

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Институт металлургии, машиностроения и транспорта  
Кафедра технологии машиностроения

Проект допущен к защите

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Любомудров С.А.

“\_\_” \_\_\_\_\_ 2019 г.

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
БАКАЛАВРА**

**Тема: Технологический процесс изготовления детали**

**«Шатун прицепной»**

Направление подготовки бакалавров **15.03.05**

**«Дисциплина конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»**

(очная форма обучения)

Выполнил студент гр. 43321/1

\_\_\_\_\_

Арестов И.С.

(подпись)

Руководитель, к.т.н.:

\_\_\_\_\_

Макарова Т.А.

(подпись)

Санкт-Петербург  
2019 г.

## Реферат

Страниц	66
Таблиц	3
Рисунков	13
Литературных источник	10

Ключевые слова: деталь, заготовка, технология, технологический процесс, механическая обработка, режимы резания, нормы времени, проектирование, резец, метчик, червячная фреза, автоматизация, загрузочное устройство, питатель, бункер, отсекающий, циклограмма.

В первом разделе выпускной квалификационной работы бакалавра представлена разработка технологического процесса изготовления детали «Шатун прицепной»: проанализированы исходные данные, осуществлен выбор метода получения заготовки, произведена разработка технологического процесса обработки детали, выбор оборудования, технологической оснастки, режущего и вспомогательного инструмента, рассчитаны режимы резания для операций, рассчитаны нормы времени для операций и сформирован комплект технологической документации.

Во втором разделе выпускной квалификационной работы бакалавра представлены три подраздела: проектирование фасонного дискового резца, проектирование комплекта метчиков и проектирование червячной фрезы для нарезания цилиндрических зубчатых колёс.

В третьем разделе выпускной квалификационной работы бакалавра представлен алгоритм проектирования загрузочно-разгрузочного устройства для автоматизации точения фаски на детали «Колпачок»: произведен сравнительный анализ нескольких структурных схем загрузочных устройств, рассчитаны геометрические параметры проектируемого устройства, разработана схема механизма поштучной выдачи и осуществлен выбор привода досылателя и выбран механизм сбора готовых изделий, а также построена циклограмма работы загрузочно-разгрузочного устройства.

Pages	66
Tables	3
Pictures	13
Literature sources	10

Key words: detail, workpiece, technology, technological process, machining, cutting modes, time norms, engineering, cutter, tap, hobbing cutter, automation, boot device, batcher, bunker, chart.

The first part of bachelor`s graduation work contains engineering of the technological manufacturing process of detail «Connecting rod»: analyze of initial data, selection of procurement method, engineering of the technological manufacturing process of the detail, selection of equipment and technological rigging, cutting tool, calculation of cutting modes and time norms and full set of technological documentation.

The second part of bachelor`s graduation work contains of three parts: engineering of profiled disk cutter, engineering of tap set and engineering of hobbing cutter for manufacturing spur gears.

The third part of bachelor`s graduation work contains the algorithm of engineering loading and unloading device for automation turning of a chamfer for detail «Cap»: comparative analyze of a couple schemes of loading device, calculation of some geometry parameters of the device, design of single delivery mechanism scheme, selection of sender drive and mechanism for the collection of finished products and charting.

## Оглавление

Введение .....	8
1 Разработка технологического процесса изготовления детали «Шатун прицепной» .....	9
1.1 Техническое задание.....	9
1.2 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса.....	9
1.2.1 Определение типа производства, объёма партии, параметров производственного процесса.....	9
1.2.2 Анализ чертежа детали .....	10
1.2.3 Оценка технологичности детали с точки зрения ее производства в условиях среднесерийного типа производства .....	13
1.2.4 Формулировка содержания основных технологических задач.	16
1.2.4 Определение класса детали и выбор детали прототипа. Выбор типового процесса-аналога. ....	18
1.2.6. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления .....	19
1.3 Проектирование технологического маршрута изготовления детали .....	22
1.3.1 Стадии и этапы маршрута ее обработки. Задачи и цели их реализации .....	22
1.3.2 Выбор комплектов технологических баз на этапах маршрута обработки .....	22
1.3.3 Разработка структур маршрутов изготовления наиболее точных поверхностей детали .....	24
1.3.4 Проектирование маршрута изготовления детали в целом .....	24
1.3.5 Разработка карт маршрутного технологического процесса .....	24

1.4 Проектирование содержания технологических операций.....	24
1.4.1 Уточнённый выбор основного технологического оборудования, универсальных и специальных зажимных приспособлений, режущего и вспомогательного инструмента, средств метрологического обеспечения для операций маршрутного технологического процесса.....	25
1.4.2 Расчёт и назначение по справочникам величин припусков для обработки поверхности заготовки.....	25
1.4.3 Расчетов режимов резания для технологических переходов разных переделов обработки с оценкой параметра эффективной мощности .....	26
1.4.4 Нормирование режимов резания при обработке для остальных операций технологического процесса по нормативным справочникам .....	31
1.4.5 Расчёт норм времени для операции (переходов) по пункту 1.4.3 .....	31
1.4.6 Нормирование норм времени по нормативным справочникам для остальных операций технологического процесса.....	33
1.4.7 Выбор метода размерной наладки для одной из операций, расчёт наладочного размера.....	33
1.4.8 Разработка содержания операций попеременно. Оформление карт операционных эскизов и текстовых технологических операционных карт. Разработка карты окончательного контроля. ....	35
1.5 Выводы по результатам технологического проектирования .....	35
2 Проектирование режущих инструментов .....	35
2.1 Техническое задание.....	35
2.2 Червячная фреза для нарезания цилиндрических зубчатых колес..	35
2.2.1 Исходные данные.....	35

2.2.2	Пример расчёта .....	36
2.3	Фасонный резец .....	39
2.3.1	Исходные данные.....	39
2.3.2	Пример расчёта .....	40
2.4	Комплект метчиков для нарезания резьбы.....	45
2.4.1	Исходные данные.....	45
2.4.2	Пример расчёта .....	45
2.5	Выводы по проектированию режущего инструмента.....	48
3	Автоматизация производственных процессов.....	48
3.1	Техническое задание.....	48
3.2	Расчет времени обработки заготовки .....	49
3.1.3	Обработка при продольной подаче.....	49
3.2.3	Обработка при поперечной подаче .....	50
3.3	Расчет уровня автоматизации операции (перехода) .....	51
3.4	Выбор загрузочного устройства.....	52
3.4.1	Бункерное загрузочное устройство со змейковым транспортёром .....	52
3.4.2	Дисковый фрикционный механизм .....	53
3.4.3	Дисковый карманчиковый механизм.....	54
3.4.4	Вибробункер.....	56
3.4.5	Загрузочное устройство с крючковым механизмом .....	57
3.5	Сводная таблица результатов .....	57
3.6	Расчёт конструктивных параметров загрузочного устройства.....	57
3.6.1	Расчёт объёма накопителя .....	57

3.6.2 Расчёт ёмкости накопителя.....	58
3.6.3 Расчёт ширины лотка загрузочного устройства .....	59
3.6.4 Выбор отсекаателя.....	60
3.6.5 Выбор пневмоцилиндра .....	63
3.8 Построение циклограммы процесса обработки.....	64
3.9 Выводы.....	64
Библиография .....	65
Приложения .....	66

## **Введение**

В данной выпускной квалификационной работе проектировался технологический процесс изготовления детали «Шатун прицепной», проектировались 3 вида режущего инструмента и бункерное загрузочное устройство.

В первой части выпускной работы проектировался технологический процесс изготовления детали «Шатун прицепной». Исходными данными для работы являлись: производственный чертеж детали, технические требования (точность размеров, взаимного расположения и качества поверхностного слоя детали) а также годовой объём выпуска изделий. При проектировании технологического процесса изготовления пройдены все этапы создания изделия, от проектирования чертежа заготовки до оформления полной технологической документации.

Во второй части выпускной работы проектировались три вида режущего инструмента: фасонный дисковый резец, комплект метчиков и червячная фреза для обработки цилиндрических зубчатых колес.

Фасонные резцы применяются для обработки поверхностей со сложными образующими на станках токарной группы в условиях серийного и массового типов производства.

Метчики предназначены для нарезания различных видов резьб отверстиях. Обработка метчиками является основным способом получения метрических, трубных и конических резьб в отверстиях малого и среднего диаметра (до 50 мм).

Червячные фрезы применяются для нарезания прямозубых и косозубых цилиндрических зубчатых колес, червячных колес внешнего зацепления. Для повышения уровня производительности фрезы выполняются многозаходными.

В третьей части работы проектировалось бункерное загрузочное устройство для автоматизированного станка для обработки детали «Колпачок».

# **1 Разработка технологического процесса изготовления детали «Шатун прицепной»**

## **1.1 Техническое задание**

Исходными данными для выполнения работы служат чертеж детали «Шатун прицепной», тип производства – среднесерийный.

Необходимо разработать технологический процесс изготовления детали «Шатун прицепной», спроектировать чертеж заготовки, определить метод формообразования и оформить все необходимую технологическую документацию.

## **1.2 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса**

### **1.2.1 Определение типа производства, объёма партии, параметров производственного процесса**

Заданный тип производства – среднесерийный. Согласно [1, с. 53, табл. 1.8]. и массе заготовке 3.2 кг, принимаем годовой объем выпуска данной детали – 4000 штук.

Объем партии определяется по формуле (1.1) [1, с. 56]:

$$n_{\text{партии}} = \frac{F \cdot a}{N} \quad (1.1)$$

где:  $F$  – объем выпуска,  $a$  – количество дней, на которые должен быть запас деталей (периодичность запуска в днях),  $a = 5$  дней,  $N$  – количество рабочих дней в году, на 2019 год,  $N = 247$  дней.)

При односменной работе

$$n_{\text{партии}} = \frac{4000 \cdot 5}{247} = 80.97 \text{ штук, } n_{\text{партии}} \approx 81 \text{ деталь}$$

Исходя из программы выпуска, надо учитывать необходимую партию запуска: часть деталей уйдет на размерную наладку (10-20 шт.); часть деталей уйдет на проверку физико-механических свойств заготовки (2 шт.); возможный брак (для серийного производства приблизительно равен 3%).

Тем самым программа запуска должна быть больше программы выпуска на соответствующую долю.



Партия запуска с учетом брака:

$$n_{\text{зап}} = n_{\text{партии}} \cdot 1,03 + 15 + 2 = 81 \cdot 1,03 + 15 + 2 = 101 \text{ шт.}$$

## **1.2.2 Анализ чертежа детали**

### **1.2.2.1 Функциональное назначение детали в конструкции**

Деталь Шатун прицепной представляет собой тело сложной геометрической формы. Шатун – звено в кривошипно-шатунном механизме совершающее плоскопараллельное движение в пространстве и необходимое для преобразования возвратно – поступательное движение поршня во вращательное движение коленчатого вала.

### **1.2.2.2 Функциональное назначение поверхностей детали в ее конструкции**

#### Комплект основных конструкторских баз

Плоскость симметрии стержня шатуна прицепного – конструкторская основная установочная скрытая база, лишает 3-х степеней свободы: перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг двух других осей

Ось внутренней поверхности нижней втулки (запрессованной в отверстие нижней головки шатуна прицепного) — конструкторская основная двойная опорная скрытая база лишает 2-х степеней свободы: перемещений вдоль 2-х координатных осей.

Ось верхней головки шатуна прицепного – конструкторская основная опорная явная база, лишает одной степени свободы: поворота вокруг одной координатной оси

#### Комплект вспомогательных конструкторских баз

Палец поршневой устанавливается в отверстие верхней втулки поршневой головки шатуна прицепного по посадке с зазором. Данное подвижное соединение оставляет 2 степени свободы — движение вдоль координатной оси и поворот вокруг нее же. Тогда комплект вспомогательных конструкторских баз прицепного шатуна для поршневого пальца: образующая

внутренней поверхности верхней головки — конструкторская вспомогательная двойная направляющая явная база лишает 4-х степеней свободы: перемещений вдоль 2 координатных осей и поворотов вокруг этих же осей.

Палец прицепного шатуна — устанавливается в отверстие кривошипной головки шатуна прицепного по посадке с зазором (подвижное соединение). Данное подвижное соединение оставляет 2 степени свободы — движение вдоль координатной оси и поворот вокруг нее же. Тогда комплект вспомогательных конструкторских баз прицепного шатуна для пальца прицепного шатуна: образующая внутренней поверхности нижней втулки запрессованной в отверстие кривошипной головки шатуна прицепного конструкторская вспомогательная двойная направляющая явная база лишает 4-х степеней свободы: перемещений вдоль 2 координатных осей и поворотов вокруг этих же осей.

### **1.2.2.3 Оценка соответствия норм и параметров точности поверхностей детали их функциональному назначению**

Отверстие нижней головки прицепного шатуна под втулку и палец Ø49H7. Ось отверстия требуется для создания комплекта основных конструкторских баз. На внутренней поверхности отверстия задан допуск овальности и конусообразности 0,009 мм. Заменяем его допуском цилиндричности 7-й степени точности величиной 0,012 мм. Задаем допуск перпендикулярности Шероховатость внутренней поверхности Ra 1.25 мкм, что не соответствует качеству самого отверстия. Рекомендуемым значением шероховатости при заданных допусках будет Ra 0.8 мкм.

Торцы нижней головки прицепного шатуна  $44_{-0.2}^{-0.1}$ . Допуск на размер составляет 100 мкм, что соответствует 10 качеству. На поверхность торцов задан допуск на торцовое биение 0,1 мм на 100 мм длины. Заменяем его на рекомендуемый допуск перпендикулярности оси отверстия относительно базы В (торца верхней головки). Так же на поверхность торцов задан допуск симметричности торцов головки 1 мм относительно плоскости симметрии

стержня шатуна прицепного (база Б). Шероховатость поверхности торцов Ra 1.25 мкм, заменим на рекомендуемое значение шероховатости Ra 3,2 мкм.

