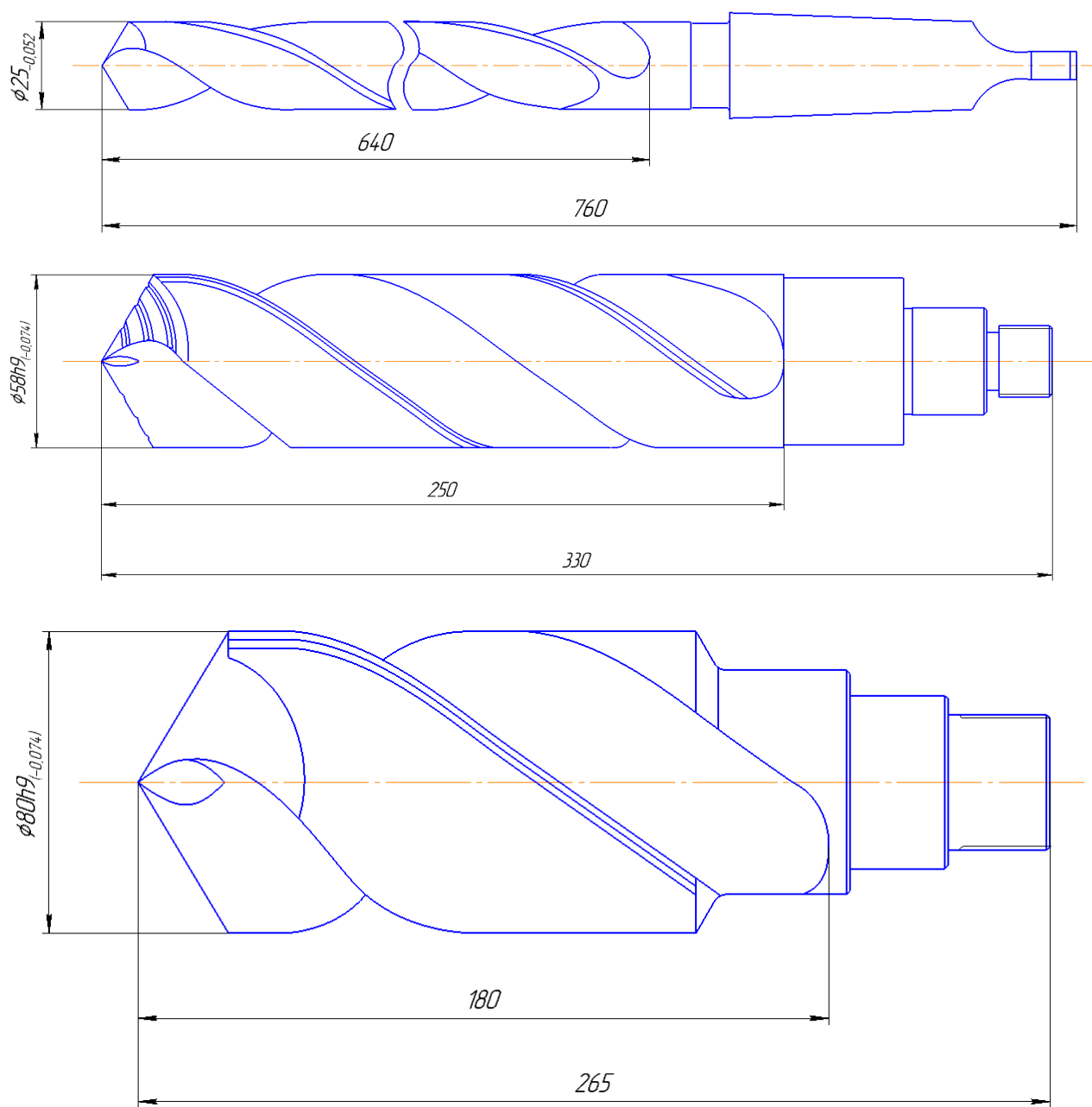
Рисунок 8 – Эскиз детали «Корпус» перед обработкой



Таблица 9 – Существующая технология обработки отверстия в детали «Корпус»

Операция (переход)	D, мм	t, мм	n, об/ мин	V, м/мин	s, мм/об	To, мин
005 Сверлить (черт. D=90H7), на глубину (200±3,0) мм, выдерживая (82±0,3) мм	20	10	82	5,149	0,152	14,44
	25	2,5	82	1,599	0,200	10,90
	46	10,5	45	6,499	0,200	20,00
	58	6	45	8,195	0,200	20,00
	80	11	45	11,30	0,200	40,00

Инструмент: Сверла ВУ Р6М5



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

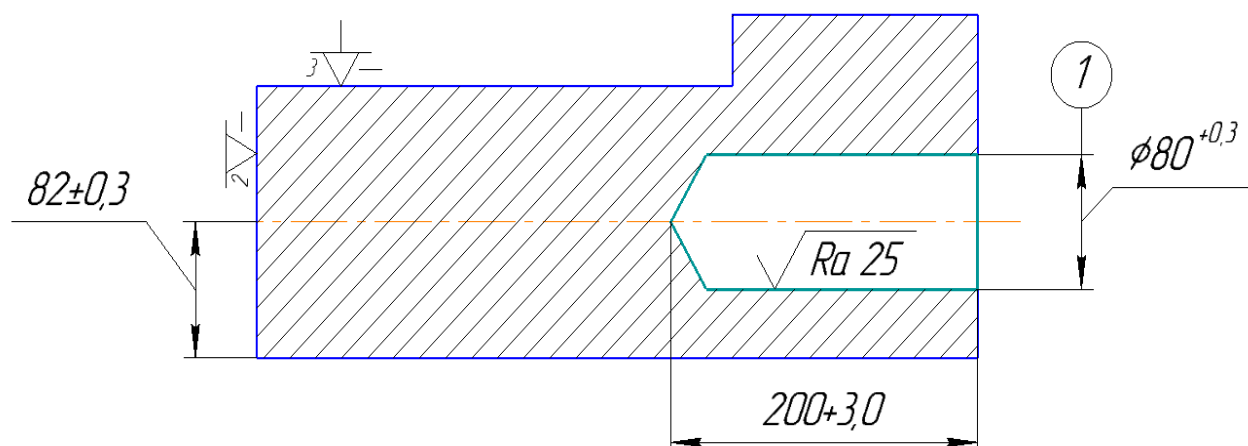
15.03.05.2017.336.00 ПЗ

Лист

24

Продолжение таблицы 9

Операционный эскиз:



010 Расточить (черт. D=90H7), на глубину (200±3,0) мм, выдерживая (82±0,3) мм

89

2,0

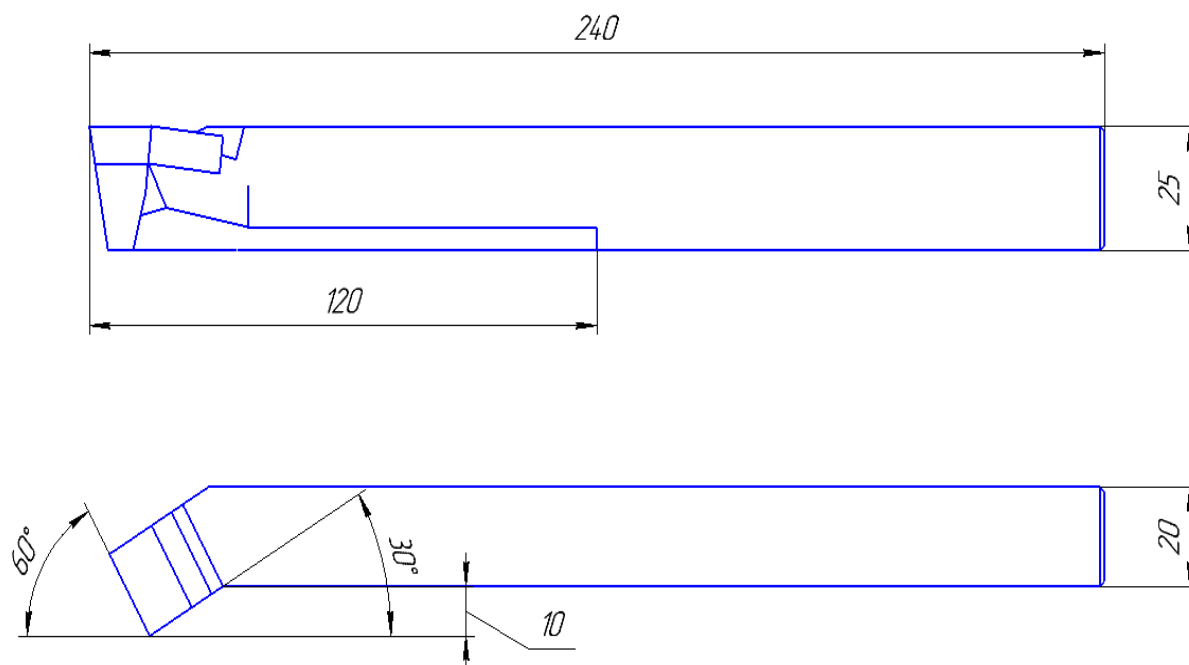
45

11,30

0,200

40,00

Инструмент: Резец Т15К6 ГОСТ 18879-73 (2103-0061)



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

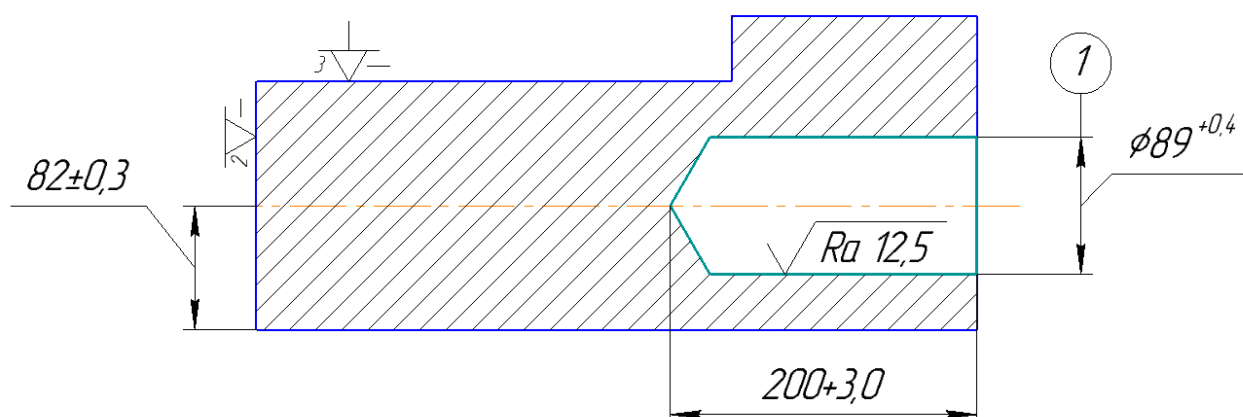
15.03.05.2017.336.00 ПЗ

Лист

25

Продолжение таблицы 9

Операционный эскиз:



015 Расточить (черт. D=90H7), на глубину 127,5 мм, выдерживая (105±0,5) мм

90

2,0

45

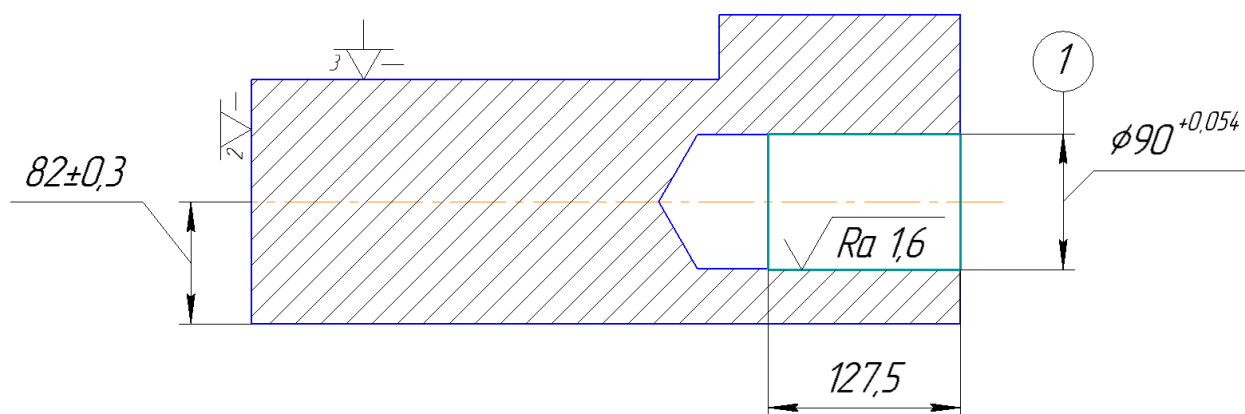
65,0

0,200

42,48

Инструмент: Резец Т15К6 ГОСТ 18879-73 (2103-0061)  
(в соответствии с операцией 010)

Операционный эскиз:



020 Шлифовать (черт. D=90H7), на глубину 127,5 мм, выдерживая (105±0,5) мм, шероховатость 1,25

90

0,01

45

—

ручн.