Паз шириной 9h14 мм кривошипной головки. На паз назначен допуск симметричности относительно плоскости симметрии нижней головки (база А) и равный 0.2 мм.

Отверстие верхней головки прицепного шатуна под палец Ø55H7.

На отверстие верхней поршневой головки Ø55 под втулку назначим допуск цилиндричности 15 мкм относительно оси отверстия.

На отверстие Ø55H7 назначены допуски параллельности относительно оси отверстия. Заменим его на рекомендуемый допуск перпендикулярности оси отверстия относительно базы В (торца верхней головки).

На торцы поршневой головки шириной 59 мм назначим допуск симметричности относительно плоскости симметрии стержня и равный 1 мм

#### **1.2.2.4 Оценка соответствия требований чертежа детали нормам и правилам ЕСКД**

Оценка соответствия производится на основе ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам (с Изменениями N 1-11).

- Допуски овальности и конусообразности поверхностей головок были заменены на допуски цилиндричности соответствующей степени точности, пункты были убраны из раздела технических требований и допуск обозначен на чертеже

- Переобозначены допуски формы, расположения и суммарные допуски формы и расположения в соответствии с ГОСТ 2.308-2011.

- Пункт «Неуказанные предельные отклонения размеров  $\pm \frac{IT16}{2}$ » заменен на более жесткий «Общие допуски по ГОСТ 30893.1-т» в соответствии с качеством заготовки

-«Шероховатость поверхностей К, Л, М и Н принимать по эталону»  
заменён на «Шероховатость поверхностей К, Л, М и Н принимать по образцовой детали»

- Расстояние до отверстий  $\varnothing 7,8H14$  переименовано с базы плоскости симметрии на базу торец верхней головки

- Шероховатость внутренних поверхностей головок изменена с Ra 1.25 на Ra 0.8

- Шероховатость торцов головок изменена с Ra 1.25 на Ra 3.2

- Допуски параллельности верхней головки относительно оси нижней головки и допуск на торцовое биение нижней головки заменены на допуск перпендикулярности каждой головки относительно торца поршневой головки шатуна прицепного

- Диаметральный размер торца поршневой головки заменен на размер плоской части торца

- Буквенные обозначения баз, разрезов, поверхностей изменены в соответствии с нормами ЕСКД

### **1.2.3 Оценка технологичности детали с точки зрения ее производства в условиях среднесерийного типа производства**

Технологичность — это совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимального использования ресурсов при его производстве, ремонте и утилизации. Под технологичностью детали подразумевается комплексное понятие, включающее в себя соответствие изделия современному уровню техники, экономичность производства и удобство эксплуатации. Существует два вида оценки технологичности по ГОСТ 18831-73 конструкции изделий - качественная и количественная.

Данная деталь относится к деталям типа рычаги.

Качественная оценка технологичности конструкции детали: — технологический контроль чертежа детали «Шатун прицепной» дает полное

представление о конструкции, т.к. на чертеже проставлены размеры с допусками и шероховатостью необходимыми для изготовления детали;

— заготовкой для детали служит поковка, получаемая из стали 18Х2Н4МА;

— деталь имеет удобные и надежные технологические базы в процессе обработки;

— жесткость детали:

$$\frac{L}{D} = \frac{324}{70} = 4.63 < 5, \quad (1.2)$$

следовательно, деталь жесткая;

— все поверхности можно обработать универсальными инструментами, наружная поверхность шатуна представляет собой контур сложной формы, который получается на заготовительной стадии, и обработка не требуется;

— конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления;

— деталь имеет относительно большую толщину особенно в районе шатунной и поршневой головок, поэтому обработка наружных поверхностей на горизонтально-фрезерном станке предпочтительна.

#### Количественная оценка технологичности

- Коэффициент точности  $K_{тч}$

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{T_{ср}} \quad (1.3)$$

где  $T_{ср}$  – средняя точность детали.

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i \cdot N_i}{N} \quad (1.4)$$

где  $T_i$  – квалитет отдельной поверхности.

$$T_{ср} = \frac{7 \cdot 2 + 10 \cdot 2 + 14 \cdot 28}{32} = 13,3$$

$$K_{\text{Тч}} = 1 - \frac{1}{13,3} = 0,92$$

2 – количество поверхностей с точностью 7 квалитета

2 – количество поверхностей с точностью 10 квалитета

28 – количество поверхностей с точностью 14 квалитета

Коэффициент шероховатости  $K_{\text{ш}}$ :

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{\text{Ш}_{\text{ср}}} \quad (1.5)$$

где  $\text{Ш}_{\text{ср}}$  – средняя шероховатость детали.

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot N_i}{N} \quad (1.6)$$

где  $\text{Ш}_i$  – шероховатость отдельной поверхности.

$$\text{Ш}_{\text{ср}} = \frac{0,8 \cdot 2 + 3,2 \cdot 4 + 6,3 \cdot 26}{32} = 5,57 \text{ мкм}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{5,57} = 0,18$$

2 – количество поверхностей с шероховатостью поверхности  $Ra = 0,8$  мкм

4 – количество поверхностей с шероховатостью поверхности  $Ra = 3,2$  мкм

26 – количество поверхностей с шероховатостью поверхности  $Ra = 6,3$  мкм

Минимальное значение шероховатости –  $Ra = 0,8$  мкм

- Минимальный квалитет точности – 7
- Коэффициент применяемости стандартизованных обрабатываемых поверхностей  $K_{\text{п.ст}}$

$$K_{\text{п.ст}} = \frac{D_{\text{о.с.}}}{D_{\text{м.о.}}} \quad (1.7)$$

где  $D_{\text{о.с.}}$  – число поверхностей детали, обрабатываемых стандартным инструментом,

$D_{\text{м.о.}}$  – число всех подвергаемых механической обработки поверхностей.

$$K_{\text{п.ст}} = \frac{28}{28} = 1$$

- Коэффициент обрабатываемости  
В качестве материала заготовки выступает конструкционная легированная

сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71.

Коэффициент обрабатываемости для данной стали приведен ниже.

$$K_v = \frac{V_{60}}{V_{эт60}} = 0.96 \quad (1.8)$$

где  $V_{60}$  – скорость резания, при которой эталонный резец имеет стойкость 60 минут при обработке данного материала,

$V_{эт60}$  – скорость резания, при которой в тех же условиях резания эталонный резец имеет стойкость 60 минут при обработке материала, принятого за эталон.

$$V_{60} = V_{эт60} \cdot K_v = 135 \cdot 0.96 = 129.6 \text{ м/мин} \quad (1.9)$$

#### 1.2.4 Формулировка содержания основных технологических задач

Рассмотрим технологические задачи, распределив их по следующим пунктам:

##### Точность размеров:

Ø49Н7<sup>+0,025</sup> - диаметр отверстия в кривошипной головке шатуна;

Ø55Н7<sup>+0,03</sup> - диаметр отверстия в поршневой головке шатуна;

256±0,05 - расстояние между осями отверстий в кривошипной и поршневой головках шатуна.

Остальные диаметральные, линейные, угловые размеры имеют точность в соответствии с ГОСТ 30893.1-м.

##### Точность формы

Для верхней головки:

Допуск цилиндричности                    0,015 мм.

Для нижней головки

Допуск цилиндричности                    0,012 мм.

Допуски формы остальных поверхностей в соответствии с ГОСТ 30893.2.

##### Точность ориентации

Допуск перпендикулярности оси отверстия Ø55Н7 относительно правого торца верхней головки шатуна прицепного (база В) не должен превышать 0,016 мм, что соответствует 7-й степени точности.

Допуск перпендикулярности оси отверстия  $\varnothing 49H7$  относительно правого торца верхней головки шатуна прицепного (база В) не должен превышать 0,016 мм, что соответствует 7-й степени точности.

Допуски ориентации остальных поверхностей в соответствии с ГОСТ 30893.2.

#### Точность месторасположения

Допуск симметричности торцов верхней головки шириной  $59_{-0,4}$  мм относительно плоскости симметрии стержня шатуна прицепного (база Б) не должен превышать 1 мм.

Допуск симметричности торцов нижней головки шириной  $44_{-0,2}^{-0,1}$  мм относительно плоскости симметрии стержня шатуна прицепного (база Б) не должен превышать 1 мм.

Допуск симметричности боковых поверхностей паза  $9H14$  мм нижней головки относительно плоскости симметрии нижней головки шатуна прицепного (база А) не должен превышать 0,2 мм.

Допуски месторасположения остальных поверхностей в соответствии с ГОСТ 30893.2.

#### Суммарная точность формы, ориентации и месторасположения:

Суммарные допуски формы, ориентации и месторасположения остальных поверхностей в соответствии с ГОСТ 30893.2.

#### Качество поверхностного слоя

Шероховатость поверхности отверстия  $\varnothing 55H7^{+0,03}$  Ra 0.8 мкм;

Шероховатость поверхности отверстия  $\varnothing 49H7^{+0,025}$  Ra 0.8 мкм;

Шероховатость торцов отверстия  $\varnothing 55H7^{+0,03}$  Ra 3.2 мкм;

Шероховатость торцов отверстия  $\varnothing 49H7^{+0,025}$  Ra 3.2 мкм;

Шероховатость поверхностей И, К, Л, М принимаются по эталону.

Остальные поверхности выполнены по Ra 12.5 мкм.

#### Качество поверхностного слоя

Деталь изготавливается из Стали 18X2H4МА ГОСТ 4543-71.



Твердость поверхности 302...363 НВ, но разность показаний твердости для каждой детали должна быть не более 35 единиц НВ (замер твердости производить на кривошипной и поршневой головках).

Отсутствие трещин, закатов, заковов, раскатанных загрязнений на поверхности шатуна проверяется методом магнитной дефектоскопии по ГОСТ 21105-87. Раскатанные загрязнения допускаются на стержне шатуна длиной не более 3 мм с расстоянием не менее 25 мм друг от друга не более 3 штук при условии их удаления путем зачистки глубиной не более 0,2 мм и площадью не более 8 мм<sup>2</sup> каждое.

Обезуглероженный слой на поверхности шатуна не допускается. Исправление дефектов заваркой и чеканкой не допускается.)

Травлением маркировать индекс плавки Шрифт 8 — Пр3 по ГОСТ 26.008-85.

#### **1.2.4 Определение класса детали и выбор детали прототипа. Выбор типового процесса-аналога.**

##### **1.2.5.1 Формулировка отличий детали прототипа (геометрических, физико-механических, термических, точностных и т д)**

Деталь «Шатун прицепной» относится к классу рычагов. Определим типовой технологический процесс обработки шатуна, согласно [1, с. 329]

Типовой технологический процесс обработки шатуна

###### 005 Заготовительная

Получение заготовки штамповкой в закрытом штампе

###### 010 Фрезерная

Фрезеровать торцы головок с одной стороны начерно или начисто с припуском под шлифование.

###### 015 Обработка основных отверстий

Сверлить, зенкеровать и развернуть отверстия в головках шатуна с той же стороны последовательно на разных станках.

### 020 Фрезерная

Аналогично фрезеровать торцы головок с другой стороны начерно или начисто с припуском под шлифование

025 Обработка шпоночных пазов или шлицевых поверхностей в отверстиях

### 035 Обработка вспомогательных отверстий

### 040 Моечная

### 050 Контрольная

### 060 Нанесение покрытия

## **1.2.5.2 Описание соответствующих изменений в структуре типового техпроцесса**

- 1) Добавлена термообработка закалка и высокий отпуск
- 2) Добавлены контрольные операции после термических операций.
- 3) Добавлена фрезерная операция для фрезерования скосов на поршневой головке шатуна.
- 4) Добавлена фрезерная операция для получения паза в шатунной головке.
- 5) Добавлены сверлильные операции для получения 4-х отверстий для подвода масла
- 6) Добавлена слесарная операция с целью очистки заготовки от заусенцев и острых кромок.
- 7) Убрана операция 25 ввиду отсутствия шлицевых поверхностей и шпоночных пазов.

## **1.2.6. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления**

### **1.2.6.1 Выбор метода формообразования исходной заготовки по параметрам КИМ**

При выборе заготовки должны учитываться следующие факторы: материал, форма детали, тип производства, коэффициент использования материала, стоимость заготовки.

Заготовка для рычагов выбирается в зависимости от размера программы выпуска и, главным образом, от конфигурации рычага. Полученная по заданию деталь изготавливается из стали 18Х2Н4МА, следовательно, есть необходимость брать поковку или штамповку, так как для данной стали заготовки не производятся литьем

Штамповка применяется в серийном производстве в связи с ее производительностью и простотой. Учитывая массу и форму заготовки выбираем штамповку в закрытых штампах на кривошипном горяче-штамповочном прессе.

Согласно ГОСТ 7505-89 определим расчетную массу поковки, класс точности, группу стали, степень сложности, исходный индекс, основные припуски на обработку и размеры поковки, массу поковки и объем требующегося материала, коэффициент использования материала.

Выбор метода получения заготовки будет проводиться по коэффициенту использования материала [2, с.145]:

$$K = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}}, \quad (1.10)$$

где  $M_{\text{дет}}$  - масса детали,

$M_{\text{заг}}$  – масса заготовки.

Найдем массу детали с помощью системы «Компас – 3D»:

$$M_{\text{дет}} = 3,2 \text{ кг.}$$

В приложении 1.1. представлена трёхмерная модель штампованной заготовки.

Массу заготовки определим с помощью системы «Компас – 3D»:

$$M_{\text{заг}} = 3,827 \text{ кг}$$

Тогда коэффициент использования материала:

$$K = \frac{M_{\text{дет}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{3,2}{3,827} \approx 0,84$$

Для серийного производства данный коэффициент должен быть не

менее 0,5...0,6.

### 1.2.6.2 Окончательный выбор метода формообразования исходной заготовки по расчету технологической себестоимости черного этапа обработки

Стоимость заготовки рассчитывается по следующей формуле [1, с.71]:

$$C_M = g_H \cdot C_M - g_0 \cdot C_0 + C_{3ч} \cdot T \cdot \left(1 + \frac{C_H}{100}\right), \quad (1.11)$$

где  $C_{3ч}$  - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу 600 руб/чел.ч.;

$C_0$  – цена 1 кг отходов материала, принимаем 850 руб/кг;

$C_M$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки, принимаем 1100 руб/кг.

$g_0$  – масса отходов материала, 0,21 кг;

$T$  – время черновой обработки заготовки, равняется 0,021 ч.

$C_H$  – цеховые накладные расходы, принимаем равными 70%;

$g_H$  – норма расхода материала, кг.

$C_{3ч} = 200$  руб/чел. [1, табл. 1.14, с.73];

$C_M = 60$  руб/кг [1, табл. 1.17, с. 75];

$C_0 = 0,025$  руб/кг [1, табл. 1.15, с. 73];

$g_H = 3,83$  кг - согласно расчетам п. 4.1 пояснительной записки;

$g_0 = 3,83 - 2,56 = 1,27$  кг.

Определим стоимость заготовки:

$$C_M = 3,38 \cdot 60 - 1,27 \cdot 0,025 + 200 \cdot 0,021 \cdot \left(1 + \frac{70}{100}\right) = 237 \text{ руб.}$$

Таким образом, для исходной заготовки оставляем метод горячей объемной штамповки.

Вывод: Коэффициент использования материала и стоимость заготовки с учетом ее черновой обработки удовлетворяем условиям серийного производства, следовательно, оставляем данный метод получения заготовки

### **1.2.6.3 Оформление чертежа заготовки согласно требованиям ЕСТД и ЕСКД**

- Допуски на размеры назначены в соответствии с ГОСТ 7505-89
- Указан метод получения заготовки, её термообработка и характеристики согласно ГОСТу на данный тип заготовки.
- Указаны механические свойства после окончательной ТО
- Указан материал из которого допускается получение заготовки

## **1.3 Проектирование технологического маршрута изготовления детали**

### **1.3.1 Стадии и этапы маршрута ее обработки. Задачи и цели их реализации**

Формирование структур операций и определение последовательности переходов:

1. **Заготовительный этап** – формообразование заготовки;
2. **Термический этап** – термообработка заготовки и контроль твердости;
3. **Черновой этап** – восстановление баз, выполнение фрезерование торцов, сверление основных отверстий.
4. **Чистовой этап** – зенкерование, развертывание и зенковка основных отверстий,
5. **Обработка не основных поверхностей** – фрезерование паза и сверление 4-х отверстий
6. **Контрольный окончательный этап** – опилить заусенцы, промыть заготовку и контролировать выполнение технологических требований.

### **1.3.2 Выбор комплектов технологических баз на этапах маршрута обработки**

#### **1.3.2.1 Выбор баз на чистовом этапе обработки**

##### **1. Первый комплект**

- часть торца верхней головки (база В) и торец нижней головки с той же стороны – технологическая установочная явная база;
- ось шатуна прицепного – технологическая направляющая скрытая база;
- шестой степени свободы заготовка лишается за счет опорной призмы – технологическая установочная явная база.

## 2. Второй комплект

- левый торец детали (база В) – технологическая установочная явная база;
- ось поршневой головки шатуна прицепного - технологическая двойная опорная скрытая база;
- шестой степени свободы заготовка лишается за счет использования срезанного пальца – технологическая опорная явная база.

## 3. Третий комплект

- левый торец детали (база В) – технологическая установочная явная база;
- ось кривошипной головки шатуна прицепного – технологическая двойная опорная скрытая база;
- шестой степени свободы заготовка лишается за счет использования срезанного пальца – технологическая опорная явная база.

### **1.3.2.2 Выбор баз на черновом этапе обработки**

- стержень шатуна прицепного – технологическая установочная явная база;
- ось шатуна прицепного – технологическая направляющая скрытая база;
- шестой степени свободы заготовка лишается за счет прижима к неподвижной плоской губке тисков – технологическая опорная явная база.

### **1.3.2.3 Описание последовательности смены комплектов баз от п.1.3.2.1 к**

#### **1.3.2.2**

Последовательность смены комплектов баз:

1. На первой операции всегда используется комплект черновых технологических баз;
2. На операциях сверления, зенкерования и развертывания используется первый комплект чистовых технологических баз;
3. При фрезеровании паза используется второй комплект чистовых технологических баз;
4. При сверлении 4-х отверстий используется третий комплект чистовых технологических баз;

### **1.3.3 Разработка структур маршрутов изготовления наиболее точных поверхностей детали**

Эскиз с обозначением поверхностей представлен в приложении 1.2.

Самыми точными поверхностями по чертежу являются основные отверстия под пальцы  $\text{Ø}55\text{H}7^{+0,03}$  с Ra 0.8 мкм и  $\text{Ø}49\text{H}7^{+0,025}$  с Ra 0.8 мкм.

Маршрут изготовления отверстия  $\text{Ø}49\text{H}7^{+0,025}$  представлен в приложении 1.2.

Для отверстия  $\text{Ø}55\text{H}7^{+0,03}$  маршрут будет иметь аналогичный вид.

### **1.3.4 Проектирование маршрута изготовления детали в целом**

Технологический маршрут проектируют на основе выбранного типового технологического маршрута.

На первичном, черновом этапе обработке удаляется основная часть припуска (до 70%) и обеспечивается взаимное расположение поверхностей. На этой стадии на заготовку воздействуют большие силы резания, а также выделяется большое количество теплоты.

На этапе чистовой обработки ставится цель достижения заданной точности поверхностей детали и точности их взаимного расположения.

Целью отделочной обработки является обеспечение требуемой точности и шероховатости особо точных поверхностей.

Маршрут изготовления детали «Шатун прицепной» представлен в приложении 1.3.

#### **1.3.4.1 Выбор основного оборудования и средств технологического оснащения**

Выбор основного оборудования и средств технологического оснащения представлен в приложении 1.4

### **1.3.5 Разработка карт маршрутного технологического процесса**

Маршрутные карты представлены в приложении 1.5

### **1.4 Проектирование содержания технологических операций**

Структура операций и последовательность переходов представлены в операционных картах и картах эскизов см. приложение 1.6, 1.7

#### **1.4.1 Уточнённый выбор основного технологического оборудования, универсальных и специальных зажимных приспособлений, режущего и вспомогательного инструмента, средств метрологического обеспечения для операций маршрутного технологического процесса**

К основному оборудованию и средствам технологического оснащения, представленным в п. 1.3.4.1, в раздел вспомогательного инструмента добавлено:

Специальное приспособление с делительным диском 4 шт – необходимы для сверления отверстия для подвода масла.

#### **1.4.2 Расчёт и назначение по справочникам величин припусков для обработки поверхности заготовки**

Расчёт припусков на механическую обработку будет проводиться для размера Ø 49Н7. Маршрут получения отверстия представлен ниже:

Сверление Ø 18 → Сверление Ø 40 → Сверление Ø 46 → Зенкерование чистовое → Зенкерование чистовое → Развертывание точное

Сверление не требует расчёта припуска, так как это величина напуска.

При обработке *тел вращения* и учитывая малую вероятность совпадения направления погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки (например, коробления  $\rho_{i-1}$  и отклонения от соосности  $e_{i-1}$ ) и погрешности установки и закрепления  $\Delta_{y i}$  формула для расчета наименьшего припуска на диаметр приобретает вид [1, с. 181]:

$$2z_{\min i} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{\text{деф}}_{i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)}), \quad (1.12)$$

где:  $2z_{\min i}$  – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;  $Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;  $T_{\text{деф}}_{i-1}$  – глубина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;  $\rho_{i-1}$  – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, оставшихся или полученных после предыдущей обработки (с учётом предположения, что направления векторов всех



погрешностей совпадают), мкм;  $\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (проявляющейся во время рассматриваемой обработки).

Карта расчёта припусков для размера  $\varnothing 49H7$  представлена в приложении 1.7

Припуски для обработки  $\varnothing 55H7$  аналогичны  $\varnothing 49H7$ .

Припуск на механическую обработку торцов головок взяты из ГОСТ 7505-89 с учетом допуска на размер стержня шатуна и составляет 3,4 мм на сторону для каждой головки.

### **1.4.3 Расчет режимов резания для технологических переходов разных переделов обработки с оценкой параметра эффективной мощности**

Произведем расчет режимов резания для двух операций:

040 – горизонтально-фрезерная (черновая);

060 – сверлильная.

1) 040 – горизонтально-фрезерная (черновая):

Станок: горизонтально-фрезерный 6P81;

Инструмент: 391830 2240–0562 Фреза дисковая ГОСТ 28527-90 2 шт  $\varnothing 200$ ,  $z = 26$ , P6M5

Обработка: фрезерование поверхности  $44_{-0.2}^{-0.1}$ ;

Скорость резания при фрезеровании рассчитывают по эмпирической формуле [2, стр.281].

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (1.13)$$

где  $t$  - глубина резания – 3.4 мм;

$s_z$  – подача при фрезеровании торца –  $s_z = 0,15$  мм/зуб;

$B$  – ширина фрезерования –  $B = 3,4$  мм;

$z$  – число зубьев,  $z = 26$ ;

$D$  – диаметр фрезы –  $D = 200$

Коэффициенты  $C_V$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $m$ ,  $q$ ,  $p$ ,  $u$  определяются согласно [2, стр.269]:

$$C_V = 48.5; x = 0,3; y = 0,4; m = 0,2; q = 0.25, u=0,1;$$

T – стойкость инструмента – 180мин.

Поправочный коэффициент  $K_V$  рассчитывается по формуле [2, стр.268].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.14)$$

где:  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{ПВ} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки на скорость резания [2, стр.263, табл.5];

$K_{ИВ} = 0,65$  – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента на скорость резания, для материала фрезы P6M5 [2, стр.262, табл.6].

Коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки определяется по формуле для стали [2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (1.15)$$

где:  $\sigma_B = 600$ МПа – предел прочности Сталь 45 после нормализации согласно ГОСТ 1050-88;

$n_V = 1$  – показатель степени для фрезы из быстрорежущей стали P6M5;

$K_r = 0,8$  - коэффициент для инструмента из быстрорежущей стали P6M5.

$$K_{MV} = 0,8 \cdot \left( \frac{750}{600} \right)^1 = 1;$$

Откуда находим  $K_V$  по формуле (1.14):

$$K_V = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52;$$

Получаем скорость резания по формуле (1.13):

$$V = \frac{2 \cdot 48,5 \cdot 0,52 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 3,4^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 3,4^{0,1} \cdot 26^{0,1}} = 80 \text{ м/мин};$$

Определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 200} = 127 \text{ об/мин}; \quad (1.16)$$

Округляем до стандартных для станка 125 об/мин.

Рассчитаем силу резания и мощность для операции 040, фрезерование поверхности  $44_{-0.2}^{0.1}$ :

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 125}{1000} = 78,5 \text{ м/мин};$$

Сила резания, возникающая при фрезеровании согласно [2, стр.271] равна:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (1.17)$$

Значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени [2, с. 273, табл. 22]:

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1,0, q = 0,86, w = 0,.$$

$K_{mp}$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [2, с.264]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n \quad (1.18)$$

где  $n = 0,3$  – показатель степени [2, с.264, табл. 9].

Тогда получаем по формуле (1.18):

$$K_{mp} = \left( \frac{980}{750} \right)^{0,3} = 1,08$$

Отсюда находим силу резания  $P_z$  по формуле (1.17):

$$P_z = \frac{2 \cdot 10 \cdot 68,2 \cdot 3,4^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 3,4^1 \cdot 26}{200^{0,86} \cdot 125^0} \cdot 1,08 = 1000 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле [2, стр.271]:

$$N_{эфф} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1000 \cdot 78,5}{1020 \cdot 60} = 1,28 \text{ кВт} \quad (1.19)$$

Полученная мощность резания удовлетворяет выбор универсального консольного горизонтально-фрезерного станка 6Р81 с мощностью двигателя в 5,5 кВт.

2) 060 – сверлильная:

Станок: вертикально-сверлильный станок 2А150;

Инструмент: Сверло спиральное Ø 52 ГОСТ 10903-77 P6M5;

Обработка: сверление отверстия Ø52JS12;

Обработка: сверление отверстия Ø52JS12;

Скорость резания при рассверливании [2, с. 276]:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (1.20)$$

где  $D = 52$  мм – диаметр сверла,

$$t = \frac{52 - 40}{2} = 6 \text{ мм} - \text{глубина резания при рассверливании,}$$

$s = 0,4$  мм/об – подача при сверлении

Коэффициенты  $C_V, x, y, m, q$  определяются согласно [2, стр.269]:

$$C_V = 16,2; x = 0,2; y = 0,5; m = 0,2; q = 0,4;$$

$T$  – стойкость инструмента – 40мин.

Поправочный коэффициент  $K_V$  рассчитывается по формуле [2, стр.268].