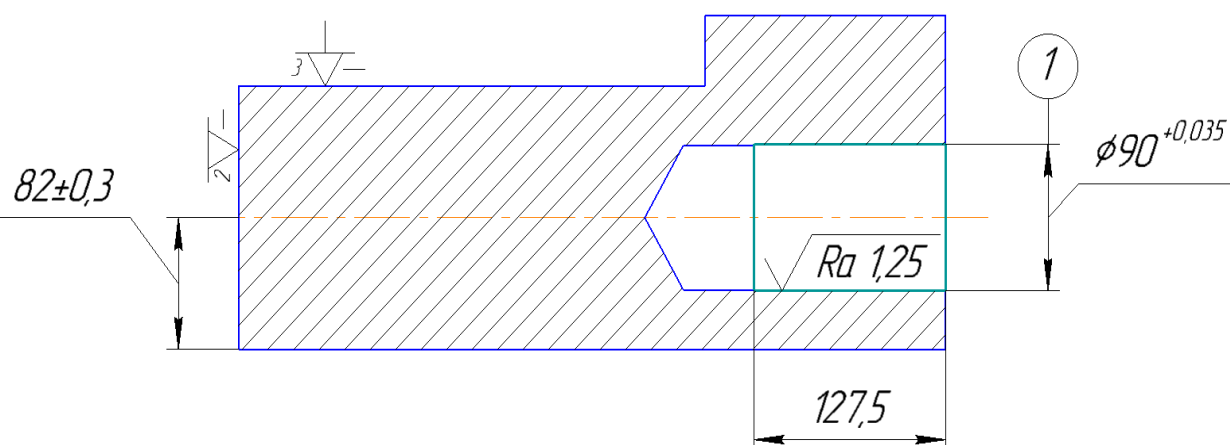
29,40

Продолжение таблицы 9

Инструмент: Шлифмашинка,  
Круг резиновый, шкурка шлифовальная



Операционный эскиз:



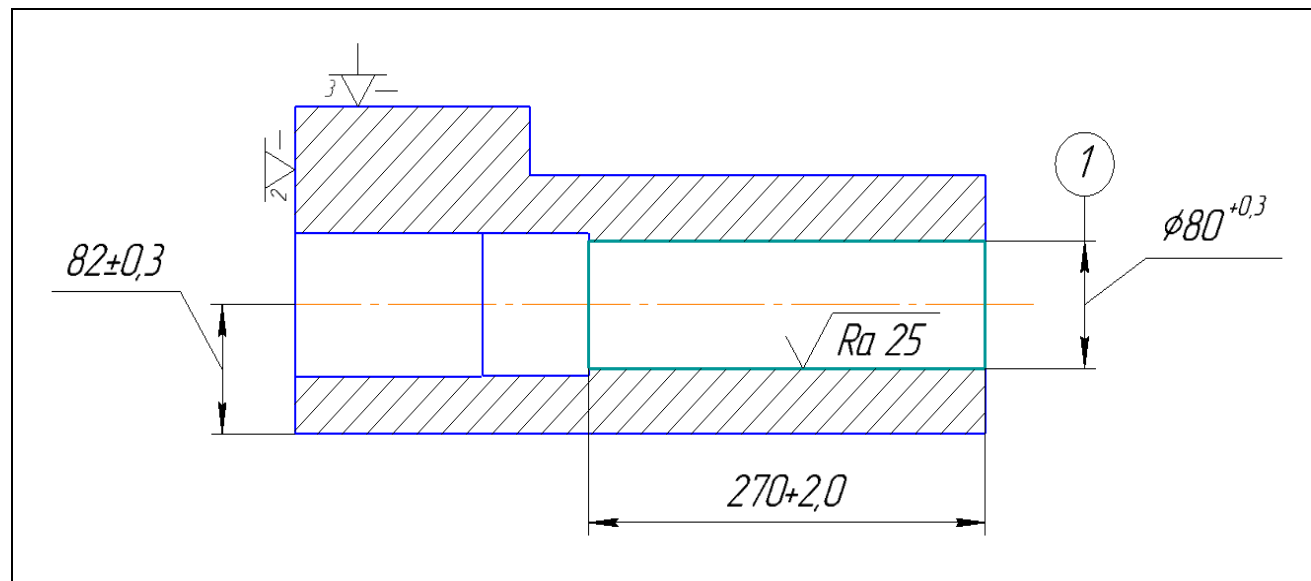
025 Сверлить (черт.	20	10	82	14,44	0,152	19,14
D=90H8), на глубину	25	2,5	82	6,437	0,200	14,45
(345±2,0) мм,	46	10,5	45	6,499	0,200	26,00
выдерживая (82±0,3) мм	58	6	45	8,195	0,200	26,10
	80	11	45	11,30	0,200	26,10

Инструмент: Сверла ВУ Р6М5  
(в соответствии с операцией 005)

Операционный эскиз:



Продолжение таблицы 9



030 Расточить (черт. D=90H8), на глубину (345±3,0) мм: (D=89,7+0,2) мм на глубину (25+1,0) мм, (D=90,2+0,2) мм на оставшуюся длину

90

2,0

57

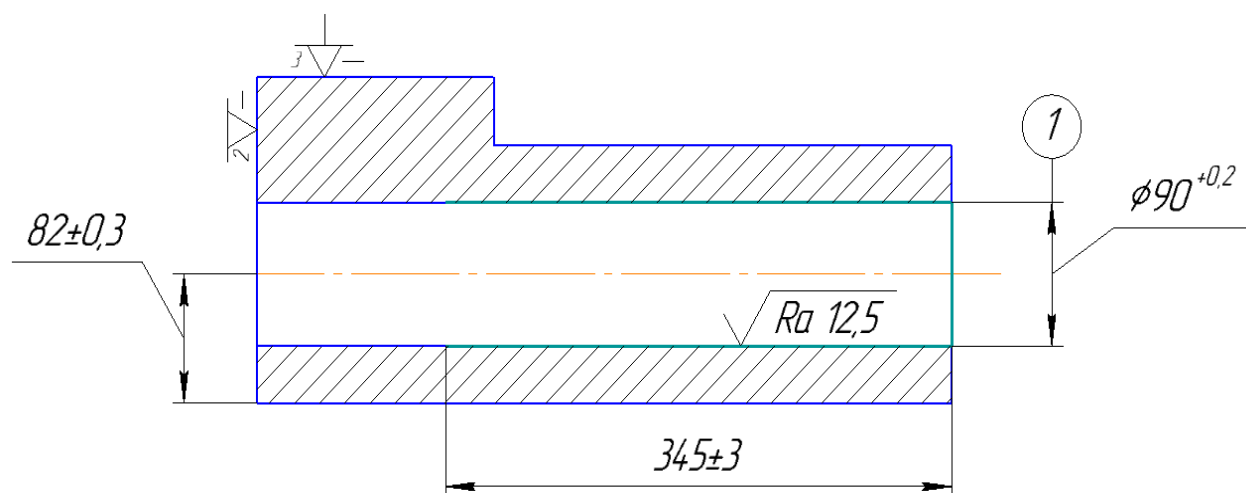
65,0

0,200

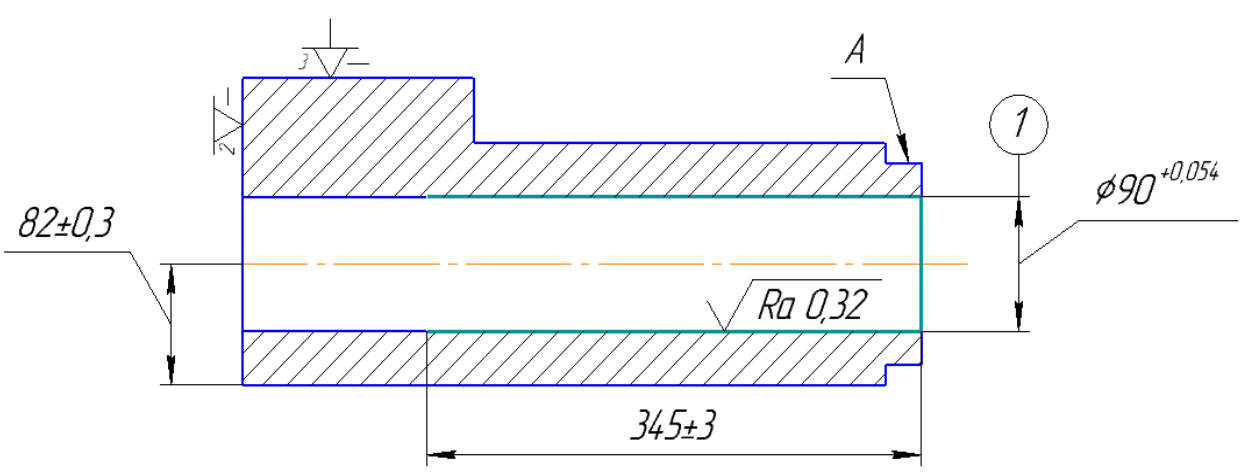
41,22

Инструмент: Резец Т15К6 ГОСТ 18879-73 (2103-0061)  
(в соответствии с операцией 010)

Операционный эскиз:



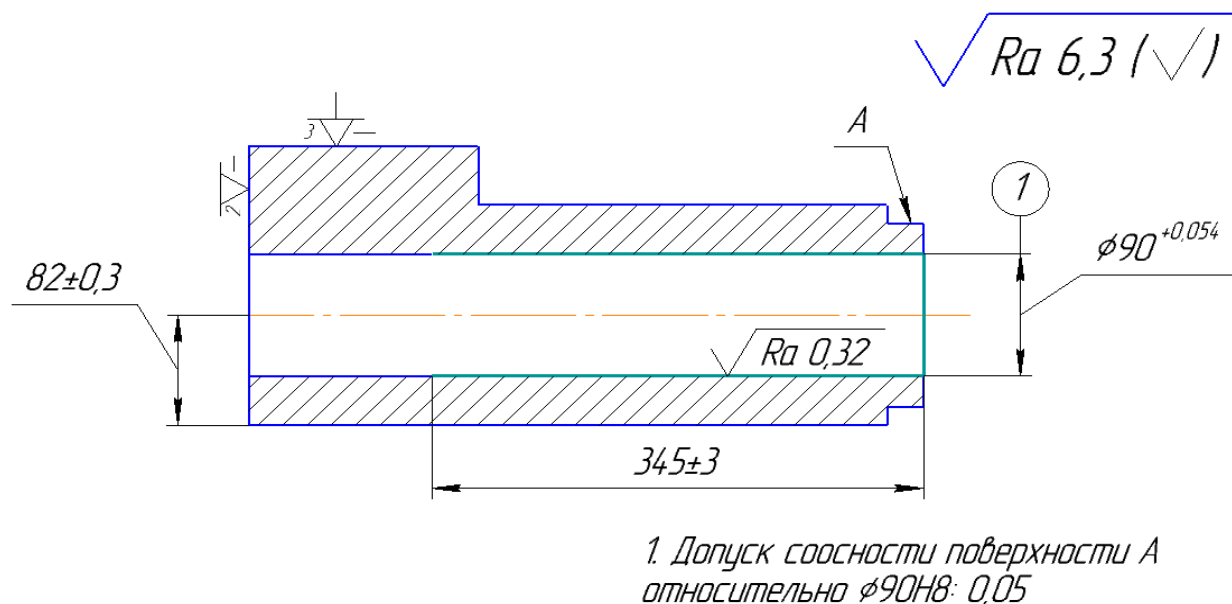
Продолжение таблицы 9

035 Шлифовать (черт. D=90H8), на глубину (345±3,0) мм, шероховатость 0,32, отклонение от соосности оси D=90H8 относительно оси D=135f7: 0,05 мм	90	0,1	134	37,91	0,1	76,1
Инструмент: Шлифмашинка, паста ГОИ, круги: лепестковые, резиновые, войлочные, (в соответствии с операцией 020)						
<p>Операционный эскиз:</p>  <p>1. Допуск соосности поверхности A относительно <math>\phi 90H8</math>: 0,05</p>						
040 Хромировать (черт. D=90H8), молочное 30...50 HRC	90	—	—	—	—	—
045 Полировать (черт. D=90H8), выдерживая (D=90+0,054) мм, отклонение от соосности оси D=90H8 относительно оси D=135f7: 0,05 мм	90	—	—	—	—	132,0

## Окончание таблицы 9

Инструмент: Шлифмашинка, паста ГОИ,  
круги войлочные,  
(в соответствии с операцией 020)

Операционный эскиз:



Суммарное время обработки отверстия на сверлильных и расточных операциях (совершенствуемых):

$$\sum T_o = 340,83 \text{ мин}$$

Суммарное время обработки отверстия:

$$\sum T_o = 578,33 \text{ мин}$$

## 2.2 Анализ существующей технологии обработки отверстия в детали «Затвор»

В технологическом процессе изготовления детали «Затвор» проводится анализ обработки отверстия диаметром  $D_1=3,8H10$  на длину 68,8 мм и переходящее в конус углом  $28^\circ \pm 10'$  длиной 4,21 мм в отверстие диаметром  $D_2=1,8H10$  на длину 5,5 мм. Общая длина сквозного отверстия 78,5 мм. Требуется выдержать соосность оси  $D_2$  относительно оси  $D_1$  в допуске 0,05 мм.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Что не всегда получается на практике и процент брака на данную обработку составляет 9%. Материал детали – сталь 30ХРА. Деталь представлена на рисунке 5.

### 2.2.1 Используемый станок

Для обработки отверстия используется токарно-револьверный станок модели 1Н318, представленный на рисунке 9.