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (1.21)$$

где:  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{ПВ} = 0,8$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности

заготовки на скорость резания [2, стр.263, табл.5];

$K_{ИВ} = 0,65$  – коэффициент, учитывающий влияние материала

инструмента на скорость резания, для материала фрезы P6M5 [2, стр.262, табл.6].

Коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки определяется по формуле для стали [2, стр.261]:

$$K_{MV} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (1.22)$$

где:  $\sigma_B = 600$ МПа – предел прочности Сталь 45 после нормализации согласно ГОСТ 1050-88;

$n_V = 1$  – показатель степени для фрезы из быстрорежущей стали P6M5;

$K_r = 0,8$  - коэффициент для инструмента из быстрорежущей стали P6M5.

$$K_{MV} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1;$$

Откуда находим  $K_V$  по формуле (1.20):

$$K_V = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52;$$

Скорость резания на данной операции определяется по формуле (1.20):

$$V = \frac{16,2 \cdot 52^{0,4}}{40^{0,2} \cdot 6^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,52 = 21,6 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент при рассверливании определяется по формуле [2, с.277]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p, \quad (1.23)$$

где  $K_p = K_{Mp} = 1,08$  коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

Коэффициенты  $C_M, x, y, q$  определяются согласно [2, стр.269]:

$$C_M = 0,106; x = 0,9; y = 0,8; q = 1,0;$$

Тогда крутящий момент при рассверливании будет равен:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,106 \cdot 52^1 \cdot 6^{0,9} \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,08 = 143,46 \text{ Н/м}$$

Осевая сила резания при рассверливании определяется по формуле [2, с.277]:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_p; \quad (1.24)$$

Коэффициенты  $C_p, x, y$  определяются согласно [2, стр.269]:

$$C_p = 140; x = 1,2; y = 0,65.$$

Тогда осевая сила резания при рассверливании будет равна:

$$P_0 = 10 \cdot 140 \cdot 6^{1,2} \cdot 0,4^{0,65} \cdot 1,08 = 7156 \text{ Н}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле [2, с.280]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21,6}{\pi \cdot 52} = 132,2 \frac{\text{об}}{\text{мин}}; \quad (1.25)$$

Принимаем стандартную частоту вращения шпинделя  $n=132$  об/мин.

Эффективная мощность при рассверливании определяется по формуле [2, с.280]:

$$N_{\text{эфф}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{143,5 \cdot 132}{9750} = 1,943 \quad (1.26)$$

Эффективная мощность, требуемая для выполнения операции меньше, чем мощность вертикально-сверлильного станка 2А150 по паспорту 7,5 кВт, и крутящий момент при сверлении так же меньше, следовательно, режимы рассчитаны корректно.

#### **1.4.4 Нормирование режимов резания при обработке для остальных операций технологического процесса по нормативным справочникам**

Для остальных операций технологического процесса таблица с режимами резания, полученными из справочных данных [3] представлена в приложении 1.10:

#### **1.4.5 Расчёт норм времени для операции (переходов) по пункту 1.4.3**

В качестве примера рассмотрим сверлильную операцию (Операция 060).

Содержание операции: Сверлить отверстие в размер Ø52Н12

Станок: Вертикально-сверлильный

Приспособление: 396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68

Режущий инструмент: Сверло Ø52 мм 2301 – 3738 ГОСТ 10903 – 77.

Материал инструмента: Р6М5.

Норма штучно-калькуляционного времени на операцию рассчитывается по формуле (1.27):

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{осб}} + T_{\text{отд}} + \frac{T_{\text{пз}}}{N}, \quad (1.27)$$

где  $T_o$  – основное (технологическое) время;

$T_v$  – вспомогательное время;

$T_{\text{осб}}$  – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места;

$T_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные потребности рабочего;

$T_{\text{пз}}$  – подготовительно-заключительное время;

$N$  – количество заготовок в партии.

Основное время рассчитывается по формуле (1.28) :

$$T_0 = \sum_{i=1}^n \frac{(l + l_1 + l_2) \cdot i}{n \cdot S_0}, \quad (1.28)$$

где  $l = 59$  мм – длина обрабатываемой поверхности;

$l_1 = 3$  мм – длина врезания и перебега инструмента;

$l_2$  – дополнительная длина на взятие пробной стружки. На настроенном станке  $l_2 = 0$ ;

$i = 1$  – число проходов;

$n = 132$  об/мин – частота вращения шпинделя;

$S_0 = 0,4$  мм/об – подача на оборот

$$T_0 = \frac{59 + 3}{132 \cdot 0,4} \cdot 1 = 1,17 \text{ мин}$$

Вспомогательное время состоит из следующих слагаемых:

$$T_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}}, \quad (1.29)$$

где  $t_{\text{уст}} = 0,20$  мин – время на установку и снятие заготовки [3, стр.288]

$t_{\text{пер}} = 0.14$  мин – время, связанное с выполнением перехода [3, стр.294]

$t_{\text{изм}} = 0.10$  мин – время на контрольные измерения [3, стр.302.]

$$T_{\text{в}} = 0.2 + 0.14 + 0.1 = 0.44 \text{ мин},$$

Определяем оперативное время как сумму вспомогательного и основного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 1,17 + 0,44 = 1,61 \text{ мин.}$$

По нормативам, в зависимости от операции и оборудования, устанавливаем время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности рабочего:

$$T_{\text{обс}} = 0,025 \cdot T_{\text{оп}} = 0,04 \text{ мин}; \quad (1.30)$$

$$T_{отд} = 0,04 \cdot T_{оп} = 0,064 \text{ мин}; \quad (1.31)$$

Вычисляем подготовительно-заключительное время, включающее в себя время установки, выверки и закрепления на станке приспособления, время на установку режущих инструментов и время на установку на станке заданных режимов резания  $T_{пз}$  и штучно-калькуляционное время  $T_{шк}$ .

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз}$  выбираем по рекомендациям [3, стр. 301]:  $T_{пз} = 10$  мин.

Так как в партии 81 деталей, рассчитаем штучно-калькуляционное время:

$$T_{шк} = 1,61 + 0,04 + 0,064 + \frac{10}{81} = 2,41 \text{ мин}$$

#### **1.4.6 Нормирование норм времени по нормативным справочникам для остальных операций технологического процесса**

Результаты расчетов для других операций представлены в приложении 1.11.

#### **1.4.7 Выбор метода размерной наладки для одной из операций, расчёт наладочного размера**

Выбор метода размерной наладки производится на основании положительных характеристик, включающих в себя простоту, наглядность, возможность реализации при любых схемах базирования и небольшую величину рассеивания наладки. Методом, соответствующим заявленным выше требованиям является наладка методом пробных стружек и промеров.

Произведем размерную наладку оборудования для перехода операции 040 (горизонтально-фрезерная  $44_{-0,2}^{-0,1}$  на универсальном консольном горизонтально-фрезерном станке 6Р81).

Расчет наладочного размера осуществляется по формуле (1.32):

$$L_{н.р} = L_{min} + \frac{\Delta_p}{2} + \Delta_0 \quad (1.32)$$

Где  $L_{min}$  – минимальный размер детали, мм;  $\Delta_p$  – полное рассеивание размеров, вызванное случайными погрешностями, мм;  $\Delta_0$  – возможное



превышение в начальный момент работы тепловых деформаций над размерным износом режущего инструмента, мм.

Минимальный размер детали  $L_{min} = 44 - 0.2 = 43,8$  мм.

Примем возможное превышение тепловых деформаций над размерным износом режущего инструмента равным нулю  $\Delta_0 = 0$ .

Поле рассеивания размеров деталей, обусловленное специфическими особенностями метода наладки, определим по формуле (1.33):

$$\Delta_{р.н.} = \sqrt{\Delta_{р.изм}^2 + \Delta_{р.рег}^2}, \quad (1.33)$$

где  $\Delta_{р.изм}$  – погрешность измерения при наладке, мм;  $\Delta_{р.рег}$  – погрешность регулирования положения инструмента, мм.

Согласно табл. 25 и 26 [12, с. 71-72] для калибра  $44_{-0,2}^{0,1}$  мм Р-ПР, Р-НЕ погрешность измерения составляет  $\Delta_{р.изм} = 0.003$  мм, погрешность регулирования универсальном консольном горизонтально-фрезерном станке 6Р81 с ценой деления лимба продольной подачи 0.05 мм составляет  $\Delta_{р.рег} = 0.02$  мм.

Таким образом, по формуле:

$$\Delta_{р.н.} = \sqrt{0.003^2 + 0.02^2} = 0.02 \text{ мм}$$

Подставив численные значения в формулу, получаем значение наладочного размера:

$$L_{н.р} = 43,8 + \frac{0.02}{2} + 0 = 43,81 \text{ мм}$$

Поле допуска наладочного размера представлено на рис. 1.

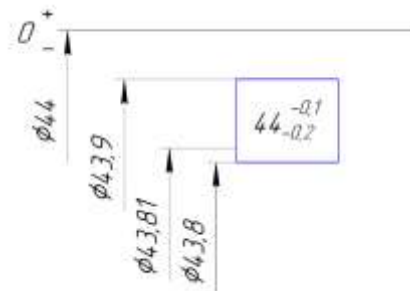


Рис.1

#### **1.4.8 Разработка содержания операций попереходно. Оформление карт операционных эскизов и текстовых технологических операционных карт.**

##### **Разработка карты окончательного контроля.**

Маршрутные карты, операционные карты и карты эскизов представлены соответственно в приложениях 1.5, 1.6, 1.7.

#### **1.5 Выводы по результатам технологического проектирования**

Результатом выполнения технологической части выпускной квалификационной работы стали: спроектированный технологической процесс изготовления детали «Шатун прицепной», чертеж заготовки и вся необходимая для производства технологическая документация.

## **2 Проектирование режущих инструментов**

### **2.1 Техническое задание**

В данной части выпускной квалификационной работы необходимо спроектировать режущий инструмент для лезвийной обработки заготовок, а именно:

1. Червячную фрезу для нарезания цилиндрических зубчатых колес
2. Комплект метчиков для нарезания метрической резьбы
3. Фасонного резца

Каждый из этих инструментов актуален в использовании на металлообрабатывающих производствах и в тяжелом машиностроении в частности.

### **2.2 Червячная фреза для нарезания цилиндрических зубчатых колес**

#### **2.2.1 Исходные данные**

Исходные данные для выполнения задания представлены в таблице 2.1

Таблица 2.1

№ Вар	$m_n$ , мм	$z_{\text{наиб}}$	$\beta$ , °	направ зубьев	$\alpha$ , °	$h_a^*$	$C^*$	Ст. точн колеса	$\Delta S_n$ , мм	Вид Об-ки
9	11	80	18	R	15	1,0	0,25	8	0	чистовая

### 2.2.2 Пример расчёта

#### 1) Выбор основных габаритных фрезы

Необходимо выбрать основные габаритные размеры фрезы  $d_{a0}$ ,  $d$ ,  $d_1$ ,  $l_1$ ,  $l$ ,  $Z_0$  из [5, табл. 13.23], ориентируясь на рекомендации для фрез типа 2.

Выбранные значения занесём в таблицу 2.2

Таблица 2.2

$m_0$ , мм	$d_{a0}$	$d$	$d_1$	$l$	$l_1$	$Z_0$
11	160	50	75	180	5	9

#### 2) Определение размеров исходной инструментальной рейки

Модуль  $m_0 = m_n = 11$  мм;

Шаг зубьев  $P_0 = \pi \cdot m_0 = \pi \cdot 11 = 34.558$  мм;

Угол профиля  $\alpha_0 = \alpha = 15^\circ$ ;

Высота головки зуба  $h_{a0} = (h_a^* + C^*) \cdot m_0 = (1 + 0.25) \cdot 11 = 13.75$  мм;

Высота ножки зуба  $h_{f0} = h_{a0} = 13.75$  мм;

Высота зуба  $h_0 = h_{a0} + h_{f0} = 13.75 + 13.75 = 27.5$  мм;

Радиус закругления головки зуба  $r_{a0} = 0.25 \cdot m_0 = 0.25 \cdot 11 = 2.75$  мм;

Радиус закругления ножки зуба  $r_{a0} = 0.3 \cdot m_0 = 0.3 \cdot 11 = 3.3$  мм;

Толщина зуба  $S_0 = \frac{\pi \cdot m_0}{2} - \Delta S_n = \frac{\pi \cdot 11}{2} - 0 = 17.279$  мм;

#### 3) Определение геометрических параметров режущей части фрезы

Для чистовой фрезы примем передний угол  $\gamma_a = 0^\circ$ , задний угол  $\alpha_a = 10^\circ$

Падение затылка на шлифованном участке

$$K = \frac{\pi \cdot d_{a0} \cdot \operatorname{tg} \alpha_a}{z_0} = \frac{\pi \cdot 160 \cdot \operatorname{tg} 10^\circ}{9} = 9,85 \approx 10 \text{ мм}; \quad (2.1.1)$$

Падение затылка для нешлифованного участка

$$K_1 = (1.2 - 1.5)K = 12 \text{ мм}; \quad (2.1.2)$$

4) Расчёт глубины стружечной канавки

Примем радиус закругления вершины канавочной фрезы равным  $r = 1.5$  мм.

Глубина стружечной канавки равна:

$$H = h_0 + \frac{K + K_1}{2} + r = 27.5 + \frac{10 + 12}{2} + 3 = 42.5 \text{ мм}; \quad (2.1.3)$$

5) Определение диаметра расчётного цилиндра

Диаметр расчётного цилиндра равен:

$$d_{m0} = d_{a0} - 2h_{a0} - 0.3K = 160 - 2 \cdot 27.5 - 0.3 \cdot 10 = 102 \text{ мм}; \quad (2.1.4)$$

6) Выбор числа заходов и направления нарезки фрезы

Число заходов для чистовых фрез  $n_0 = 1$ .