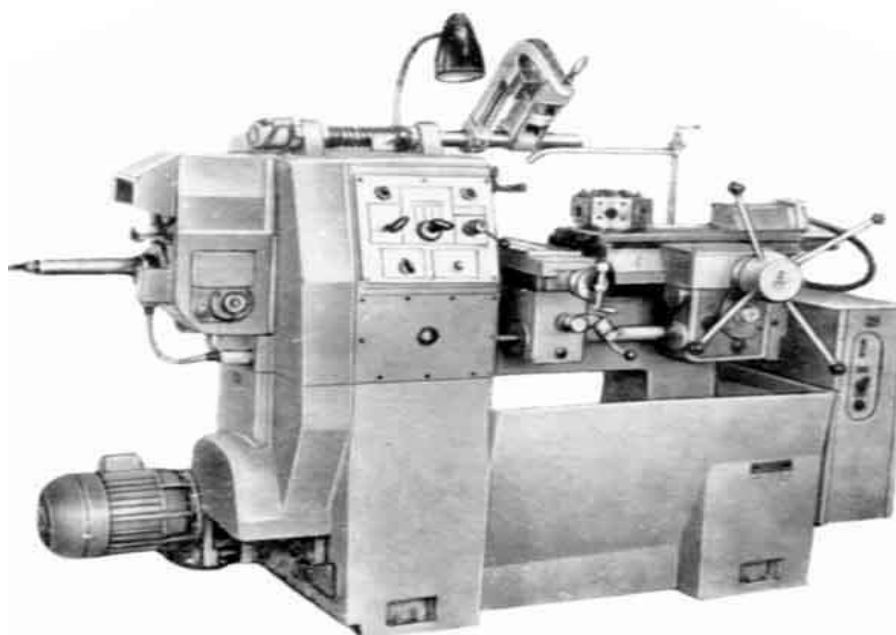


Рисунок 9 – Токарно-револьверный станок модели 1Н318

Выпускался данный станок на Новочеркасском станкостроительном заводе. Предназначен для легких работ в условиях серийного и мелкосерийного производства. На станке 1Н318 можно выполнять разнообразные токарные работы, нарезание резьбы, точение конусов. Класс точности станка – Н.

Обозначение токарного станка:

1 – токарный станок (номер группы по классификации ЭНИМС);

Н – завод изготовитель (Новочеркасский);

3 – токарно-револьверный (номер подгруппы по классификации ЭНИМС);

18 – максимальный диаметр зажимаемой заготовки (18 мм).



### Краткая техническая характеристика станка модели 1Н318:

Наибольший наружный диаметр заготовки над станиной, мм.....	250
Наибольший наружный диаметр заготовки над суппортом, мм.....	130
Наибольшая длина заправляемого прутка, мм.....	2200
Наибольшая длина прутка, мм.....	100
Максимальный диаметр прутка, мм.....	18
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин.....	100...4000
Мощность главного привода, кВт.....	2,6
Габариты станка, мм.....	2990 x 835 x 1550
Вес станка, кг.....	1080

### 2.2.2 Материал детали «Затвор»

Сталь 30ХРА – конструкционная высококачественная сталь, легированная хромом и бором. Введение хрома способствует уменьшению критической скорости закали, и, следовательно, улучшению прокаливаемости. Введение бора повышает прокаливаемость и жаропрочность, а следовательно возрастает твердость и износостойкость. Из-за большей прокаливаемости и меньшей критической скорости закали замена углеродистой стали легированной позволяет производить закалику деталей в менее резких охладителях (масле, воздухе), что уменьшает деформацию изделий и опасность образования трещин. Химический состав стали 30 ХРА по ГОСТ 4543-71 из которой изготавливается деталь «Затвор», представлен в таблице 10.

Термообработка: закалика 900°, масло, отпуск 200°, воздух;

Твердость материала: НВ = 241 МПа;

Предел прочности при  $t=20^{\circ}\text{C}$ :  $\sigma_{\text{в}} = 1600 \text{ Мпа}$ ;

Таблица 10 - Химический состав стали 30ХРА

C	0,27 – 0,33 %
Si	0,17– 0,37 %

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

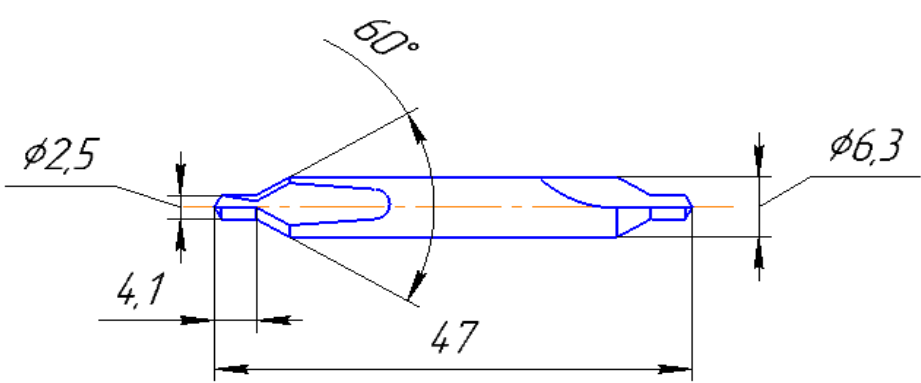
Окончание таблицы 10

Mn	0,5 – 0,8 %
Ni	До 0,3 %
S	До 0,025 %
P	До 0,025 %
Cr	1,0 – 1,3 %
Cu	До 0,3 %
B	До 0,005 %
Fe	~96 %

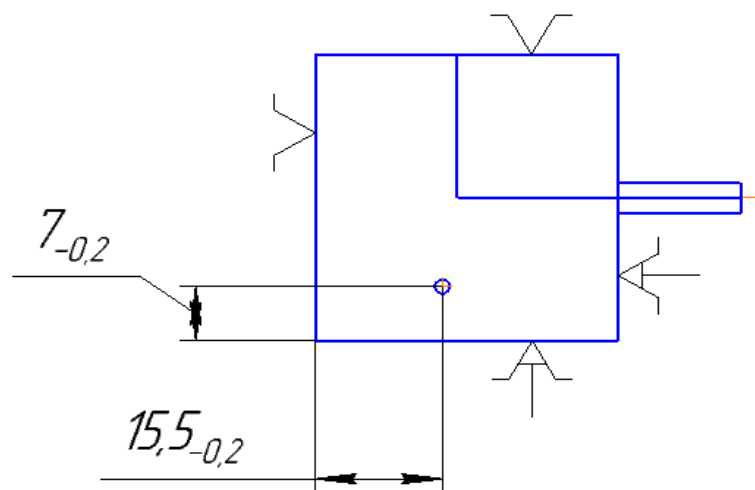
### 2.2.3 Существующая технология обработки отверстия в детали «Затвор»

Существующая технология обработки отверстия в детали «Затвор» для «ПП-91 Кедр» представлена в соответствии с таблицей 11. В неё входят: название операций, используемый инструмент, режимы резания, время на обработку и эскизы обработки.

Таблица 11 – Существующая технология обработки отверстия в детали «Затвор»

Операция (переход)	D, мм	L, мм	t, мм	s,мм /об	n,об/ мин	V, м/мин	To, мин
005 Зацентровать торец	—	—	—	—	—	—	0,16
Инструмент: Сверло Р9К5 ГОСТ 14952-75 (2317-0005)							
							

Операционный эскиз:



010 Сверлить  $D=3,6$  мм  
на длине  $(68+0,5)$  мм,  
выдерживая  $(15,5-0,2)$   
мм и  $(7-0,2)$  мм

3,6

75

1,8

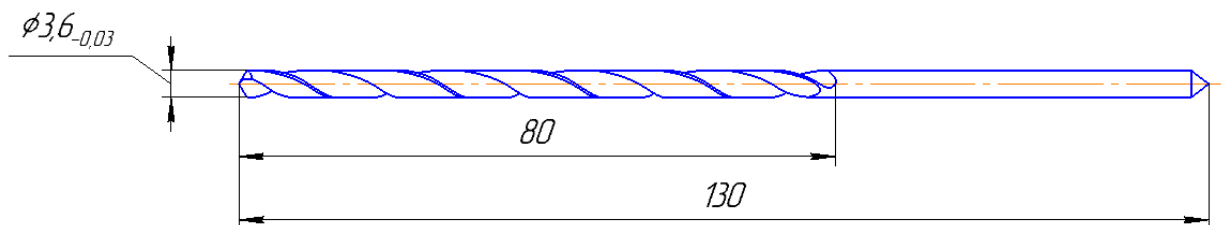
0,02

800

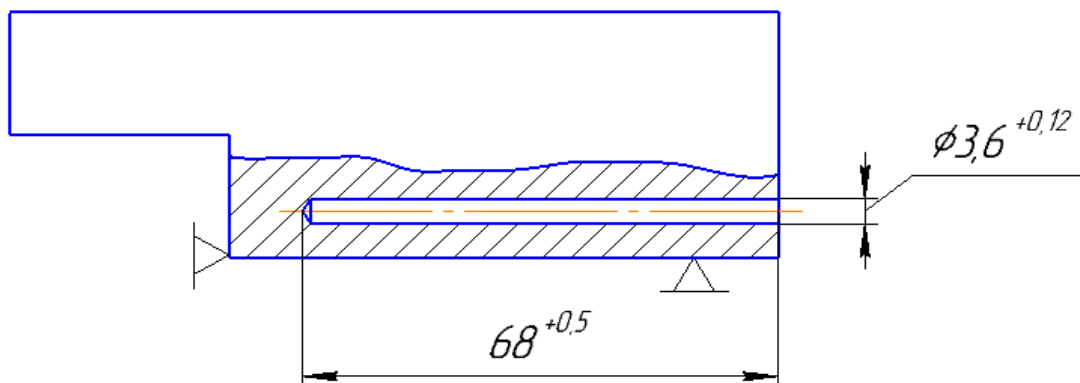
9,047

4,6

Инструмент: Сверло ВУ Р9К5



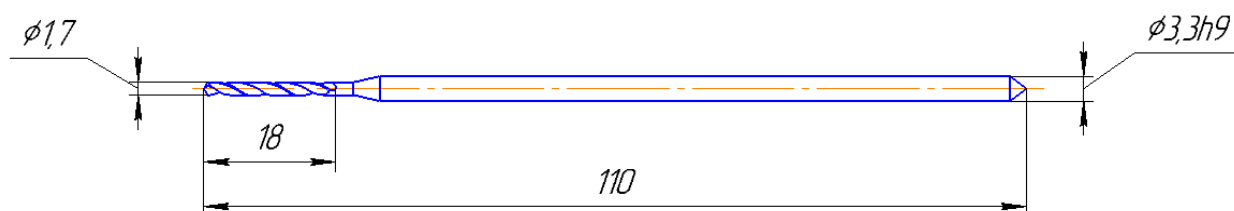
Операционный эскиз:



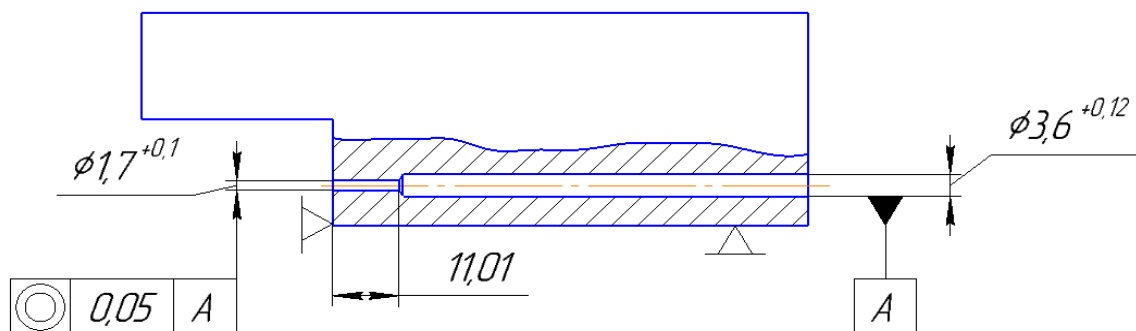
Продолжение таблицы 11

015 Сверлить D=1,7 мм, выдерживая (15,5-0,2) мм и (7-0,2) мм, отклонение от соосности оси D=1,7 мм, относительно оси D=3,8 мм: 0,05	1,7	15	0,85	0,017	800	0,31	1,10
---	-----	----	------	-------	-----	------	------

Инструмент: Сверло ВУ Р9К5

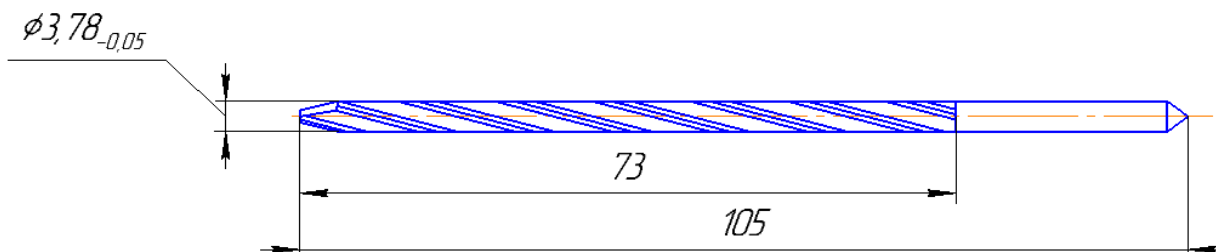


Операционный эскиз:

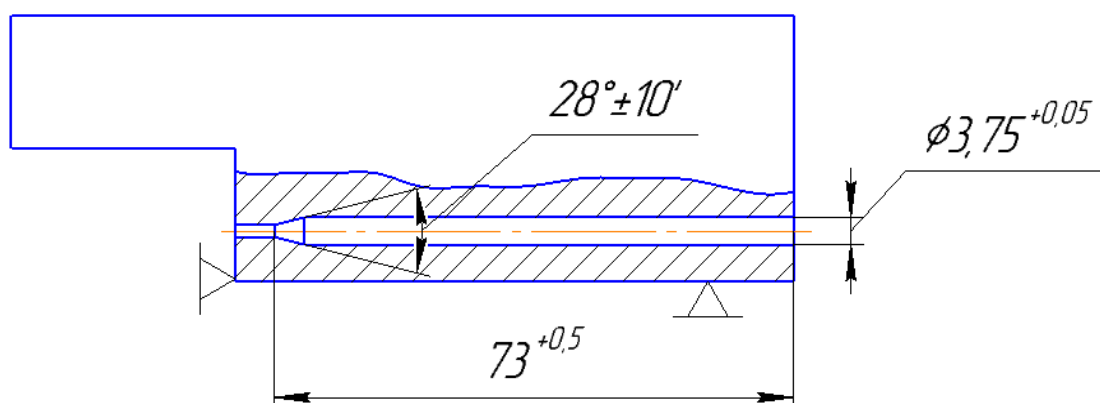


020 Зенкеровать D=(3,75+0,05) мм и конус $28^\circ \pm 10'$ , обеспечивая (73+0,5) мм	3,75	75	0,1	0,3	320	3,77	0,7
---	------	----	-----	-----	-----	------	-----

Инструмент: Зенкер ВУ Р9К5



Операционный эскиз:



025 Развернуть  
D=(3,8+0,048) мм и  
конус 28°±10

3,8

75

0,025

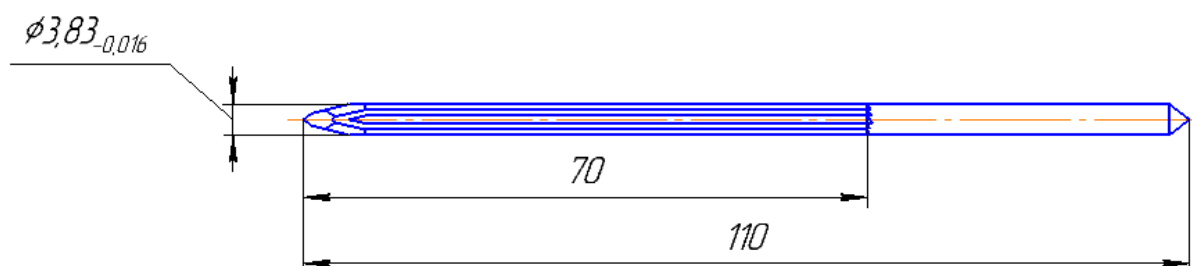
0,3

160

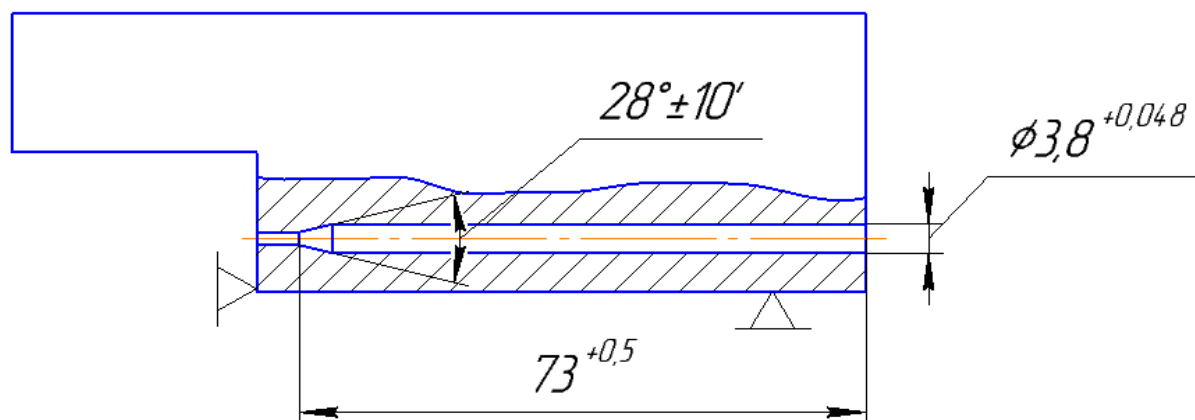
1,91

1,5

Инструмент: Развёртка ВУ Р9К5



Операционный эскиз:

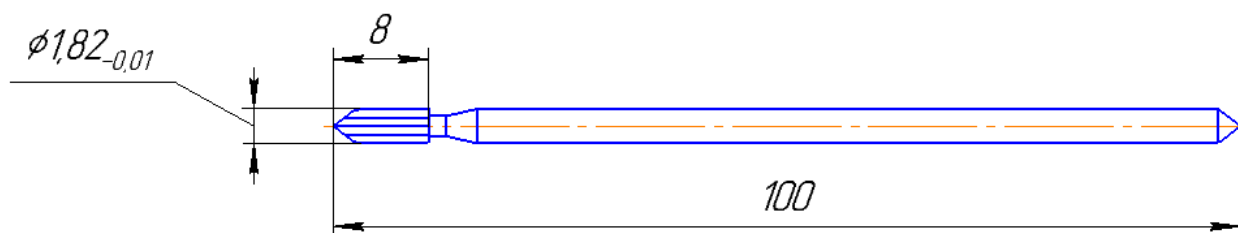




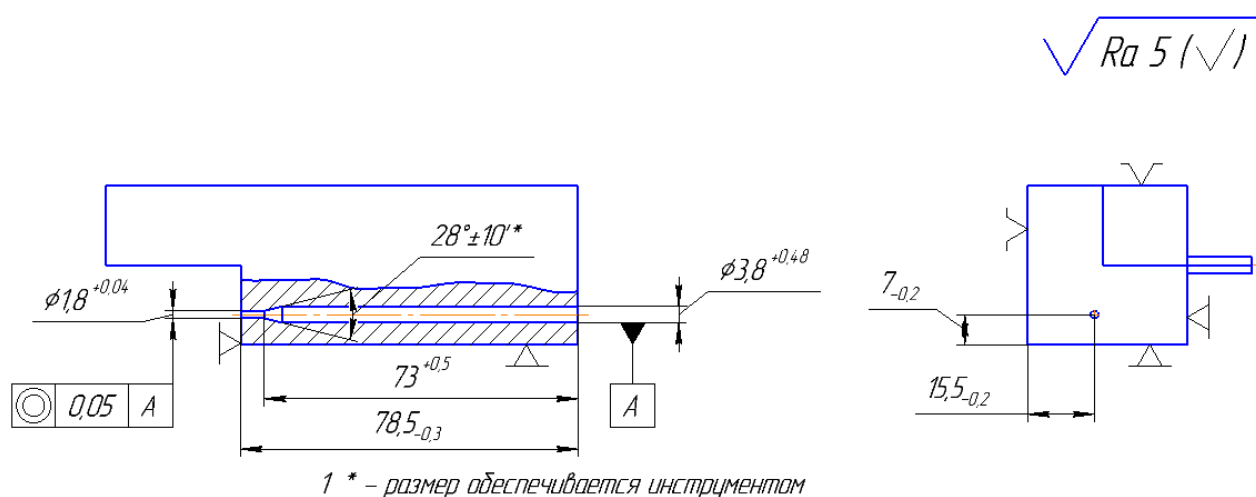
Окончание таблицы 11

030 Развернуть D=(1,8+0,04) мм, отклонение от соосности оси D=1,8 мм, относительно оси D=3,8 мм: 0,05	1,8	15	0,05	0,25	160	0,90	0,5
--	-----	----	------	------	-----	------	-----

Инструмент: Развёртка ВУ Р9К5



Операционный эскиз:



Суммарное время обработки отверстия на сверлильных операциях (совершенствуемых):

$$\sum T_o = 5,70 \text{ мин}$$

Суммарное время обработки отверстия:

$$\sum T_o = 9,56 \text{ мин}$$

## 2.3 Разработка предлагаемой технологии обработки отверстия в детали «Корпус»

В предлагаемой технологии обработки отверстия в детали «Корпус» вместо сверления детали с двух сторон, получистового и чистового растачивания с двух сторон, просверлим сразу отверстие напроход сборным перовым сверлом с диаметром пластины  $D=88$  мм из быстрорежущей стали. Предварительно сделаем компьютерную отладку режима обработки и геометрических параметров пластины в программе «Моделирование процесса обработки». Далее растачивание будет производиться комбинированной головкой фирмы Sandvik Coromant для чистового растачивания с последующим раскатыванием до диаметра  $D=90$  мм. Следующие операции шлифования и хромирования с последующим полированием оставляем как есть. [8]

### 2.3.1 Используемый станок

Для обработки отверстия выбран токарный станок серии Toolroom с ЧПУ – «Haas TL-2», представленный на рисунке 10. [9]



Рисунок 10 – Токарный станок с ЧПУ «Haas TL-2»

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

### Краткая техническая характеристика станка модели Naas TL-2:

Наибольший наружный диаметр заготовки над станиной, мм.....	508
Наибольший наружный диаметр заготовки над кареткой, мм.....	279
Наибольший обрабатываемый диаметр, мм.....	406
Наибольшая длина заготовки, мм.....	1219
Диаметр 3-ех кулачкового патрона, мм.....	250
Диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм.....	76,2
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин.....	3000
Торец шпинделя.....	A2-6
Максимальный крутящий момент, Н·м.....	146
Максимальная мощность шпинделя, кВт.....	8,9
Перемещение по оси X, мм.....	203
Перемещение по оси Z, мм.....	1219
Максимальная нагрузка оси X, Н.....	13772
Максимальная нагрузка оси Z, Н.....	10409
Скорость по оси X, м/мин.....	1,9
Скорость по оси Z, м/мин.....	3,8
Тип ЧПУ.....	CNC
Точность позиционирования, мм.....	±0,010
Габариты станка, мм.....	2560 x 1980 x 1380
Масса станка, кг.....	2087

### 2.3.2 Предлагаемая технология обработки отверстия в детали «Корпус»

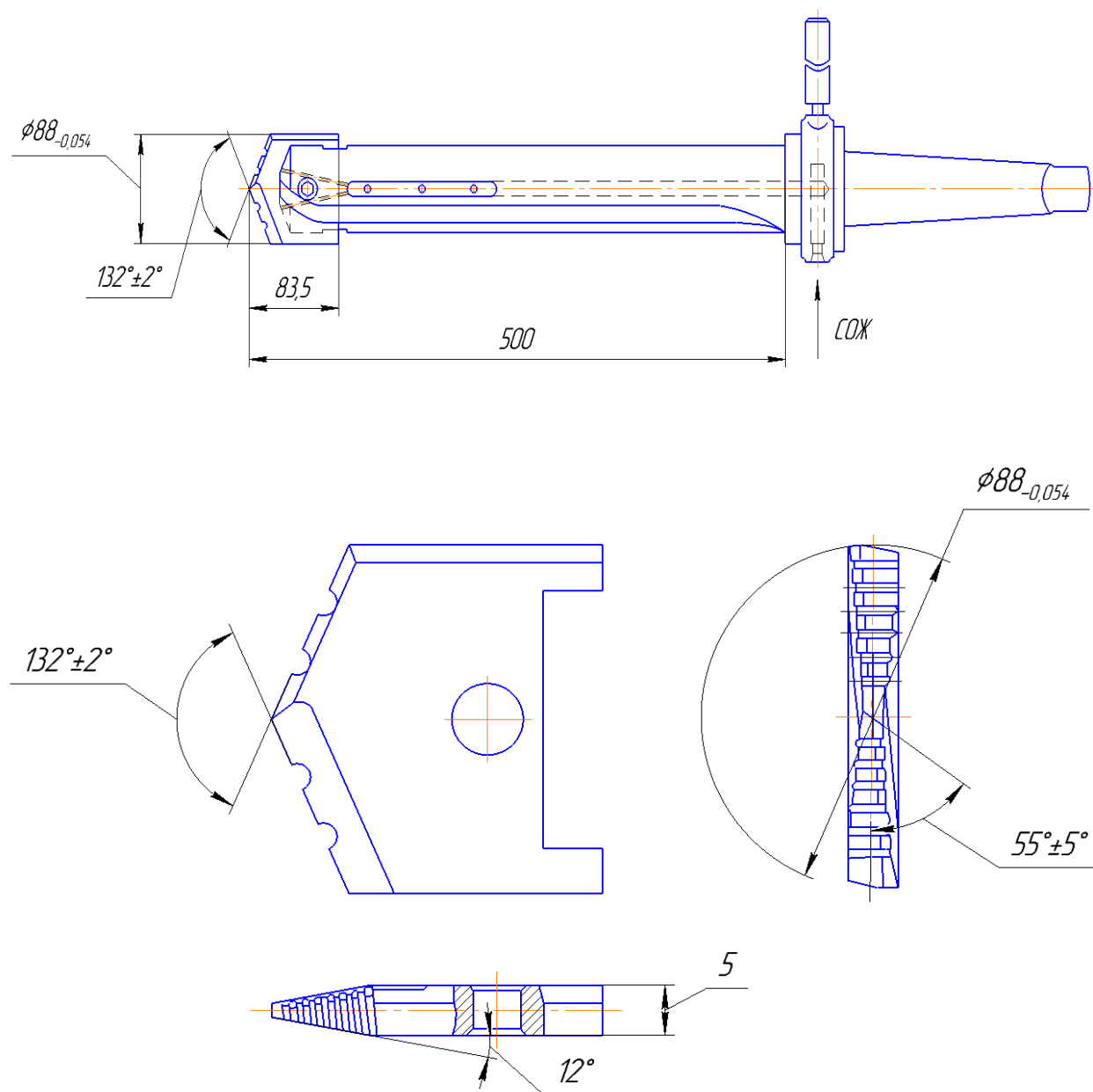
Предлагаемая технология обработки отверстия в детали «Корпус» для УРП-1500-3М1 представлена в соответствии с таблицей 12. Предложена операция сверления отверстия напроход с дальнейшим чистовым растачиванием. В таблицу входят: название операций, используемый инструмент, режимы резания, время на обработку и эскизы обработки. [1]