Направление нарезки фрезы – правое.

7) Определение угла подъёма нарезки фрезы

Угол подъёма нарезки фрезы на расчётном диаметре равен:

$$\sin \gamma_{m0} = \frac{m_0 \cdot n_0}{d_{m0}} = \frac{11 \cdot 1}{102} = 0.108; \quad \gamma_{m0} = 6.258 = 6^\circ 15'; \quad (2.1.5)$$

8) Угол наклона и направление стружечных канавок

$$\text{Угол наклона стружечных канавок равен } \lambda_{m0} = \gamma_{m0} = 6^\circ 15'; \quad (2.1.6)$$

Направление винтовых стружечных канавок левое.

9) Определение шага винтовых стружечных канавок

Шаг винтовых стружечных канавок равен:

$$P_z = \pi \cdot d_{m0} \cdot \operatorname{ctg} \lambda_{m0} = \pi \cdot 102 \cdot \operatorname{ctg} 6^\circ 15' = 2879 \text{ мм}; \quad (2.1.7)$$

10) Определение угла профиля стружечных канавок

Угол профиля стружечных канавок равен:

$$\theta = \frac{90^\circ}{Z_0} + 16^\circ = \frac{90^\circ}{9} + 16^\circ = 26^\circ; \quad (2.1.8)$$

Значение округлим до  $25^\circ$ .

11) Определение размеров профиля нарезки фрезы в нормальном сечении

$$m_{n0} = m_0 = 11 \text{ мм}; \quad (2.1.9)$$

$$P_{n0} = P_0 = 34.558 \text{ мм}; \quad (2.1.10)$$

$$S_{n0} = S_0 = 17.279 \text{ мм}; \quad (2.1.11)$$

$$h_{n0} = h_0 = 27.5 \text{ мм}; \quad (2.1.12)$$

$$r_{na0} = r_{\alpha 0} = 2.75 \text{ мм}; \quad (2.1.13)$$

$$r_{nf0} = r_{f0} = 3.3 \text{ мм}; \quad (2.1.14)$$

12) Расчёт размеров профиля нарезки фрезы в осевом сечении

Осевой шаг нарезки фрезы  $P_{x0} = \frac{P_{n0}}{\cos\gamma_{m0}} = \frac{34.558}{\cos 6^\circ 15'} = 34.765 \text{ мм}; \quad (2.1.15)$

Ход витков нарезки  $P_{z0} = P_{x0} \cdot n_0 = 34.765 \cdot 1 = 34.765 \text{ мм}; \quad (2.1.16)$

Расчёт угловых параметров нарезки для архимедовой червячной фрезы:

Расчётный профильный угол:

$$ctg\alpha_{x0} = ctg\alpha_{x0} \cdot \cos\gamma_{m0} = ctg15^\circ \cdot \cos 6^\circ 15' = 3.71; \alpha_{x0} = 15.085^\circ = 15^\circ 5'$$

Угол профиля зубьев червячных фрез с винтовыми стружечными канавками:

$$ctg\alpha_{0L} = ctg\alpha_{x0} + \frac{K \cdot Z_0}{P_z} = ctg15^\circ 5' + \frac{10 \cdot 9}{2879} = 3.679; \alpha_{0L} = 15.206^\circ = 15^\circ 12';$$

13) Определение угла установки фрезы на станке

$$\psi = \beta - \gamma_{m0} = 18^\circ - 6^\circ 15' = 11^\circ 45'; \quad (2.1.17)$$

14) Расчёт длины нарезки и общей длины фрезы

Длина нарезки равна:

$$l_p = h_0 ctg\alpha_0 + 2P_{x0} = 27.5 \cdot ctg15^\circ + 2 \cdot 34.765 = 172.16 \text{ мм}; \quad (2.1.18)$$

Выберем длину нарезки согласно таблице 2.1.  $l_p = 180$  мм;

Общая длина фрезы равна  $l = l_p + 2l_1 = 180 + 2 \cdot 5 = 190$  мм; (2.1.19)

Возможность осевых перемещений фрезы 17.84 мм.

15) Выбор размеров шпоночного паза

Выбор размеров производится в зависимости от принятого диаметра  $d = 50$  мм посадочного отверстия из [5, табл. 6.1].

$b = 12$  мм (поле допуска  $H11$ );

$c_1 = 53.5$  мм (поле допуска  $H12$ );

$R = 1.5$  мм.

16) Допустимые отклонения на основные размеры фрезы и шероховатость поверхностей

Таблица с отклонениями представлена в приложении 2.2

17) Выбор материала для изготовления фрезы

Материал для изготовления фрезы: Р6М5 с твердостью после термообработки HRC 64...67.

## 2.3 Фасонный резец

### 2.3.1 Исходные данные

Материал детали – бронза.

Направление вращения – левое.

Суппорт передний.

Тип резца – дисковый.

Эскиз детали представлен на рис. 2.

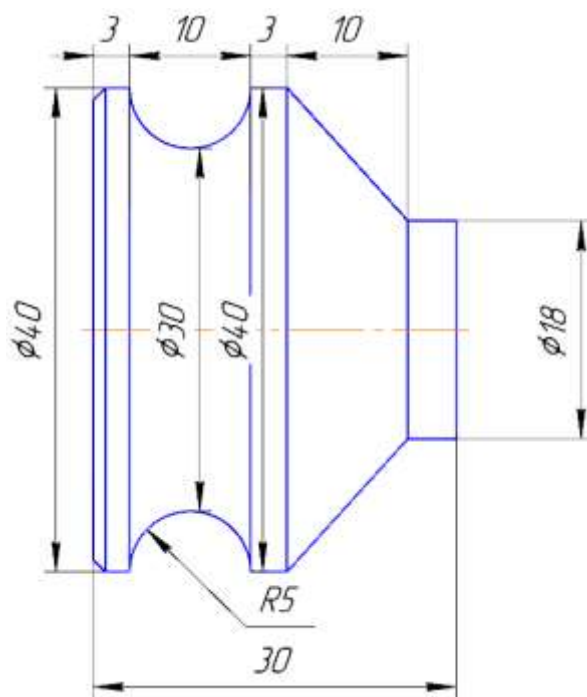


Рис.2

### 2.3.2 Пример расчёта

1. Выбираем величину заднего угла  $\alpha$ . Для дисковых резцов  $\alpha$  принимают в пределах  $10 \dots 12^\circ$ .

Примем  $\alpha = 11^\circ.0$

2. Проверка выполняется на всех конических участках (за исключением фасок) по формуле:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{r_{\max} - r_{\min}}, \text{ где} \quad (2.2.1)$$

$r_{\max}, r_{\min}$  - больший и меньший радиусы конического участка соответственно;

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{r_{\max} - r_{\min}} = \frac{10}{20 - 9} = \frac{10}{11} = 0.909; \quad (2.2.2)$$

$$\varphi = 42.271^\circ = 42^\circ;$$

Вычислим нормальный задний угол

$$\operatorname{tg} \alpha_n \approx \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \varphi_{\min} = \operatorname{tg} 11^\circ \cdot \sin 42^\circ = 0.131;$$

$\alpha_n \approx 7^\circ > 2^\circ$  - увеличение угла  $\alpha$  не требуется.

3. Выбираем передний угол  $\gamma$  в соответствии с табл.1 [5. с.4].

Примем  $\gamma = 5^\circ$ . (2.2.3)

4. Наибольшая глубина профиля детали

$$t_{max} = \frac{d_{max} - d_{min}}{2} = 11 \text{ мм};$$
(2.2.4)

5. Узловые точки профиля детали

Координаты узловых точек детали представлены на рис. 3.

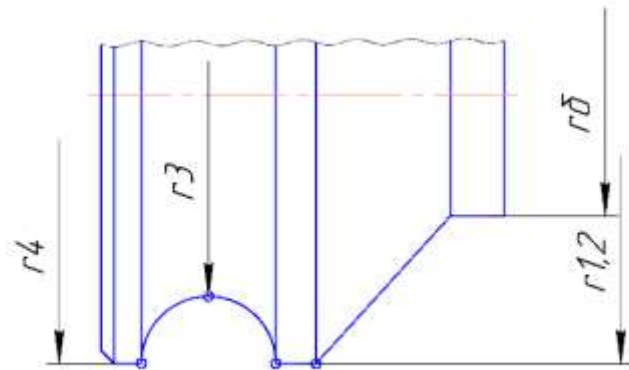


Рис. 3

$$r_6 = \frac{18}{2} = 9 \text{ – базовая узловая точка};$$
(2.2.5)

$$r_{1,2,4} = \frac{40}{2} = 20;$$
(2.2.6)

$$r_3 = \frac{30}{2} = 15$$
(2.2.7)

6. Габаритные и присоединительные размеры резца в соотв с табл.2.3 [5, с. 7] представлены в табл.2.4

Таблица 2.4

$t_{max}$ до	$D_a$	b	d (h8)	$d_1$	$d_2$	$D_1$	r
11	75	15	22	34	5	42	2



$$R_a = \frac{D_a}{2} = 37.5 \text{ мм} - \text{радиус резца}; \quad (2.2.8)$$

$$l_1 = (0.25 \dots 0.5L) = 10 \text{ мм}; \quad (2.2.9)$$

$$l_2 = 0.25l = 9,5 \text{ мм}. \quad (2.2.10)$$

7. Расчёт установочных и эксплуатационных параметров

Смещение оси резца относительно линии центров станка:

$$h = R_a \cdot \sin\alpha = 37.5 \cdot \sin 11^\circ \approx 7,16 \text{ мм}; \quad (2.2.11)$$

Смещение передней грани от оси резца

$$H = R_a \cdot \sin(\alpha + \gamma) = 37.5 \cdot \sin 16^\circ \approx 10.34 \text{ мм}. \quad (2.2.12)$$

8. Расчёт глубины профиля резца от базовой линии для всех узловых точек

- в плоскости передней грани

$$h_{pi} = \frac{r_i \cdot \cos(\gamma - \delta_i) - r_6}{\cos\gamma}, \text{ где} \quad (2.2.13)$$

$$\sin\delta_i = \frac{r_6 \cdot \sin\gamma}{r_i} \quad (2.2.14)$$

$$\sin\delta_{1,2,4} = \frac{r_6 \cdot \sin\gamma}{r_{1,2,4}} = \frac{9 \cdot \sin 5^\circ}{20} = 0,039 \rightarrow \delta_{1,2,4} = 2,235 = 2^\circ 14' \quad (2.2.15)$$

$$\sin\delta_3 = \frac{r_6 \cdot \sin\gamma}{r_3} = \frac{9 \cdot \sin 5^\circ}{15} = 0,052 \rightarrow \delta_3 = 2,980 = 2^\circ 58'$$

$$h_{p1,2,4} = \frac{r_{1,2,4} \cdot \cos(\gamma - \delta_{1,2,4}) - r_6}{\cos\gamma} = \frac{20 \cdot \cos(5^\circ - 2^\circ 14') - 9}{\cos 5^\circ} = \quad (2.2.16)$$

$$= 11,019 \text{ мм}$$

$$h_{p3} = \frac{r_3 \cdot \cos(\gamma - \delta_3) - r_6}{\cos\gamma} = \frac{15 \cdot \cos(5^\circ - 2^\circ 58') - 9}{\cos 5^\circ} = 6,014 \text{ мм} \quad (2.2.17)$$

- в профильной плоскости, нормальной к задней поверхности

$$h_{xi} = R_a - \sqrt{R_a^2 + h_{pi}^2 - 2 \cdot R_a \cdot h_{pi} \cdot \cos(\alpha + \gamma)} \quad (2.2.18)$$

$$h_{x1,2,4} = 37,5 - \sqrt{37,5^2 + 11,019^2 - 2 \cdot 37,5 \cdot 11,019 \cdot \cos(11^\circ + 5^\circ)} \quad (2.2.19)$$

$$= 10,421 \text{ мм}$$

$$h_{x3} = 37,5 - \sqrt{37,5^2 + 6,014^2 - 2 \cdot 37,5 \cdot 6,014 \cdot \cos(11^\circ + 5^\circ)} = \quad (2.2.20)$$

$$= 5,738 \text{ мм}$$

9. Полученные результаты запишем в таблицу 2.5

Таблица 2.5

№ узловой точки	$r_i$	$h_i = r_i - r_6$	$h_{pi}$	$h_{xi}$
1	20	11	11,019	10,421
2	20	11	11,019	10,421
3	15	6	6,014	5,738
4	20	11	11,019	10,421

10. Далее необходимо вычислить отклонение  $\Delta f$  фактической формы конического участка детали (за исключением фасок) от теоретической в средней точке  $C$  этого участка, для этого выполнен расчёт следующих величин:

- радиус точки  $C$  детали

$$r_c = \frac{r_{max} + r_{min}}{2} = \frac{20 + 9}{2} = 14,5 \quad (2.2.21)$$

- теоретическая глубина профиля соответствующей ей точки  $C_T$  резца  $h_{хст}$  в профильной плоскости по формулам п.8

$$\sin \delta_{ст} = \frac{9 \cdot \sin \gamma}{14,5} = 0,054 \rightarrow \delta_{ст} = 3,095 = 3^\circ 6' \quad (2.2.22)$$

$$h_{пст} = \frac{14,5 \cdot \cos(5^\circ - 3^\circ 6') - 9}{\cos 5^\circ} = 5,513 \text{ мм} \quad (2.2.23)$$

$$h_{хст} = 37,5 - \sqrt{37,5^2 + 5,513^2 - 2 \cdot 37,5 \cdot 5,513 \cdot \cos(11^\circ + 5^\circ)} = \quad (2.2.24)$$

$$= 5,264 \text{ мм}$$

-фактическая глубина профиля соответствующей ей точки  $C_\phi$  режущей кромки резца  $h_{xc\phi}$  в профильной плоскости

$$h_{xc\phi} = \frac{h_{xmax} + h_{xmin}}{2} = \frac{10,421 + 0}{2} = 5,211 \quad (2.2.25)$$

-отклонение профиля на коническом участке  $\Delta f = h_{xct} - h_{xc\phi} = 5,264 - 5,211 = 0,053$

11) Расчёт скорректированного радиуса в профильной плоскости резца для дугового участка детали

-вычисление глубины дугового участка в профильной плоскости

$$f_r = h_{xB} - h_{xA} = h_{xmax} - h_{xmin} = 4,683 \quad (2.2.26)$$

-расчёт скорректированного радиуса

$$r_x = \frac{l_r^2 + f_r^2}{2 \cdot f_r} = \frac{5^2 + 4,683^2}{2 \cdot 4,683} = 5,011 \quad (2.2.27)$$

12) Проектирование участка под отрезной резец

Примем  $\beta = 15^\circ$ , исходя из формы детали.