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

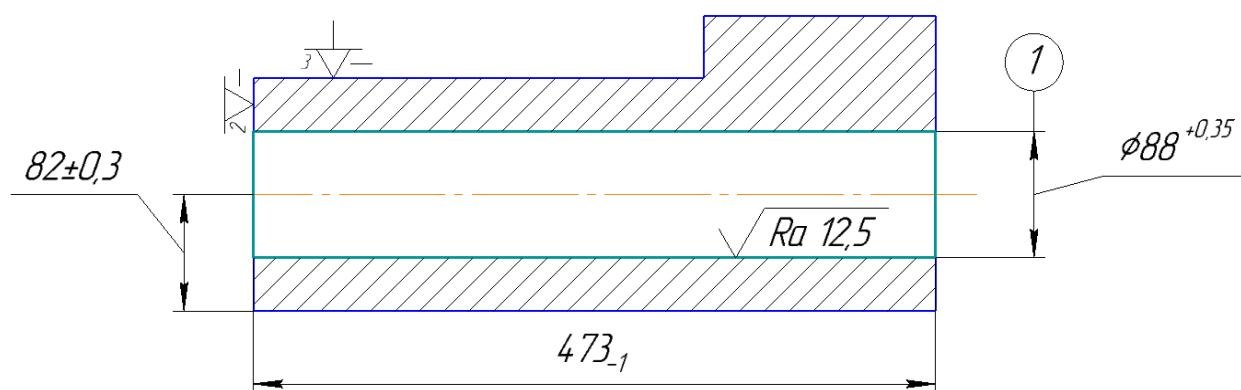
Таблица 12 – Предлагаемая технология обработки отверстия в детали «Корпус»

Операция (переход)	D, мм	t, мм	n, об/ мин	V, м/мин	s, мм/об	To, мин
005 Сверлить напроход, выдерживая (82±0,3) мм	88	44,0	75	20,73	0,20	33,33

Инструмент: Перовое сверло сборное,  
пластина P6M5 ГОСТ 25526-82 (2000-1259)



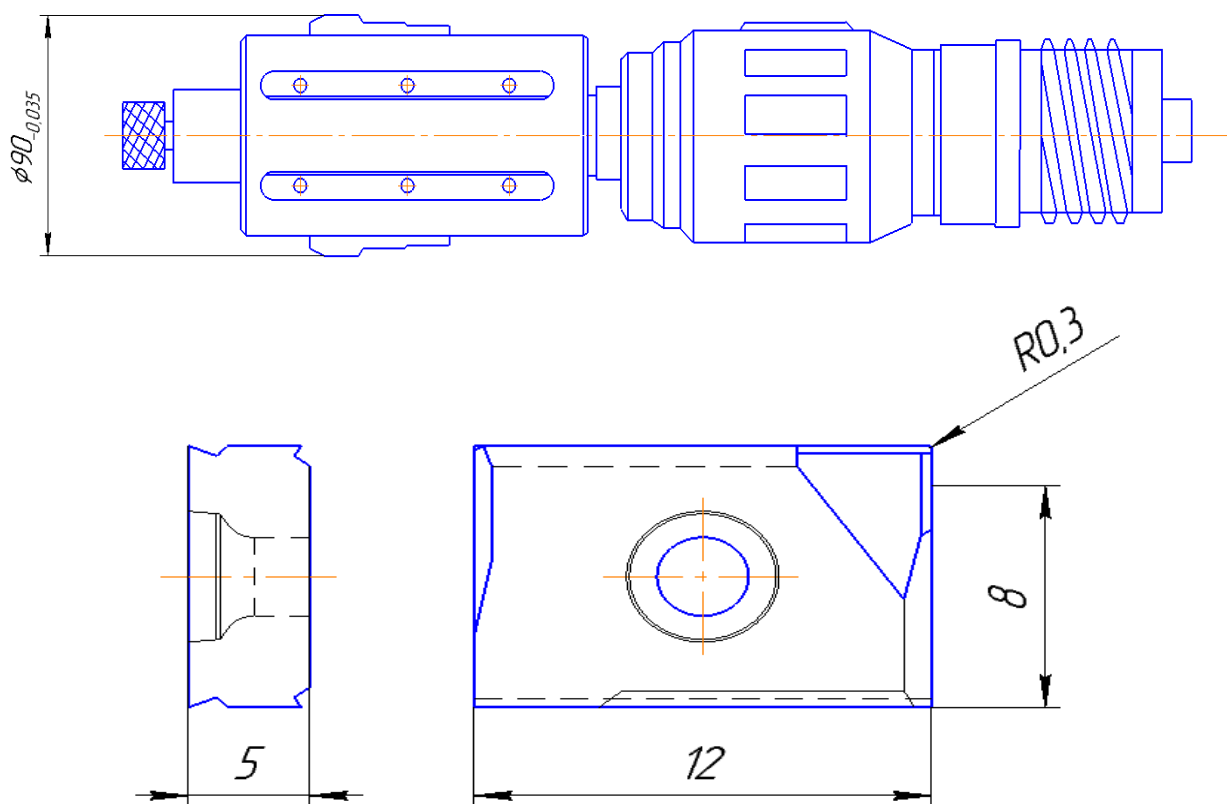
Операционный эскиз:



010 Расточить на всю длину с последующим раскатыванием, выдерживая (82±0,3) мм

90	1,0	282,9	80,0	1,0	1,76
90	1,0	250	70,68	2,0	1,00

Инструмент: Комбинированная головка Sandvik Coromant для чистового растачивания с последующим раскатыванием, диаметр штанги 62 мм, пластина R420.37-07 08 00-01 с покрытием Ti+Al+N,



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

15.03.05.2017.336.00 ПЗ

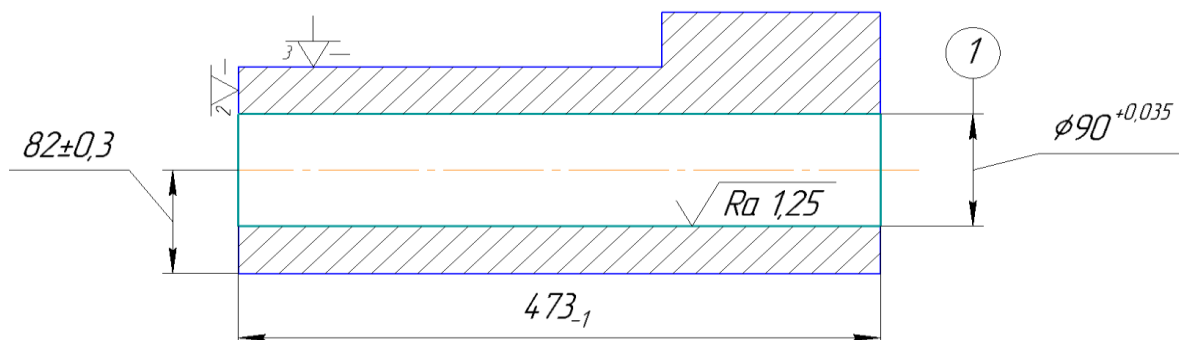
Лист

41



Продолжение таблицы 12

Операционный эскиз:



015 Шлифовать (черт. D=90H8), на глубину (345 \pm 3,0) мм, шероховатость 0,32, отклонение от соосности оси D=90H8 относительно оси D=135f7: 0,05 мм

90

0,1

134

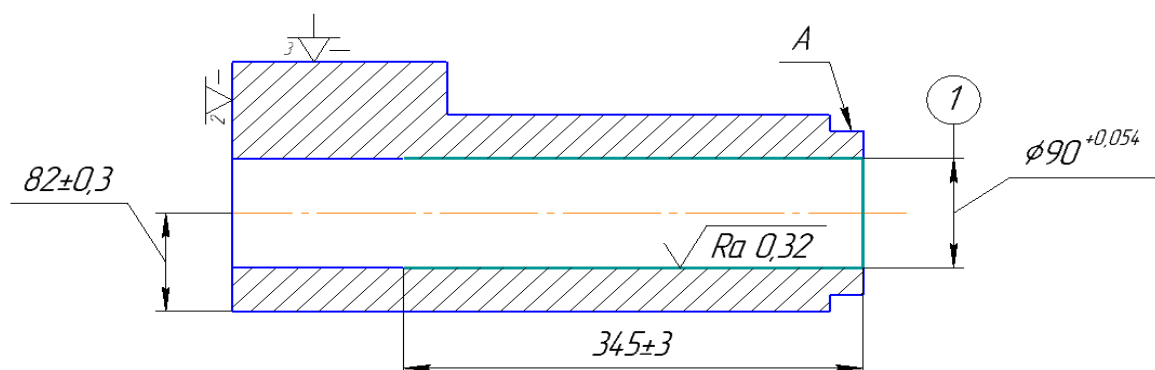
37,91

0,1

76,1

Инструмент: Шлифмашинка, паста ГОИ, круги: лепестковые, резиновые, войлочные, (в соответствии с таблицей 9 операцией 020)

Операционный эскиз:



1. Допуск соосности поверхности A относительно \phi 90H8: 0,05

040 Хромировать (черт. D=90H8), молочное 30...50 HRC

90

—

—

—

—

—

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.336.00 ПЗ

Лист

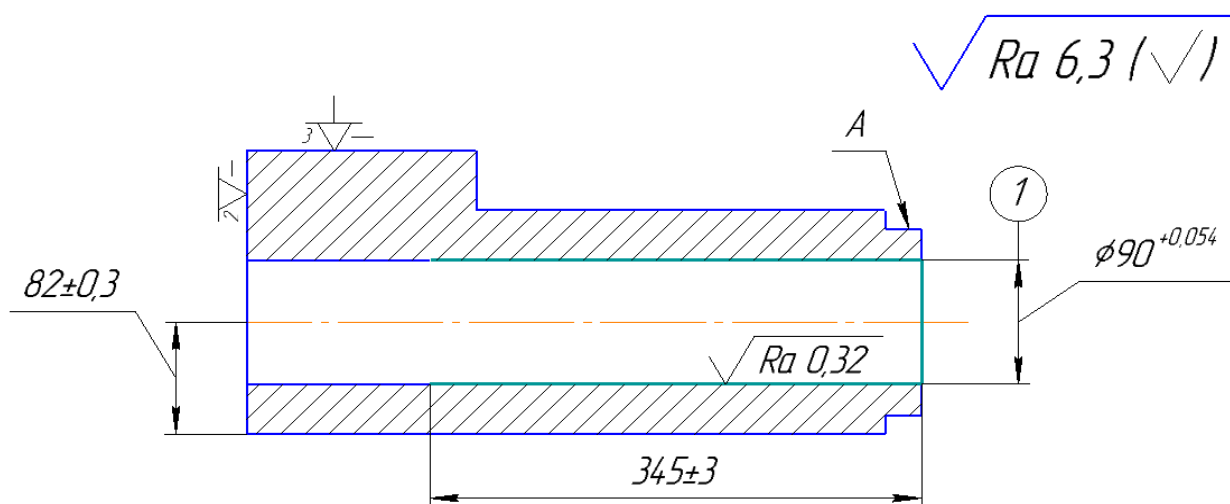
42

## Окончание таблицы 12

045 Полировать (черт. D=90H8), выдерживая (D=90+0,054) мм, отклонение от соосности оси D=90H8 относительно оси D=135f7: 0,05 мм	90	—	—	—	—	132,0
---	----	---	---	---	---	-------

Инструмент: Шлифмашинка, паста ГОИ,  
круги войлочные,  
(в соответствии с таблицей 9 операцией 020)

### Операционный эскиз:



1. Допуск соосности поверхности А относительно  $\phi 90H8$ : 0,05

Суммарное время обработки отверстия на предлагаемых операциях (сверление и растачивание с раскатыванием):

$$\sum T_0 = 36,09 \text{ мин}$$

Суммарное время обработки отверстия:

$$\sum T_o = 244,19 \text{ мин}$$

### 2.3.3 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия в детали «Корпус»

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Используя компьютерную программу «Моделирование ОТВ02», осуществим отладку обработки отверстия диаметром  $D=88H12$  мм сборным перовым сверлом фирмы Sandvik Coromant с пластиной из быстрорежущей стали Р6М5 по ГОСТ 25526-82 (2000-1259). [2]

В начальное окно вводим данные для моделирования: выбор способа обработки, от которого зависит дальнейший ввод данных. Выбираем операцию сверления в сплошном материале перовым сверлом, в соответствии с рисунком 11.

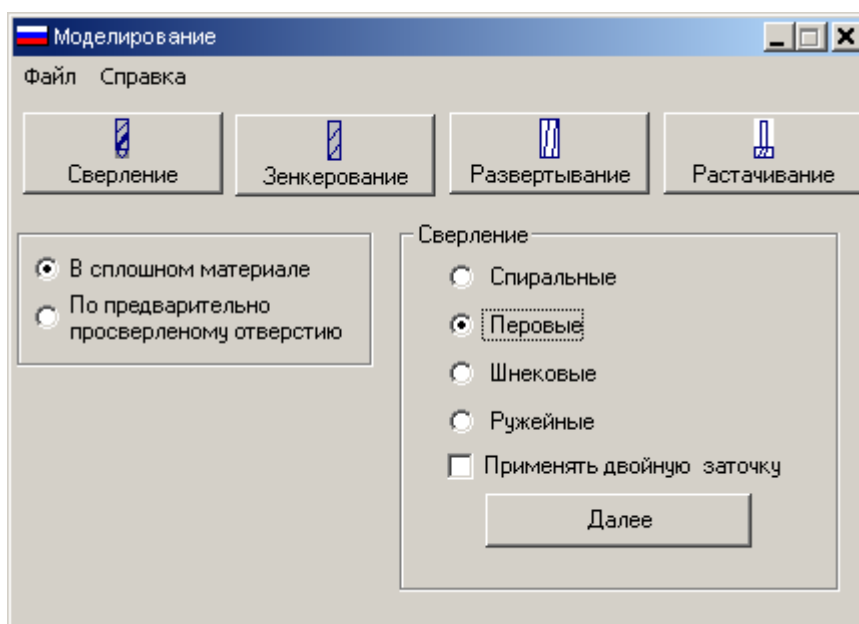


Рисунок 11 – Окно выбора способа обработки

Дальше осуществляется переход в окно выбора материала инструмента и детали. Для инструмента выбираем быстрорежущую инструментальную сталь Р6М5 по ГОСТ 19265-73. Для детали выбираем сталь 40Х легированную конструкционную, в соответствии с рисунком 12.

После этого открывается окно ввода исходных данных инструмента. Вводим диаметр ( $D=88$  мм), верхнее отклонение (0 мм), нижнее отклонение (-0,054 мм), главный угол в плане ( $\phi=59^\circ$ ), допуск главного угла в плане ( $2^\circ$ ), вылет инструмента (500 мм), осевое биение инструмента (0,1 мм), угол наклона перемычки ( $\psi=55^\circ$ ) и толщину режущей пластины ( $s=5$  мм), в соответствии с рисунком 13.

Выбор материала

Инструмент

data

Углеродистая инструментальная сталь ГОСТ 1435-74

Легированная инструментальная сталь ГОСТ 1435-74

Быстрорежущая инструментальная сталь ГОСТ 19265-73

Однокарбидные твердые сплавы ГОСТ 3882-74

2-х и 3-х карбидные твердые сплавы ГОСТ 3882-74

Минералокерамика

Синтетические сверхтвердые поликристаллы

Быстрорежущая инструментальная сталь ГОСТ 19265-73

id	data	Kmp
3	P6M5	26
3	P6M5K5	27
3	P8M3K6C	28
3	P9	29
3	P9M4K8	30
3	P9K5	31
3	P9K10	32
3	P10K5Ф5	33

P6M5

Ok

Деталь

koment

Жаропрочный чугун ГОСТ 7769-82

Коррозионный и Жаропрочный чугун ГОСТ 11849-66

Стали обыкновенного качества ГОСТ 380-88

Стали для отливок ГОСТ 977-88

Сталь углеродистая качественная ГОСТ 1050-88

Сталь легированная(Марганцовистая) ГОСТ 4543-71

Автоматная ГОСТ 1414-75

Сталь легированная конструкционная(Хромистая) ГОСТ 4543

Сталь легированная конструкционная(Хро

id	data	Kmp	Cpy	HB
8	15X	181		
8	20X	182		
8	30X	183		
8	35X	184		
8	38XA	185		
8	40X	186		
8	45X	187		
8	50X	188		

40X

Отмена

Рисунок 12 – Окно выбора материала инструмента и детали

Исходные данные для моделирования id23

Инструмент

Требуемые параметры

Диаметр

88

Верхнее отклонение

0

Нижнее отклонение

-0,054

Главный угол в плане

59

Допуск угла

2

Вылет инструмента

500

Осевое биение инструмента

0,1

Угол наклона перемычки

55

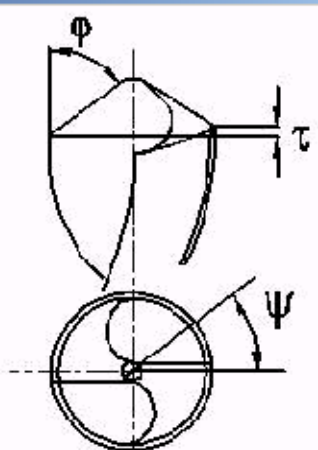
Толщина пластины

5

Ok

Отмена

Данные обработки



Φ

Главный угол в плане

τ

Осевое биение режущей кромки

Ψ

Угол наклона перемычки

Рисунок 13 – Окно ввода исходных данных инструмента

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

В этом же окне выбираем вкладку «Требуемые параметры», в соответствии с рисунком 14. Вводим требуемые параметры отверстия: диаметр отверстия детали ( $D=88$  мм), верхнее отклонение ( $0,35$  мм), нижнее отклонение ( $0$  мм), допуск увода ( $\Delta u=0,05$  мм) и допуск формы ( $0,18$  мм), равный половине допуска точности отверстия.

Рисунок 14 – Окно требуемых параметров отверстия в детали

Затем открываем в окне третью вкладку – «Данные обработки», в соответствии с рисунком 15. Вводим следующие параметры: длина обработки ( $l=473$  мм), подача ( $s=0,3$  мм/об), структура материала детали (однородная), тип отверстия (сквозное), осевое биение шпинделя ( $\Delta s=0,1$  мм) и твердость материала заготовки ( $HB=220$  Мпа).

После ввода всех данных нажимаем кнопку «ОК» и программа выдает окно вывода результатов расчета. Из результатов видно, что увод оси получился много больше допускаемого значения ( $0,4726$  мм не в допуске  $0,05$  мм), в соответствии с рисунком 16.

Исходные данные для моделирования id23

Инструмент | Требуемые параметры | Данные обработки

Длина обработки: 473

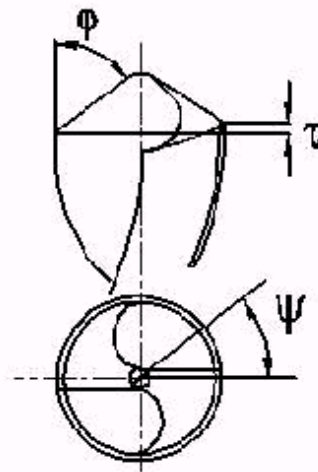
Подача: 0,3

Структура материала детали: Однородная

Отверстие: Сквозное

Осевое биение шпинделя: 0,1

Твердость материала заготовки НВ: 220



$\Phi$  Главный угол в плане  
 $\tau$  Осевое биение режущей кромки  
 $\Psi$  Угол наклона перемычки

Ok Отмена

Перейти назад к выбору вида обработки

Рисунок 15 – Окно ввода данных обработки

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV03

Результаты отладки.

ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходные данные:  
 Инструмент - СВЕРЛО ПЕРОВОЕ  
 Материал инструмента : P6M5  
 Материал детали : 40X

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,4726	0,05
Отклонение от круглости	0,0744	0,18
Разбивка отверстия	0,17071	
Максимальный диаметр	88,17	88,35
Минимальный диаметр	87,871	88,0

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ ВЫХОД

Рисунок 16 – Окно вывода результатов расчета



Нужно получить допускаемые значения для всех параметров обработки, поэтому нажимаем кнопку «ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ».

В процессе обработки отверстия происходит накопление погрешностей, обусловленных разными причинами. Это значительно затрудняет определение параметров точности. В таких случаях применяется методика пофакторного компьютерного эксперимента. Для расчета отдельного параметра точности учитываются только те факторы, которые на него влияют. Для этого составляются различные сценарии компьютерных экспериментов. При обработке отверстий на отклонение диаметра отверстия (разбивку) и увод оси влияют: диссимметрия режущей части инструмента, величина главного угла в плане, вылет инструмента, осевое биение шпинделя и подача. [2]

Увеличим главный угол в плане с  $59^\circ$  до  $66^\circ$ , допустимый по ГОСТ для данной пластины. Так же уменьшим подачу до 0,2 мм/об. Изменяемые параметры приведены в окне «Отладка», в соответствии с рисунком 17.

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом. OTV02

**РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАЗБИВКИ**

Увеличить главный угол в плане  
Обеспечить разность заточки(допуск) главного угла в плане 2-3 градуса  
Увеличить подачу  
Изменить осевое биение режущей кромки инструмента  
Уменьшить вылет инструмента

	Старое значение	Новое значение
Главный угол в плане	59,0	66,0
Допуск главного угла	2,0	2,0
Осевое биение инструмента	0,1	0,1
Подача	0,3	0,2
Вылет инструмента	500,0	500,0

Продолжить

Рисунок 17 - Отладка

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

Результаты отладки.

**ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Исходные данные:  
Инструмент - СВЕРЛО ПЕРОВОЕ  
Материал инструмента : P6M5  
Материал детали : 40X

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,0218	0,05
Отклонение от круглости	0,00485	0,18
Разбивка отверстия	0,076	
Максимальный диаметр	88,15	88,35
Минимальный диаметр	88,074	88,0

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ    ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ    ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ    ВЫХОД

Рисунок 18 – Итоговые результаты отладки

Итоговые результаты отладки:

- увод оси 0,0218 мм – в допуске 0,05 мм;
- отклонение от круглости 0,00485 мм – в допуске 0,18 мм;
- разбивка отверстия равна 0,076 мм;
- максимальный диаметр 88,15 мм в допуске 88,35 мм;
- минимальный диаметр 88,074 мм в допуске 88,0 мм.

#### 2.3.4 Расчет основного времени

Рассчитаем основное время и другие параметры резания для операций сверления и растачивания с раскатыванием, в соответствии с таблицей 12. [7]

Для сверления отверстия в сплошном металле выбрано перовое сверло с диаметром пластины 88 мм. Найдем глубину резания при сверлении по формуле (1):

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм}, \quad (1)$$

$$t = \frac{88}{2} = 44 \text{ мм.}$$

Скорость резания нужно получить для рекомендуемого диапазона в 20...40 м/мин, по [1, с. 50]. Прикинув количество оборотов по формуле (2), примем  $n=75$  об/мин;

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \text{ м/мин}, \quad (2)$$

Вычислим скорость резания по формуле (2):

$$V = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 75}{1000} = 20,73 \text{ м/мин},$$

Скорость резания удовлетворяет требуемой. [4]

Вычислим время обработки по формуле (3):

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \text{ мин}, \quad (3)$$

где  $L=500$  мм – путь, пройденный инструментом;

$i=1$  – количество заходов;

$n=75$  об/мин – число оборотов шпинделя;

$s=0,2$  мм/об – подача, выбранная по отладке (см. раздел 2.3.2);

$$T_o = \frac{500 \cdot 1}{75 \cdot 0,2} = 33,33 \text{ мин.}$$

Теперь рассчитаем для операции растачивания комбинированной головкой диаметром  $D=90$  мм. Режимы обработки по [1, с. 75]:

$t=1$  мм – глубина резания;

$V=80$  м/мин – скорость резания;

$s=1$  мм/об – подача;

Число оборотов шпинделя найдем из формулы (2):

$$n = \frac{80 \cdot 1000}{3,14 \cdot 90} = 283 \text{ об/мин},$$

Общее время для операции растачивания по формуле (3):

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$$T_o = \frac{500 \cdot 1}{283 \cdot 1} = 1,76 \text{ мин.}$$

Для операции раскатывания комбинированной головкой диаметром D=90 мм. Режимы резания по [1, с. 75]:

t=1 мм – глубина резания;

n=250 об/мин – число оборотов шпинделя;

s=2 мм/об – подача;

Скорость резания найдем из формулы (2):

$$V = \frac{3,14 \cdot 90 \cdot 250}{1000} = 70,68 \text{ м/мин,}$$

Общее время для операции раскатывания по формуле (3):

$$T_o = \frac{500 \cdot 1}{250 \cdot 2} = 1 \text{ мин.}$$

Суммарное время обработки отверстия на предлагаемых операциях (сверление и растачивание с раскатыванием):

$$\sum T_o = 33,33 + 1,76 + 1 = 36,09 \text{ мин,}$$

Суммарное время обработки отверстия:

$$\sum T_o = 36,09 + 76,1 + 132 = 244,19 \text{ мин,}$$

Вывод: основное время обработки на токарные операции (до шлифования) сократилось на 334,14 минут, а общее время обработки составило 244,19 минут, вместо 578,33 минут.

## 2.4 Компьютерная отладка технологии обработки отверстий в детали «Затвор»

Главная проблема в изготовлении детали «Затвор» - это частый увод оси отверстия диаметра 1,7 мм, относительно оси отверстия диаметра 3,6 мм. Процент брака равен 9% от общего числа деталей. Задача - задать такие режимы обработки, при которых увода оси не будет. При этом станок и режущие инструменты оставим прежние.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

#### 2.4.1 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 3,6 мм в детали «Затвор»

Используя компьютерную программу «Моделирование OTV02», осуществим отладку обработки отверстия диаметра  $D_1=3,6$  мм на сверлильную операцию 010, в соответствии с таблицей 11.

В начальное окно вводим данные для моделирования: выбор способа обработки, от которого зависит дальнейший ввод данных. Выбираем операцию сверления в сплошном материале спиральным сверлом, в соответствии с рисунком 19.

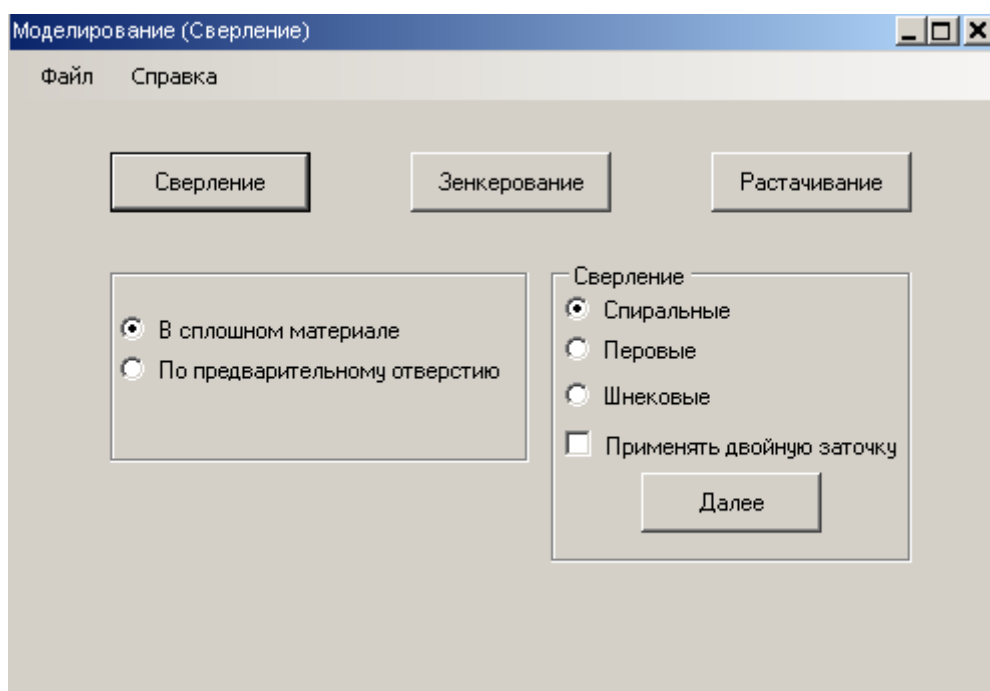


Рисунок 19 – Окно выбора способа обработки

Дальше осуществляется переход в окно выбора материала инструмента и детали. Для инструмента выбираем быстрорежущую инструментальную сталь Р9К5 по ГОСТ 19265-73. Для детали выбираем сталь 30Х, т.к. нету 30ХРА, легированную конструкционную хромистую, в соответствии с рисунком 20.