Расчёт общей ширины резца  $L$ :

$$L = 30 + 6 + 2 = 38 \text{ мм.}$$

Поднутрение или формирование ленточки на резце не требуется, так как участки с профильным углом  $\phi = 0$  отсутствуют.

Резец в профильной плоскости и со стороны передней бабки представлен в приложении 2.1.

13) Выбор материалов резца

Используем инструментальную быстрорежущую сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73 [3, табл.4.5, стр.90-92], твердость которой после термообработки составит  $HRC_3 = 63 \dots 65$ .

## 2.4 Комплект метчиков для нарезания резьбы

### 2.4.1 Исходные данные

Вариант 11.

Нарезаемая резьба М9-5Н.

Количество метчиков в комплекте - 2.

Обрабатываемый материал – нержавеющая сталь.

Номинальный наружный диаметр резьбы в гайке  $D$ – 9 мм.

Шаг резьбы  $P$ – 1.25

### 2.4.2 Пример расчёта

- 1) Определение номинального внутреннего  $D_1$  и среднего  $D_2$  диаметров резьбы

$$D_1 = D - 1,08253 \cdot P = 9 - 1,08253 \cdot 1,25 = 7,647 \text{ мм}; \quad (2.3.1)$$

$$D_2 = D - 0,64352 \cdot P = 9 - 0,64352 \cdot 1,25 = 8,188 \text{ мм}. \quad (2.3.2)$$

Примем номинальный наружный  $d_{1N}$  и средний  $d_{1N}$  диаметры резьбы метчика равными  $d_N = D$ ,  $d_{1N} = D_1$ ,  $d_{2N} = D_2$ .

- 2) Выбор предельных отклонений резьбы гайки

Выберем из [3] верхние  $ES$  и нижние  $EI$  предельные отклонения диаметров резьбы гайки от номинального

Нижнее предельное отклонение наружного, внутреннего и среднего диаметров для метрических посадок скольжения  $H$  равны

$$EI_D = EI_{D_2} = EI_{D_1} = 0 \text{ мкм}; \quad (2.3.3)$$

Верхнее предельное отклонение среднего диаметра  $ES_{D_2} = +125$  мкм.

Верхнее предельное отклонение внутреннего диаметра  $ES_{D_1} = +212$  мкм.

- 3) Расчёт предельных размеров резьбы в гайке

Максимальный и минимальный внутренние диаметры:

$$D_{1max} = D_1 + ES_{D_1} = 7,647 + 0,212 = 7,859 \text{ мм}; \quad (2.3.4)$$

$$D_{1min} = D_1 = 7,647 \text{ мм}; \quad (2.3.5)$$

Максимальный и минимальный средние диаметры:

$$D_{2max} = D_2 + ES_{D_2} = 8,188 + 0,125 = 8,313 \text{ мм}; \quad (2.3.6)$$

$$D_{2min} = D_2 = 8,188 \text{ мм}; \quad (2.3.7)$$

Минимальный наружный диаметр:

$$D_{min} = D = 9 \text{ мм}; \quad (2.3.8)$$

4) Определение класса точности метчика

В соответствии с табл. 8 [6], метчик с полем допуска нарезаемой резьбы 5Н относится к метчикам 1-го класса.

5) Выбор предельных отклонений наружного  $d_N$  и среднего  $d_{2N}$  диаметров резьбы чистового метчика, допуск на половину угла профиля  $\alpha/2$  и предельных отклонений шага резьбы  $TP/2$

Выбор производится согласно ГОСТ 16925-93 [8].

Нижнее отклонение наружного диаметра чистового метчика

$$eid_N = +50 \text{ мкм};$$

Нижнее и верхнее отклонения среднего диаметра чистового метчика:

$$eid_{2N} = +13 \text{ мкм};$$

$$esd_{2N} = +38 \text{ мкм};$$

Допуск на половину угла профиля  $\alpha/2 = \pm 25'$ ;

Предельные отклонения шага резьбы  $TP/2 = \pm 8 \text{ мкм}$ .

6) Расчёт предельных размеров наружного  $d_N$  и среднего  $d_{2N}$  диаметров резьбы всех метчиков в комплекте, а также длину  $l_p$  их режущей части

Расчёт производится согласно табл. 9 [6].

Предельные диаметры наружного  $d_N$  диаметра резьбы чистового метчика:

$$d_{Nmax} = d_N + esd_N = 9 \text{ мм}; \quad (2.3.9)$$

$$d_{Nmin} = d_N + eid_N = 9 + 0,05 = 9,05 \text{ мм}; \quad (2.3.10)$$

Предельные диаметры среднего  $d_{2N}$  диаметра резьбы чистового метчика:

$$d_{2Nmax} = d_{2N} + esd_{2N} = 8,188 + 0,038 = 8,226 \text{ мм}; \quad (2.3.12)$$

$$d_{2Nmin} = d_{2N} + eid_{2N} = 8,188 + 0,013 = 8,201 \text{ мм}; \quad (2.3.13)$$

Длина режущей части чистового метчика  $l_p = 2 \cdot P = 2 \cdot 1,25 = 2,5$  мм; (2.3.14)

Предельные диаметры наружного  $d_N$  диаметра резьбы черного метчика:

$$d'_{Nmax} = d_N - 0,2 \cdot P = 9 - 0,25 = 8,75 \text{ мм}; \quad (2.3.15)$$

$$T'd_N = T11 = 0,08 \text{ мм}; \quad (2.3.16)$$

Предельные диаметры среднего  $d_{2N}$  диаметра резьбы черного метчика:

$$d'_{2Nmax} = d_{2N} - 0,1 \cdot P = 8,188 + 0,1 \cdot 1,25 = 8,063 \text{ мм}; \quad (2.3.17)$$

$$T'd_{2N} = 0,039 \cdot \sqrt{P} + T6 = 0,039 \cdot \sqrt{1,25} + 0,009 = 0,053 \text{ мм}; \quad (2.3.18)$$

Длина режущей части черного метчика:  $l'_p = 6 \cdot P = 6 \cdot 1,25 = 7,5$  мм;

Наибольший внутренний диаметр для всех метчиков в комплекте

одинаков и равен:

$$d_{1Nmax} = d_{1N} - 0,055P = 7,647 - 0,055 \cdot 1,25 = 6,96 \text{ мм}; \quad (2.3.19)$$

7) Расчёт диаметра  $d_T$  метчиков по переднему торцу

$$d_T = D_1 - (0,1 \dots 0,35) = 7,5 \text{ мм}; \quad (2.3.20)$$

8) Определение углов  $\varphi$  режущей части всех метчиков в комплекте

Для чистового метчика:

$$tg\varphi = \frac{d_N - d_T}{2 \cdot l_p} = \frac{9 - 7,5}{2 \cdot 2,5} = 0,3 \rightarrow \varphi = 17,699 \approx 18^\circ \quad (2.3.21)$$

Для черного метчика:

$$tg\varphi = \frac{d_N - d_T}{2 \cdot l_p} = \frac{9 - 7,5}{2 \cdot 7,5} = 0,1 \rightarrow \varphi = 5,711 \approx 6^\circ \quad (2.3.22)$$

9) Выбор переднего  $\gamma$  и заднего  $\alpha$  углов

Выбор переднего  $\gamma$  и заднего  $\alpha$  углов производится в зависимости от обрабатываемого материала по табл. 10 [6]. Так как обрабатываемым материалом является нержавеющей сталь, примем  $\gamma = 5^\circ$ ,  $\alpha = 5^\circ$ .

10) Выбор числа зубьев  $z$  метчика.

По ГОСТ 3266-81 для резьб с  $d_N \leq 17$  мм  $z = 3$

- 11) Определение падения затылка  $K$  по вершинам витков режущей части

$$K = \frac{\pi \cdot d_N \cdot \operatorname{tg} \alpha}{z} = \frac{\pi \cdot 9 \cdot \operatorname{tg} 5^\circ}{3} = 0,825 \approx 0,8 \quad (2.3.23)$$

Для всех метчиков комплекта принимается одно и тоже  $K$  Для шлифованных метчиков (1-го и 2-го классов точности) затылование производится и по профилю резьбы (по наружному диаметру обычно не затылуют. Затылование по профилю  $K_1$  назначают по ГОСТ 3449-84 в зависимости от  $d_N$  (табл. 11, [6]).

Примем  $K_1 = 0,03$  мм.

- 12) Габаритные размеры метчиков, форма и размеры конструктивных элементов

Размеры комплекта метчиков и их конструктивных элементов согласно ГОСТ 3266-81, размеры центровых отверстий согласно ГОСТ 14034-74.

- 13) Материал метчика

Материал режущей части – Р6М5 по ГОСТ 12265-73. Твердость  $HRC_3=63-64$

## **2.5 Выводы по проектированию режущего инструмента**

В ходе работы были спроектированы червячная фреза, дисковый фасонный резец и комплект метчиков. Чертежи червячной фрезы, дискового, фасонного резца и метчика представлены в приложения 2.3, 2.4, 2.5 соответственно.

## **3 Автоматизация производственных процессов**

### **3.1 Техническое задание**

1. Чертеж детали «Колпачок» представлен в приложении 3.1
2. Оборудование: универсальный токарно-винторезный станок 16Б16

## 3.2 Расчет времени обработки заготовки

### 3.1.3 Обработка при продольной подаче

Маршрут движения резца при обработке заготовки продольной подачей представлен в приложении 3.2

Маршрут резца по точкам:

0→1 холостой ход

1→2 холостой ход

2→3 рабочий ход (осевое перемещение)

3→4 рабочий ход (радиальное перемещение)

4→5 холостой ход

5→0 холостой ход

Скорость движения инструмента при холостом ходе:

$$V_{xx} = 6 \frac{\text{М}}{\text{МИН}} = 6000 \frac{\text{ММ}}{\text{МИН}} \quad (3.1)$$

Длина холостого хода:

$$S_{xx} = S_{01} + S_{12} + S_{45} = 5 + 4 + 4 + 7 = 20 \text{ мм} \quad (3.2)$$

Время холостого хода:

$$t_{xx} = \frac{S_{xx}}{V_{xx}} = \frac{20}{6000} = 0,003 \text{ мин} \quad (3.3)$$

$$\text{Время рабочего хода: } t_{px} = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ с} \quad (3.4)$$

где: L – длина рабочего хода, мм, n – частота вращения шпинделя, об/мин, s – подача, мм/об.

Длина рабочего хода:

$$L = S_{23} + S_{34} = 3 + 1 = 4 \text{ мм} \quad (3.5)$$

$$t_{px} = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{4}{850 \cdot 0,3} = 0.016 \text{ мин} \quad (3.6)$$

Время цикла рассчитывается по формуле

$$T = t_{px} + t_{xx} = 0.003 + 0.016 = 0.019 \text{ мин} \quad (3.7)$$



Расчет производительности при продольном перемещении инструмента:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,019} = 52 \text{ шт/мин} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{ст}} = 1,25 \cdot Q_{\text{ст}} = 1,25 \cdot 52 = 65 \text{ шт/мин} \quad (3.9)$$

### 3.2.3 Обработка при поперечной подаче

Маршрут движения резца при обработке заготовки поперечной подачей представлен в приложении 3.3

Маршрут резца по точкам:

- 0 — 1 Холостой ход,
- 1 — 2 Рабочий ход,
- 2 — 3 Рабочий ход,
- 3 — 4 Холостой ход.

Для реализации данной схемы точения используем прорезной резец ГОСТ 18874-73 с шириной режущей части  $a = 3$  мм. Эскиз данного резца представлен в приложении 3.4.

Параметры резца:

Обозначение: 2120-0503;

Сечение резца НхВ: 8х8;

Общая длина резца L: 50 мм

Вылет резца l: 8мм

Ширина режущей кромки резца a; 3мм.

Все данные взяты из [5, табл 1, строка 2].