После этого открывается окно ввода параметров инструмента. Вводим диаметр ( $D=3,6$  мм), верхнее отклонение (0 мм), нижнее отклонение (-0,03 мм), главный угол в плане ( $\varphi=59^\circ$ ), допуск главного угла в плане ( $3^\circ$ ), вылет

инструмента (70 мм), осевое биение инструмента (0,1 мм), угол наклона винтовой канавки ( $\omega=25^\circ$ ), угол наклона перемычки ( $\psi=55^\circ$ ) и длина перемычки (0,56 мм), в соответствии с рисунком 21.

**Выбор материала**

Файл Справка

**Инструмент**

№	Группа материала
1	Углеродистая инструментальная сталь ГОСТ 1435-74
2	Легированная инструментальная сталь ГОСТ 1435-74
3	Быстрорежущая инструментальная сталь ГОСТ 19265-73
4	Однокрибидные твердые сплавы ГОСТ 3882-74
5	2-х и 3-х карбидные твердые сплавы ГОСТ 3882-74
6	Минералокерамика
7	Синтетические сверхтвердые поликристаллы

Быстрорежущая инструментальная сталь ГОСТ 19265-73

№	Марка материала	Kmp
1	P6M5	26
2	P6M5K5	27
3	P8M3K6C	28
4	P9	29
5	P9M4K8	30
6	P9K5	31
7	P9K10	32
8	P10K5F5	33

P9K5

Отмена

**Деталь**

№	Группа материала
3	Стали обыкновенного качества ГОСТ 380-88
4	Стали для отливок ГОСТ 977-88
5	Сталь углеродистая качественная ГОСТ 1050-88
6	Сталь легированная(Марганцовистая) ГОСТ 4543-71
7	Автоматная ГОСТ 1414-75
8	Сталь легированная конструкционная(Хромистая) ГОСТ 4543-71
9	Шарикоподшипниковая ГОСТ 801-78

Сталь легированная конструкционная(Хромистая) ГОСТ 4543-71

№	Марка материала	Kmp
1	15X	181
2	20X	182
3	30X	183
4	35X	184
5	38XA	185
6	40X	186
7	45X	187
8	50X	188

30X

Далее

Рисунок 20 – Окно выбора материала инструмента и детали

**Ввод исходных данных**

Файл Справка

Инструмент Требуемые параметры Данные обработки

Диаметр, мм 3,6

Верхнее отклонение, мм 0

Нижнее отклонение, мм -0,03

Главный угол в плане, градусы 59

Допуск угла в плане, градусы 3

Вылет инструмента, мм 80,0

Осевое биение инструмента, мм 0,1

Угол наклона винтовой канавки, градусы 25

Угол наклона перемычки, градусы 55

Длина перемычки, мм 0,56

Отмена

Далее

$\phi$  - Главный угол в плане  
 $\tau$  - Осевое биение режущей кромки  
 $\psi$  - Угол наклона перемычки

Рисунок 21 – Окно ввода параметров инструмента



В этом же окне выбираем вкладку «Требуемые параметры», в соответствии с рисунком 22. Вводим требуемые параметры отверстия: диаметр отверстия детали ( $D=3,6$  мм), верхнее отклонение ( $0,2$  мм), нижнее отклонение ( $0$  мм), допуск увода ( $\Delta u=0,1$  мм) и допуск формы ( $0,1$  мм), равный половине допуска точности отверстия.

Рисунок 22 – Окно требуемых параметров отверстия в детали

Затем открываем в окне третью вкладку – «Данные обработки», в соответствии с рисунком 23. Вводим следующие параметры: длина обработки ( $l=68$  мм), подача ( $s=0,02$  мм/об), структура материала детали (однородная), тип отверстия (глухое), осевое биение шпинделя ( $\Delta s=0,05$  мм) и твердость материала заготовки для стали 30ХРА ( $HB=241$  Мпа).

После ввода всех данных нажимаем кнопку «ОК» и программа выдает окно вывода результатов расчета, в соответствии с рисунком 24. Из результатов видно, что увод оси получился больше допускаемого значения ( $0,234$  мм не в допуске  $0,1$  мм) и минимальный диаметр ( $3,518$  мм не в допуске  $3,6$  мм).

Ввод исходных данных

Файл Справка

Инструмент Требуемые параметры Данные обработки

Длина обработки, мм 68

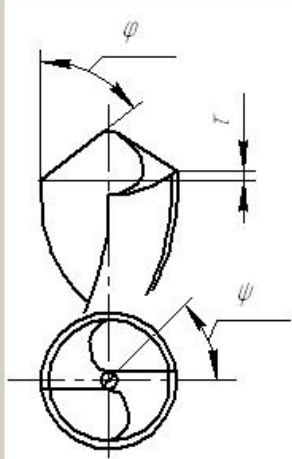
Подача, мм/об 0,02

Структура материала детали Однородная

Отверстие Глухое

Осевое биение шпинделя 0,05

Твердость материала заготовки, HB 241



$\phi$  – Главный угол в плане  
 $\tau$  – Осевое биение режущей кромки  
 $\psi$  – Угол наклона перемычки

Отмена Далее

Рисунок 23 – Окно ввода данных обработки

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

Результаты отладки.

ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходные данные:  
Инструмент – СВЕРЛО СПИРАЛЬНОЕ  
Материал инструмента : P9K5  
Материал детали : 30X

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,234	0,1
Отклонение от круглости	0,05144	0,1
Разбивка отверстия	0,121	
Максимальный диаметр	3,639	3,8
Минимальный диаметр	3,518	3,6

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ ВЫХОД

Рисунок 24 – Окно вывода результатов расчета

Нужно получить допускаемые значения для всех параметров обработки, поэтому нажимаем кнопку «ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ».

Уменьшим главный угол в плане с  $59^\circ$  до  $45^\circ$  и уменьшим вылет инструмента до 73 мм. Изменяемые параметры приведены в окне «Отладка», в соответствии с рисунком 25.

Итоговые результаты отладки, в соответствии с рисунком 26:

- увод оси 0,0902 мм в допуске 0,1 мм;
- отклонение от круглости 0,05144 мм в допуске 0,1 мм;
- разбивка отверстия равна 0,02 мм;
- максимальный диаметр 3,632 мм в допуске 3,8 мм;
- минимальный диаметр 3,602 в допуске 3,6 мм.

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

**РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УВОДА ОСИ**

Уменьшить главный угол в плане  
Повысить точность заточки (снизить допуск) главного угла  
Уменьшить осевое биение инструмента  
Уменьшить осевое биение шпинделя  
Уменьшить подачу  
Уменьшить вылет инструмента

	Старое значение	Новое значение
Главный угол в плане	59,0	45,0
Допуск главного угла	3,0	3,0
Осевое биение инструмента	0,1	0,1
Осевое биение шпинделя	0,05	0,05
Подача	0,02	0,02
Вылет инструмента	80,0	73,0

Продолжить

Рисунок 25 – Отладка

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

Результаты отладки.

**И Т О Г О В Ы Е   Р Е З У Л Ь Т А Т Ы**

Исходные данные:  
Инструмент - СВЕРЛО СПИРАЛЬНОЕ  
Материал инструмента : P9K5  
Материал детали : 30X

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,0902	0,1
Отклонение от круглости	0,05144	0,1
Разбивка отверстия	0,02	
Максимальный диаметр	3,632	3,8
Минимальный диаметр	3,602	3,6

Рисунок 26 – Итоговые результаты отладки

#### 2.4.2 Компьютерная отладка технологии обработки отверстия диаметра 1,7 мм в детали «Затвор»

Результатом компьютерной отладки будут режимы обработки и геометрические параметры инструмента, при которых увод оси отверстия будет в заданном допуске 0,05 мм. Допуск формы и точности расположения так же должен быть в требуемом диапазоне.

В начальное окно вводим данные для моделирования: выбор способа обработки, от которого зависит дальнейший ввод данных. Выбираем операцию сверления в сплошном материале спиральным сверлом, в соответствии с рисунком 19.

Дальше осуществляется переход в окно выбора материала инструмента и детали. Для инструмента выбираем быстрорежущую инструментальную сталь P9K5 по ГОСТ 19265-73. Для детали выбираем сталь 30X, т.к. нету 30ХРА, легированную конструкционную хромистую, в соответствии с рисунком 20.

После этого открывается окно ввода параметров инструмента. Вводим диаметр ( $D=1,7$  мм), верхнее отклонение (0 мм), нижнее отклонение (-0,025 мм), главный угол в плане ( $\varphi=59^\circ$ ), допуск главного угла в плане ( $3^\circ$ ), вылет инструмента (21 мм), осевое биение инструмента (0,1 мм), угол наклона винтовой канавки ( $\omega=23^\circ$ ), угол наклона перемычки ( $\psi=55^\circ$ ) и длина перемычки (0,32 мм), в соответствии с рисунком 27.

Исходные данные для моделирования id23		
Инструмент	Требуемые параметры	Данные обработки
Диаметр	1,7	
Верхнее отклонение	0	
Нижнее отклонение	-0,025	
Главный угол в плане	59	
Допуск угла	3	
Вылет инструмента	21	
Осевое биение инструмента	0,1	
Угол наклона винтовой канавки	23	
Угол наклона перемычки	55	
Длина перемычки	0,32	

☐ Сверло стандартное

Ok Отмена

$\Phi$  Главный угол в плане  
 $\tau$  Осевое биение режущей кромки  
 $\Psi$  Угол наклона перемычки

Рисунок 27 – Окно ввода параметров инструмента

В этом же окне выбираем вкладку «Требуемые параметры», в соответствии с рисунком 28. Вводим требуемые параметры отверстия: диаметр отверстия детали ( $D=1,7$  мм), верхнее отклонение (0,15 мм), нижнее отклонение (0 мм), допуск увода ( $\Delta u=0,05$  мм) и допуск формы (0,075 мм), равный половине допуска точности отверстия.

Затем открываем в окне третью вкладку – «Данные обработки», в соответствии с рисунком 29. Вводим следующие параметры: длина обработки ( $l=11$  мм), подача ( $s=0,017$  мм/об), структура материала детали (однородная), тип

отверстия (сквозное), осевое биение шпинделя ( $\Delta s=0,05$  мм) и твердость материала заготовки для стали 30ХРА (HB=241 Мпа).

Исходные данные для моделирования id23

Инструмент | Требуемые параметры | Данные обработки

Диаметр отверстия детали: 1,7

Верхнее отклонение: 0,15

Нижнее отклонение: 0

Допуск увода: 0,05

Допуск формы: 0,075

☐ Сверло стандартное

Ok Отмена

$\Phi$  Главный угол в плане  
 $\tau$  Осевое биение режущей кромки  
 $\Psi$  Угол наклона перемычки

Рисунок 28 – Окно требуемых параметров отверстия в детали

Исходные данные для моделирования id23

Инструмент | Требуемые параметры | Данные обработки

Длина обработки: 11

Подача: 0,017

Структура материала детали: Однородная

Отверстие: Сквозное

Осевое биение шпинделя: 0,05

Твердость материала заготовки HB: 241

☐ Сверло стандартное

Ok Отмена

$\Phi$  Главный угол в плане  
 $\tau$  Осевое биение режущей кромки  
 $\Psi$  Угол наклона перемычки

Рисунок 29 – Окно ввода данных обработки

После ввода всех данных нажимаем кнопку «ОК» и программа выдает окно вывода результатов расчета, в соответствии с рисунком 30. Из результатов видно, что увод оси получился больше допускового значения (0,0817 мм не в допуске 0,05 мм), максимальный и минимальный диаметры тоже не в допуске.

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,0817	0,05
Отклонение от круглости	0,02196	0,075
Разбивка отверстия	0,219	0,075
Максимальный диаметр	1,872	1,85
Минимальный диаметр	1,653	1,7

Рисунок 30 – Окно вывода результатов расчета

Нужно получить допусковые значения для всех параметров обработки, поэтому нажимаем кнопку «ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ».

Уменьшим движение подачи до 0,015 мм/об. Изменяемые параметры приведены в окне «Отладка», в соответствии с рисунком 31.

Итоговые результаты отладки, в соответствии с рисунком 32:

- увод оси 0,0319 мм в допуске 0,05 мм;
- отклонение от круглости 0,01621 мм в допуске 0,075 мм;
- разбивка отверстия равна 0,058 мм;
- максимальный диаметр 1,763 мм в допуске 1,850 мм;



- минимальный диаметр 1,705 в допуске 1,7 мм.