Скорость движения инструмента при холостом ходе примем:

$$V_{xx} = 6 \frac{\text{М}}{\text{МИН}} = 6000 \frac{\text{ММ}}{\text{МИН}} \quad (3.10)$$

$$\text{Длина холостого хода } S_{xx} = S_{01} + S_{34} = 4 + 4 = 8 \text{ мм} \quad (3.11)$$

$$\text{Время холостого хода: } t_{xx} = \frac{S_{xx}}{V_{xx}} = \frac{8}{6000} = 0,0013 \text{ мин} \quad (3.12)$$

Время рабочего хода рассчитывается аналогично п. 3.1.

$$t_{px} = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ мин} \quad (3.13)$$

$$t_{px} = \frac{L}{n \cdot S} = \frac{1}{420 \cdot 0,3} = 0.008 \quad (3.14)$$

Время цикла рассчитывается по формуле

$$T = t_{px} + t_{xx} = 0.0013 + 0.008 = 0.0093 \text{ мин} \quad (3.15)$$

Расчет производительности при продольном перемещении инструмента:

$$Q_{ст} = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,0093} = 107.5 \text{ шт/мин} \quad (3.16)$$

$$Q_{ст} = 1,25 \cdot Q_{ст} = 1,25 \cdot 107,5 = 134,4 \text{ шт/мин} \quad (3.17)$$

Примем производительность при продольном перемещении равную 134 шт/мин.

### 3.3 Расчет уровня автоматизации операции (перехода)

Из приведенных расчетов видно, что наиболее производительный способ обработки заготовки – поперечное точение. Оно обеспечивает в 2 раза большую производительность труда, поэтому при дальнейшем проектировании будем принимать расчеты пункта 3.2 как окончательные.

Определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{ш} = T + t_{в} \quad (3.18)$$

где  $t_{в}$  – вспомогательное время, определённое по справочнику нормировщика и равное

$$t_{в} = 1,421 \text{ мин} \quad (3.19)$$

Тогда:

$$T_{ш} = T + t_{в} = 0,0093 + 1,421 = 1,4303 \text{ мин} \quad (3.20)$$

Степень автоматизации данной операции определяется по формуле:

$$a_{т} = \frac{T}{T_{ш}} = \frac{0.0093}{1.4303} = 0.0065 \quad (3.21)$$

### 3.4 Выбор загрузочного устройства

#### 3.4.1 Бункерное загрузочное устройство со змейковым транспортёром

Данное ЗУ взято из патента RU 31750 U1 и представлено на рис. 4.

Бункерное загрузочное устройство содержит корпус 1, змейковый транспортёр 2, эксцентриковый вал 3, шатун 4, планку направляющую 5, отсекатель заготовок 6, неподвижную ось 7.

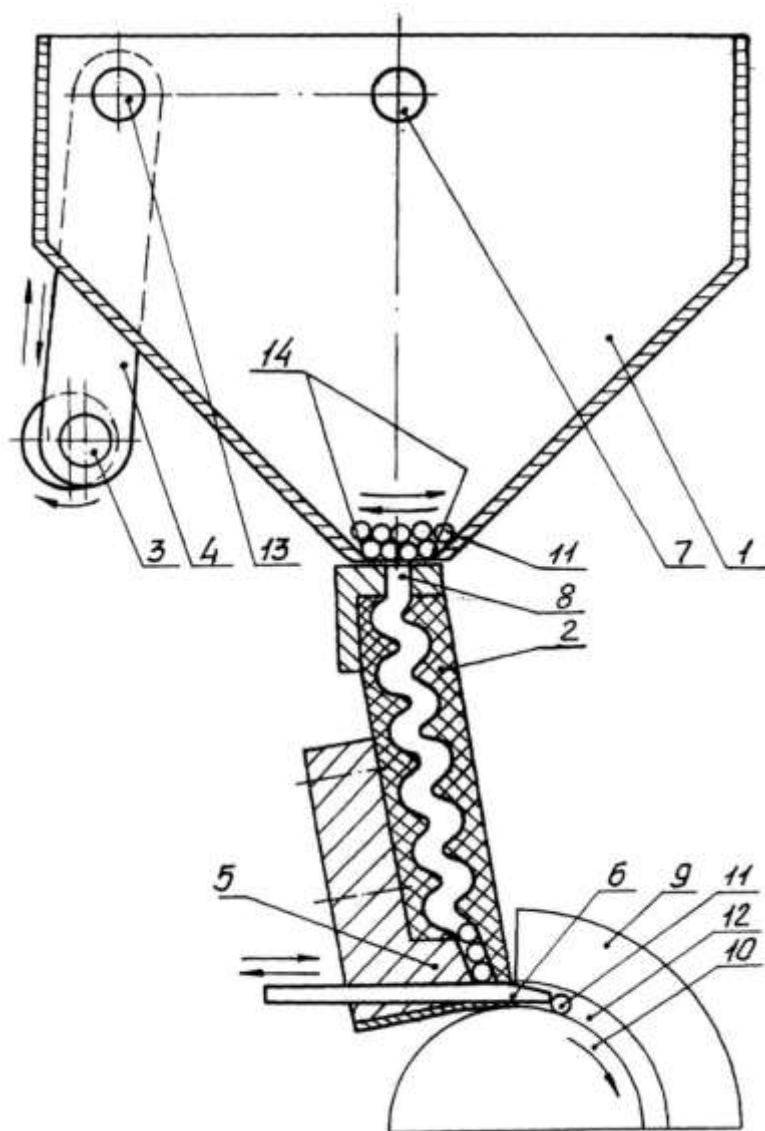


Рис. 4 Бункерное загрузочное устройство

Работа бункерного загрузочного устройства заключается в следующем.

В корпус бункера 1 слоями укладываются заготовки 11. При вращении эксцентрикового вала 3 кривошипно-шатунного механизма корпус бункера 1 через шатун 4 и ось 13 получает колебательные движения относительно

неподвижной оси 7, при этом заготовки нижнего слоя сталкиваются кромками корпуса бункера 14 в щель 8 змейкового транспортёра 2. Заготовки 11, проходя через змейковый транспортер попадают в направляющую планку 5.

Нижняя заготовка, находящаяся в транспортере, отсекается и выталкивается отсекателем 6 в рабочую зону 12 между накатным сектором 9 и роликом 10.

(+): 1) Отсутствие заклинивания заготовок;

2) Низкий уровень шума;

3) Возможность переналадки

(-): 1) Стоимость оборудования.

2) Большие габариты

### 3.4.2 Дискový фрикционный механизм

Данное ЗУ взято из патента SU 1 521 555 A2 и представлено на рис. 5.

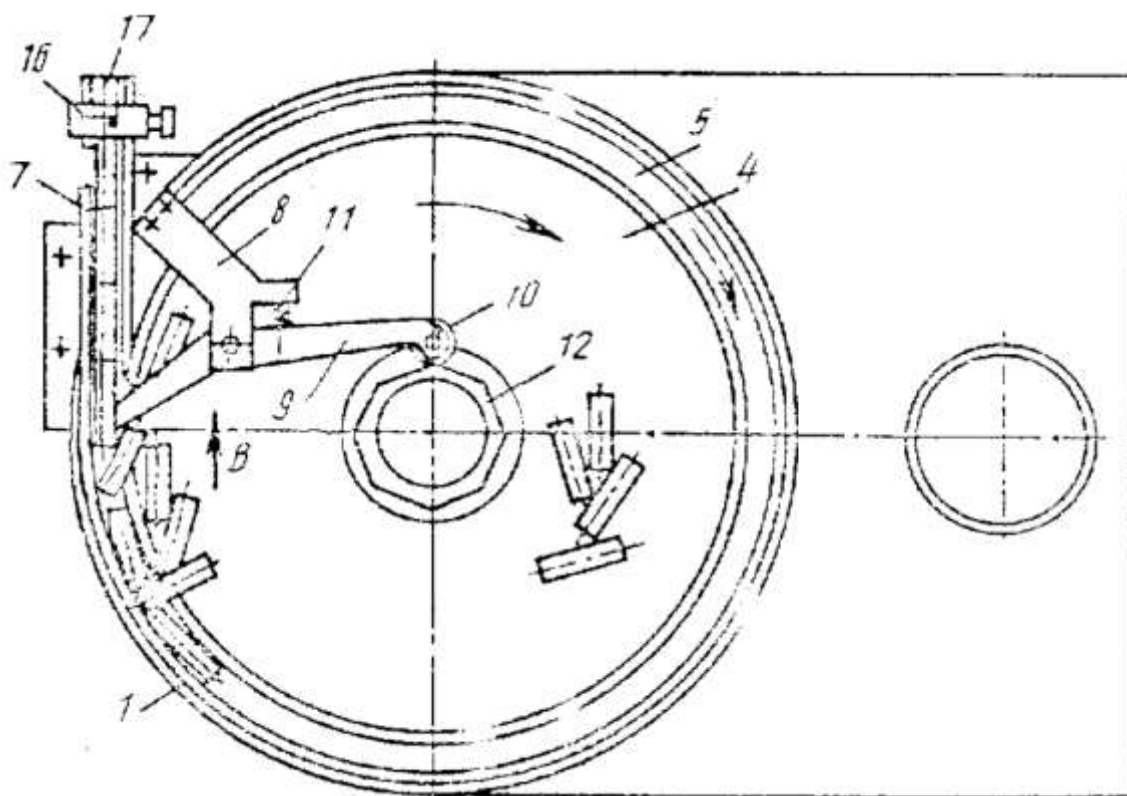


Рис. 5 Дискový фрикционный магазин

Данное устройство содержит корпус 1, на котором закреплён ориентирующий диск, состоящий из двух концентричных частей: внутренней и

наружной. По касательной к диску установлен приёмный лоток 7. На верхнем ободе шарнирно закреплён с возможностью поворота в горизонтальной плоскости отсекаТЕЛЬ в виде двуПлечеГО рычага 9, на одном плече которого установлен ролик 10, взаимодействующий с кулачком 12, соосно расположенным на внутренней части 4 ориентирующего диска, а на другом – регулируемы Г-образный упор со скосом. Детали, поступая на вращающийся ориентирующий диск, за счёт сил трения и разности угловых скоростей внутренней 4 и наружной 5 частей диска занимают определенное положения, проходят под заслонкой и с помощью Г-образного упора занимают ориентированное положение в зоне входа в приёмный лоток 7.

(+): 1) Повышенная надёжность

2) Ремонтпригодность

3) Возможность регулирования производительности

(-): 1) Сложность конструкции;

2) Наличие редуктора;

3) Заклинивание диска при задержке заготовок в момент их выпадания в приёмник;

4) Необходимость наличия предохранительной муфты во время заклинивания;

5) Ограниченные технологические возможности;

6) Повышенная шумность

### **3.4.3 Дисковый карманчиковый механизм**

Схема данного устройства представлена на рис. 6.

В дисковом карманчиковом механизме заготовки ориентируются в два этапа. При этом устройства как для первичной, так и для вторичной ориентации расположены внутри бункера. Первичная ориентация заготовок осуществляется карманами (вырезами), расположенными по хорде вращающегося диска, а вторичная ориентация— карманами на нижней торцовой поверхности этого диска. Заготовки, засыпанные в бункер, западают в вырезы 7 диска (первичная

ориентация) - и при вращении диска перемещаются в верхнюю часть бункера, скользя по буртику кольца 5 (торцовому кулачку). Кольцо 5 закреплено в основании 4 бункера.

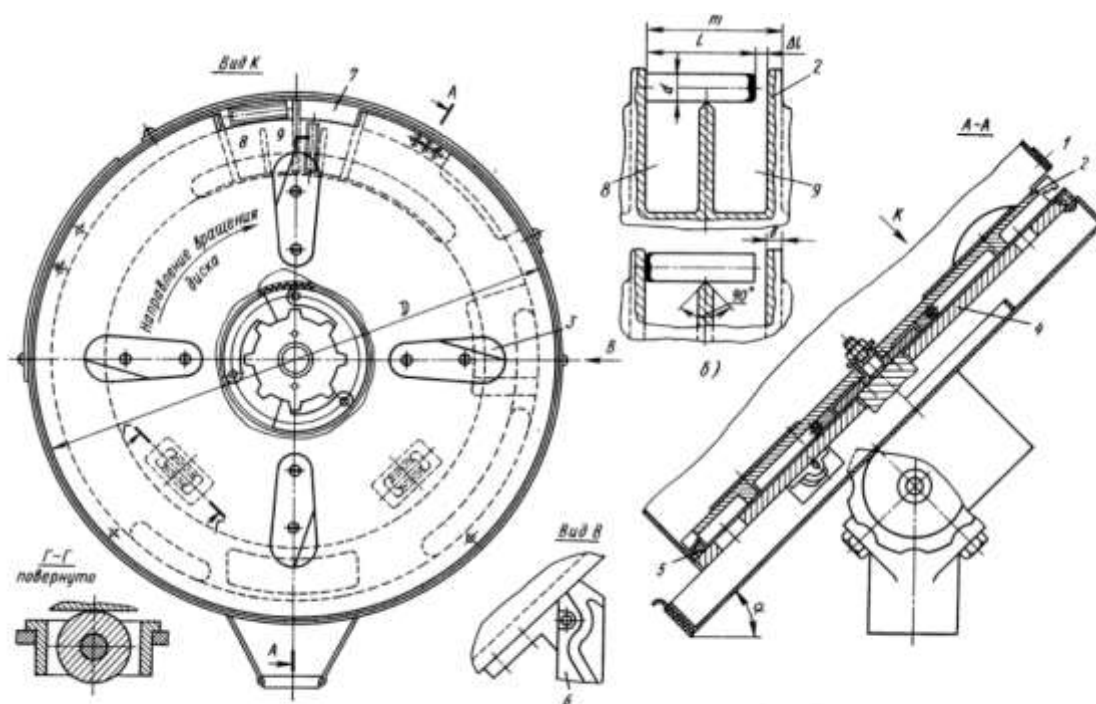


Рис. 6 Схема дискового карманчикового механизма

В верхней части бункера, вследствие того, что центр тяжести смещен, заготовка опрокидывается в один из внутренних карманов 8 или 9 диска 2 в необходимом для обработки положении (вторичная ориентация). Для того чтобы заготовка могла поворачиваться, в стенке бункера сделан вырез. При следующем обороте диска ориентированная заготовка через вырез в основании бункера выкатывается в накопитель 6 (см. вид В), из которого и поступает в питатель. Для лучшего заполнения вырезов на поверхности диска установлены лопасти (ворошители) 3.