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

**РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РАЗБИВКИ**

Увеличить главный угол в плане  
Обеспечить разность заточки(допуск) главного угла в плане 2-3 градуса  
Увеличить подачу  
Изменить осевое биение режущей кромки инструмента  
Уменьшить вылет инструмента

	Старое значение	Новое значение
Главный угол в плане	45,0	45,0
Допуск главного угла	3,0	3,0
Осевое биение инструмента	0,05	0,05
Подача	0,017	0,015
Вылет инструмента	21,0	21,0

Продолжить

Рисунок 31 – Отладка

Моделирование процесса обработки отверстия сверлом.OTV02

Результаты отладки.

**ИТОГОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Исходные данные:  
Инструмент - СВЕРЛО СПИРАЛЬНОЕ  
Материал инструмента : P9K5  
Материал детали : 30X

	Расчётные значения	Допускаемые значения
Увод оси	0,0319	0,05
Отклонение от круглости	0,01621	0,075
Разбивка отверстия	0,058	
Максимальный диаметр	1,763	1,85
Минимальный диаметр	1,705	1,7

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ    ВЫПОЛНИТЬ ОТЛАДКУ    ВЫВОД НА ПЕЧАТЬ    ВЫХОД

Рисунок 32 – Итоговые результаты отладки

### 2.4.3 Расчет основного времени

Основное время практически не изменится, т.к. произведена качественная отладка технологического процесса. Из режимов резания уменьшена только подача на обработку диаметра 1,7 мм: с 0,017 мм/об до 0,015 мм/об.

Вычислим новое время обработки для операции 015 по формуле (3):

$$T_o = \frac{15 \cdot 1}{800 \cdot 0,015} = 1,25 \text{ мин},$$

сравнив с предыдущим временем на операцию 015, равным 1,10 мин, время на обработку выросло на 0,15 мин.

Суммарное время обработки отверстия для детали «Затвор», [4]:

$$\sum T_o = 9,56 + 0,15 = 9,71 \text{ мин.}$$

### 2.5 Выводы

В технологическом разделе были проанализированы технологические процессы обработки глубоких отверстий высокой точности для деталей «Корпус» и «Затвор». Для детали «Корпус» предложена другая технология. Произведена компьютерная отладка для каждой детали путем изменения главного угла в плане, подачи и вылета инструмента. Время обработки отверстия в детали «Корпус» сократилось более, чем в два раза. Для детали «Затвор» проведена качественная отладка параметров для устранения увода оси.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### 3.1 Анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп

Обеспечение безопасности трудовой деятельности работников на предприятии и сведение к минимуму риска производственного травматизма и профзаболеваний – основные задачи охраны труда на предприятиях. К вредным факторам относят те, которые являются причиной заболеваний или влияют на снижение работоспособности. Опасные же факторы приводят к травмам или внезапным и резким нарушениям здоровья человека. [10]

Задействованные станки на участке:

- 1) Токарно-винторезный станок 1А64;
- 2) Токарно-револьверный станок 1Н318.

Выявленные физические опасные и вредные производственные факторы согласно [12]:

- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень статического электричества;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;
- контакт со стружкой.

Химические вредные факторы в данном помещении отсутствуют.

Выявленные биологические опасные и вредные производственные факторы согласно [12]:

- СОЖ;

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

К психофизиологическим опасным и вредным производственным факторам согласно [12], можно отнести следующие:

- физические перегрузки;
- монотонность труда.

### 1) Повышенный уровень шума согласно [13]

Источниками шума в цехе являются электродвигатели, вращающиеся части станков, шум при обработке деталей, передвигающиеся краны. Ослабление шума должно достигаться за счет акустического совершенствования машин, применения принудительной смазки, применения звукоизолирующих кабин и звукопоглощающих экранов. Если устранить шум невозможно, то рабочие в процессе работы должны пользоваться защитными средствами (3.2).

### 2) Опасность поражения электрическим током согласно [14]

Приводом станков является электродвигатель, поэтому следует следить за безопасностью во время его работы. Должны быть применены ограждения и оболочки для предотвращения любого прикосновения к токоведущим частям станка или же покрытие полной изоляцией. Предусмотрено автоматическое отключение питания при срабатывании защиты. Подключение станков к защитному заземлению в сети с изолированной нейтралью (1000 В и выше) (3.3).

### 3) Недостаточная освещенность рабочей зоны согласно [15]

Недостаточная освещенность рабочей зоны в процессе работы может привести к ухудшению зрения, появлению брака и неточности обработки, к быстрому утомлению и снижению работоспособности. Поэтому проводят проверки освещенности производственных помещений, чтобы выполнялись нормы СНиП для общего и местного освещения.

В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина КЕО (коэффициент естественной освещенности) – это

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отношение освещенности внутри помещения к освещенности снаружи, выраженная в процентах. При средней точности зрительной работы КЕО при боковом освещении должен составлять 1,5%.

Наличие больших оконных проемов, с правильной планировкой цеха должно обеспечивать хорошую естественную освещенность. Естественное освещение является наиболее благоприятным для человека и является бесплатным, нельзя пренебрегать им. Но естественное освещение не может в полной мере обеспечить необходимую освещенность производственного помещения. Поэтому совместно с естественным освещением применяют искусственное освещение.

Искусственное освещение нормируется от вида выполняемых работ, от применяемых источников света и системы освещения. Искусственное освещение металлорежущих станков должно выполняться в строгом соответствии с требованиями действующих норм освещенности рабочего места. Необходимо использовать комбинированную систему освещения: сочетание естественного и искусственного освещений.

Освещенность рабочей зоны по нормам СНиП должна быть равна от 300 до 500 лк. Для организации освещения цеха применяются люминесцентные лампы.

Местное освещение на станке должно быть безопасным для рабочего. Для питания светильников местного освещения с лампами накаливания следует применять напряжение не более 42 В. При местном освещении, чтобы не было раздражения глаз у рабочего, на лампах должны быть отражатели.

#### 4) Контакт со стружкой согласно [16]

Опасность поражения открытых частей тела, лица возникает от летящей стружки. Стружка, нагретая свыше 45° при обработке, может нанести ожог. Нужно применять средства индивидуальной защиты (3.2).

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.2 Индивидуальные средства защиты при работе на станках

Средства индивидуальной защиты применяют для предотвращения или уменьшения воздействия на рабочих опасных и вредных производственных факторов. Средства защиты должны создавать наиболее благоприятное нахождение человека в окружающей среде, чтобы обеспечить оптимальные условия для трудовой деятельности. Средства защиты должны обеспечивать высокую степень защиты и удобство в эксплуатации, отвечать требованиям технической эстетики и эргономики, не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов. Выбор индивидуальных средств защиты в каждом отдельном случае должен осуществляться с учетом требований безопасности для данного технологического процесса или вида работы согласно [17].

Средства индивидуальной защиты:

- специальная одежда (халаты, брюки, нарукавники, перчатки);
- специальная обувь (ботинки);
- средства защиты лица (защитные маски);
- средства защиты органов слуха (заглушки из мягкого материала, беруши на основе силикона, противошумные наушники типа ВЦНИИОТ-2);
- средства защиты глаз (специальные очки);
- предохранительные приспособления (диэлектрические коврики);
- защитные дерматологические средства (моющие, крема, мази).

### 3.3 Расчет заземления

Расчет заземления производится для того, чтобы определить сопротивление растекания тока заземлителя. Заземление служит для снижения напряжения прикосновения до безопасной величины. Благодаря заземлению

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

опасный потенциал уходит в землю, таким образом защищая человека от поражения электрическим током. [11]

Рассчитаем ток замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью и напряжением до 1000 В:

$$I_3 = \frac{U_{\phi}}{Z}, \quad (4)$$

где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение, В;

$Z$  – сопротивление изоляции сети относительно земли, Ом;

$$I_3 = \frac{380}{100} = 3,8 \text{ А},$$

исходя из того, что напряжение в станках меньше 1000 В, то сопротивление заземляющего устройства не должно превышать 4 Ом.

Рассчитаем удельное сопротивление грунта (почвы):

$$p_{\text{расч}} = p_{\text{изм}} \cdot \psi; \quad (5)$$

где  $\psi$  – климатический коэффициент;

$p_{\text{изм}}$  – удельное сопротивление грунта;

$$p_{\text{расч}} = 100 \cdot 1,8 = 180 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Рассчитаем сопротивление для круглого одиночного заземлителя:

$$R_{\text{ст.од.}} = \frac{p_{\text{расч}}}{2\pi \cdot L} \cdot \left( \ln \left( \frac{2L}{D} \right) + 0,5 \ln \left( \frac{4T + L}{4T - L} \right) \right), \quad (6)$$

где  $L$  – длина стержня, м;

примем  $L=2$  м;

$d$  – диаметр стержня, м;

примем  $d=0,02$  м;

$T$  – расстояние от поверхности земли до середины стержня, м;

примем  $T=1,5$  м;

$$R_{\text{ст.од.}} = \frac{180}{2\pi \cdot 2} \cdot \left( \ln \left( \frac{2 \cdot 2}{0,02} \right) + 0,5 \ln \left( \frac{4 \cdot 1,5 + 2}{4 \cdot 1,5 - 2} \right) \right) = 80,9 \text{ Ом},$$

Сравним сопротивление заземлителя с сопротивлением человека:

$$R_{\text{ст.од.}} = 80,9 \text{ Ом} < 500 \dots 700 \text{ Ом} = R_{\text{чел.}}$$

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Ток пойдет по меньшему сопротивлению, а так как сопротивление заземлителя меньше сопротивления тела человека — это то, что нужно и параметры заземлителя подобраны правильно.

### 3.4 Выводы

В данном разделе был произведен анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп. Описаны индивидуальные средства защиты при работе на станках. Сделан расчет заземления.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Расчет себестоимости изготовления деталей

На основе подсчета времени на обработку детали, рассчитаем себестоимость с учетом повременной расценки работы на предприятии.

Себестоимость изготовления детали рассчитаем по формуле (7):

$$C = T_{\text{шт.о.}} \cdot P, \quad (7)$$

где  $T_{\text{шт.о.}}$  – это время, затраченное на изготовление детали, мин;

$P = 550$  руб/час – это расценка изготовления деталей на предприятии;

Тогда для детали «Корпус» себестоимость будет равна:

$$C = 244,19 \cdot 550 = 134304,5 \text{ руб,}$$

Для детали «Затвор» себестоимость равна:

$$C = 9,71 \cdot 550 = 5340,5 \text{ руб.}$$

### 4.2 Вывод

В экономической части бала рассчитана себестоимость изготовления деталей «Корпус» и «Затвор» на предприятии.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы были усовершенствованы технологические процессы обработки глубоких отверстий высокой точности в деталях «Корпус» и «Затвор».

Описано служебное назначение деталей. Представлено сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Приведены решения проблем при обработке глубоких отверстий.

В технологическом разделе был произведен анализ существующих технологий обработки деталей, составлены операционные эскизы, представлено оборудование и используемые инструменты. Разработана технология обработки отверстия в детали «Корпус». Проведена компьютерная отладка технологий обработки для обеих деталей. Время на обработку отверстия в детали «Корпус» уменьшилось более, чем в два раза, а следовательно повысилась производительность. Устранен увод оси отверстия у детали «Затвор».

В разделе безопасности и жизнедеятельности произведен анализ опасных и вредных факторов при работе на станках токарной и сверлильной групп. Описаны индивидуальные средства защиты при работе на станках. Сделан расчет заземления.

В экономической части сделан расчет себестоимости деталей.

Таким образом, цель работы достигнута, все поставленные задачи решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей в действующем производстве.

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Звонцов, И.Ф. Технология сверления глубоких отверстий: учебное пособие / И.Ф. Звонцов, П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 496 с.
- 2 Дерябин, И.П. Математическое моделирование процессов в машиностроении: Учебное пособие по выполнению лабораторных работ / И.П. Дерябин, А.В. Козлов. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 27с.
- 3 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 656 с.
- 4 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.2. – 496 с.
- 5 Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.
- 6 Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя: В 3 т. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – Т.2. – 784 с.
- 7 Гришин, Р.Г. Нормирование станочных работ. Определение основного и вспомогательного времени при механической обработке заготовок: учебное пособие / Р.Г. Гришин, Н.В. Лысенко, Н.В. Носов. – Самара, 2008. – 135 с.
- 8 Обработка глубоких отверстий. Каталог и техническое руководство. – <http://steelcam.org/каталоги/sandvik/вращающиеся-инструменты/обработка-глубоких-отверстий/>

					15.03.05.2017.336.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

- 9 Haas Automation Inc. Токарные станки с ЧПУ. – [http://int.haascnc.com/mt\\_spec1.asp?intLanguageCode=1049&id=TL-2&webID=TOOLROOM LATHE](http://int.haascnc.com/mt_spec1.asp?intLanguageCode=1049&id=TL-2&webID=TOOLROOM_LATHE)
- 10 Максимов, С.П. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по дипломному проектированию для студентов технических специальностей / С.П. Максимов, Т.Б. Балакина; под ред. С.Н. Трофимовой. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55с.
- 11 Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С.В. Белова, - 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 606 с.
- 12 ГОСТ 12.0.003–74. Опасные и вредные производственные факторы. Межгосударственный стандарт. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 5 с.
- 13 ГОСТ 12.1.003–83. Шум. Межгосударственный стандарт. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 9 с.
- 14 ГОСТ 50571.3–94. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током. Государственный стандарт Российской Федерации. – М: Изд-во стандартов, 2004. – 15 с.
- 15 СП 52.13330.2010. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила Российской Федерации. – М: Изд-во стандартов, 2003. – 75 с.
- 16 ГОСТ 2787–75. Металлы черные вторичные. Государственный стандарт Союза ССР. – М: Изд-во стандартов, 2002. – 27 с.
- 17 ГОСТ 12.4.011–75. Средства защиты работающих. Межгосударственный стандарт. – М: Изд-во стандартов, 2001. – 8 с.
- 18 СТО ЮУрГУ 04 – 2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.