(+): 1) Количество захватов;

2) Высокая производительность;

(-): 1) Невозможность переналадки.

2) Стоимость оборудования

### 3.4.4 Вибробункер

Схема вибрационного бункера представлена на рис. 7.

Бункерная часть вибрационного загрузочного устройства выполнена в виде цилиндрической чаши, на внутренней поверхности которого имеется спиральный лоток. Дно чаши при этом закреплено на цилиндрических наклонных стержнях или на рессорах. В центре дна закреплен якорь электромагнита, установленного на массивном основании. Величина зазора между якорем и электромагнитом влияет на скорость перемещения заготовок по лотку. В качестве амортизаторов в вибрационных загрузочных устройствах используют резиновые ножки небольшой жесткости или амортизаторы, состоящие из нескольких винтовых пружин. Использование таких амортизаторов обеспечивает более низкую частоту собственных колебаний по сравнению с частотой возмущающих сил. Привод вибробункера закрывают кожухом.

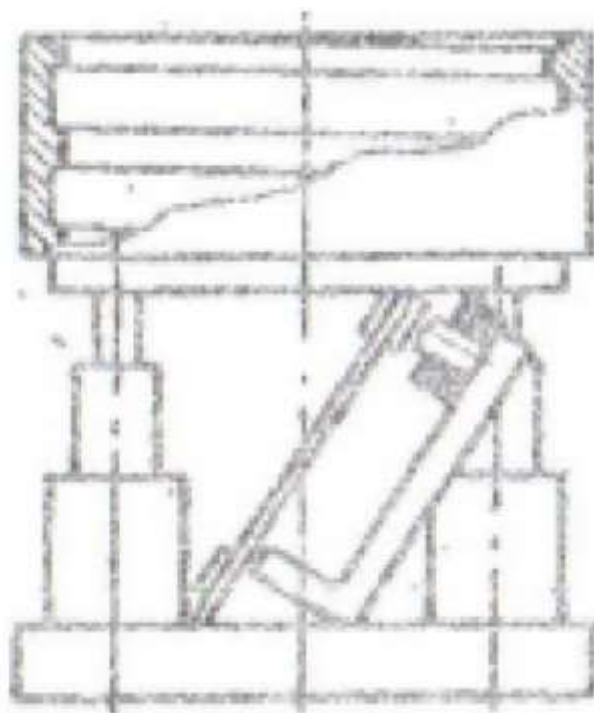


Рис. 7. Схема вибрационного бункера

- (+): 1) Регулируемая производительность;  
2) Отсутствие ограничений по форме, массе и хрупкости заготовок;

- 3) Возможность быстрой переналадки при небольших затратах;
- 4) Бесступенчатое регулирование скорости перемещения по лотку;
- (-) 1) Невозможность установки на станке;
- 2) Низкое число захватных органов (до 6 шт);

### **3.4.5 Загрузочное устройство с крючковым механизмом**

Бункерное загрузочное устройство с крючковым механизмом и лотком выдачи деталей отличающееся тем, что, с целью поштучной выдачи деталей оно снабжено подпружиненными направляющими пластинами, закрепленными на входной части лотка выдачи деталей, причем сам лоток расположен между полюсными наконечниками электромагнита, а крючковый захватный механизм установлен эксцентрично относительно бункера.

- (+): 1) Надёжность;
- 2) Работает с разными типами деталей;
- 3) Возможность переналадки;
- (-): 1) Сложность конструкции;
- 2) Наличие нетехнологичных элементов;
- 3) Сложность производства и монтажа.

## **3.5 Сводная таблица результатов**

Сравнение производится на основе таблицы 1 в приложении 2.5.

По результатам таблицы и на основе требуемых габаритов был выбран дисковый карманчиковый механизм

## **3.6 Расчёт конструктивных параметров загрузочного устройства**

### **3.6.1 Расчёт объёма накопителя**

Определим объем накопителя по формуле

$$V_{\text{н}} = \frac{V_3 \cdot T \cdot Q_3}{K_v} \quad (3.22)$$

где T - время автоматической работы станка, T=30 мин

$K_v$ - коэффициент объёмного заполнения,  $K_v=0,5$

$Q_3$  - производительность загрузочного устройства,  $Q_3 = 134$  шт/мин



$V_3$  - объём заготовки, мм<sup>3</sup>

Определим объём заготовки по формуле:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} l = \frac{\pi \cdot 16^2}{4} 24 = 4825 \text{ мм}^3 \quad (3.23)$$

$$V_H = \frac{4825 \cdot 30 \cdot 134}{0.5} = 38793000 \text{ мм}^3 \quad (3.24)$$

### 3.6.2 Расчёт ёмкости накопителя

Ёмкость накопителя определяется по формуле:

$$W_3 = Q_{\text{ст}} \cdot T \cdot W_{\text{min}}, \quad (3.25)$$

где,  $W_{\text{min}}$ , – наименьшее необходимое для нормальной работы число заготовок в ЗУ,  $W_{\text{min}} = (0,15 - 0,3) W_3$  (3.26)

$$W_3 = Q_{\text{ст}} \cdot T \cdot 0,2W_3, \quad (3.27)$$

$$0,8W_3 = Q_{\text{ст}} \cdot T \quad (3.28)$$

$$W_3 = \frac{Q_{\text{ст}} \cdot T}{0.8} = \frac{107 \cdot 30}{0.8} = 4012 \text{ шт} \quad (3.29)$$

Масса заготовки рассчитывается по формуле:

$$M_3 = V_3 \cdot \rho_3 \quad (3.30)$$

где  $\rho_3 = 7,83 \text{ г/см}^3$  – плотность материала заготовки Сталь45.

$$M_3 = V_3 \cdot \rho_3 \quad (3.31)$$

$$M_3 = 4,83 \cdot 7,83 = 38 \text{ г}$$

Общая масса заготовок в накопителе рассчитывается по формуле:

$$M_{30} = M_3 \cdot W_3 = 38 \cdot 4012 = 152456 \text{ г} = 153 \text{ кг} \quad (3.32)$$

Спроектируем общий вид накопителя загрузочного устройства:

Его объём складывается из элементарных тел вращения. Зная общий объём накопителя – можно найти его общую высоту, считая, что весь накопитель цилиндрический.

$$V_H = \frac{\pi \cdot d^2}{4} h, \quad (3.33)$$

Где  $d$  – диаметр цилиндрической части. Примем  $d=550 \text{ мм}$

$$h = \frac{4 \cdot V_H}{d^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 38793000}{550^2 \cdot \pi} = 165 \text{ мм} \quad (3.34)$$

Примем высоту накопителя равную 165 мм. Общий вид накопителя представлен на рис. 8.

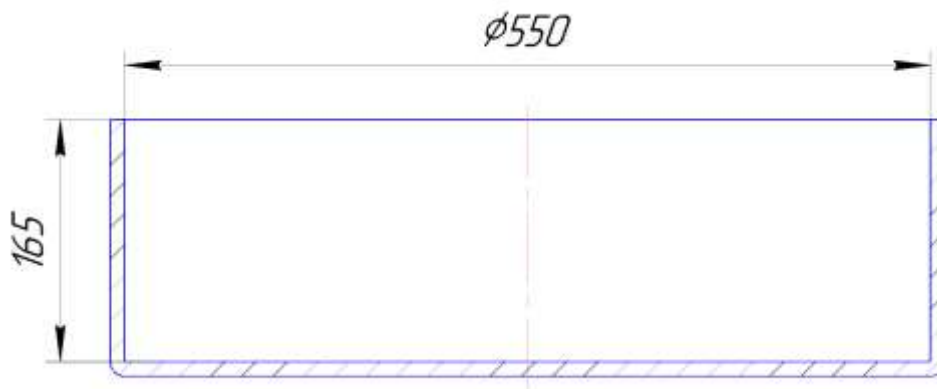


Рис 8 – общий вид накопителя.

### 3.6.3 Расчёт ширины лотка загрузочного устройства

На рисунке 9 представлена расчетная схема для нахождения ширины лотка.

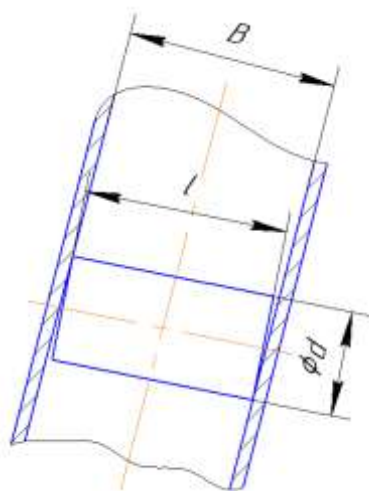


Рис 9 – расчетная схема для нахождения ширины лотка

Ширину лотка найдём по формуле

$$B = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{\sqrt{1 + \mu}} \quad (3.35)$$

где  $l = 24$  мм – длина заготовки

$d = 16$  мм – диаметр заготовки

$\mu = 0,2$  – коэф-т трения

Получаем:

$$B = \frac{\sqrt{16^2 + 24^2}}{\sqrt{1 + 0,2}} = 26,33 \quad (3.36)$$

Примем ширину лотка равную  $B=27$  мм

### 3.6.4 Выбор отсекателя

Отсекатель – механизм, регулирующий число заготовок, поступающих из механизма в питатель. Заготовки из магазина поступают к питателю непрерывным потоком. В конце магазина движение заготовок прерывается отсекателем, который отделяет их от общего потока по одной или несколько заготовок и передает их в питатель.

Отсекающие механизмы по характеру совершаемого движения отсекающих звеньев подразделяют на четыре типа:

- с возвратно-поступательным движением;
- с колебательным движением;
- с вращательным движением;
- со сложным движением.

Отсекатели с возвратно-поступательным движением являются наиболее простыми по конструкции, и их функции нередко выполняет инструмент или питатель. Способ отсекания заготовок питателем приведен на рис. 10. Верхняя площадка питателя 1 выполняет функции отсекателя, перекрывая канал магазина при подаче заготовок в рабочую позицию.

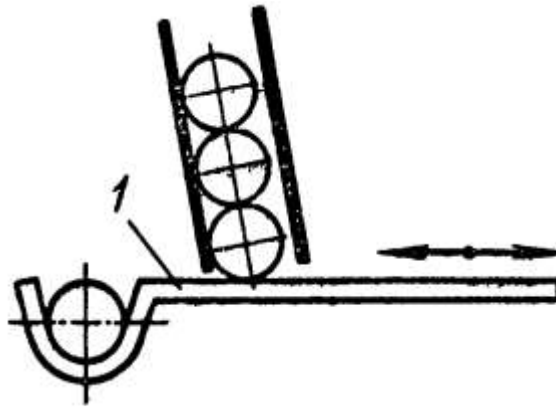


Рис.10 Отсекатель с возвратно-поступательным движением

Отсекатель с вращательным движением отсекающих звеньев представлен на рис. 11.

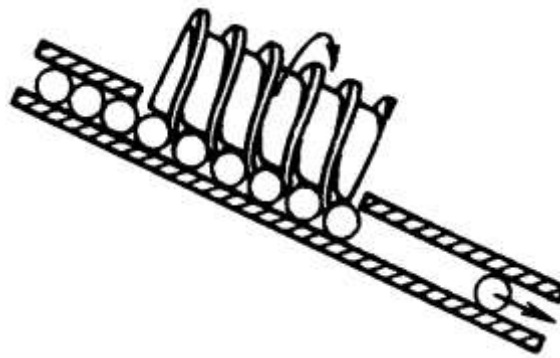


Рис.11 Отсекатель с вращательным движением

Барабанные отсекатели (рис. 12) представляют собой диски или барабаны 1 с вырезами для подаваемых заготовок. Диск или барабан вращаются от специального механизма (чаще храпового). При повороте такого диска или барабана на некоторый угол заготовка, запавшая из магазина 2 в вырез, отделяется от остальных заготовок и передается в питатель, в то время как остальные заготовки удерживаются в магазине.

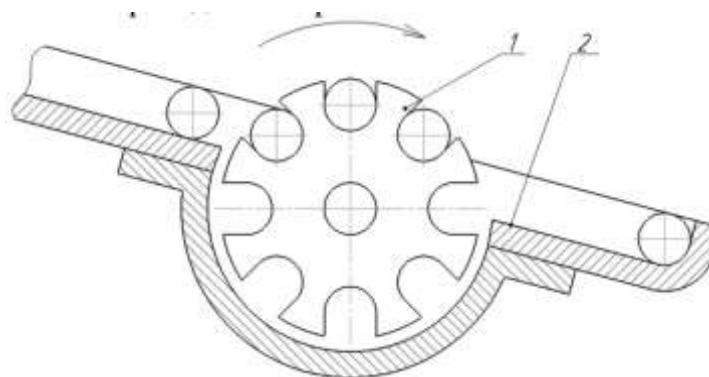


Рис. 12 Барабанный отсекатель

В штифтовом механизме поштучной выдачи, показанном на рис. 13, отсекатели 3 заходят в отверстие магазина 1 и шарнирно связаны с качающейся на оси планкой 4. Планка 4 получает перемещение от подвижной части питателя или исполнительного органа станка. В зависимости от направления ее поворота один из отсекателей входит в отверстие магазина, в то время как другой отсекаТЕЛЬ выходит из магазина

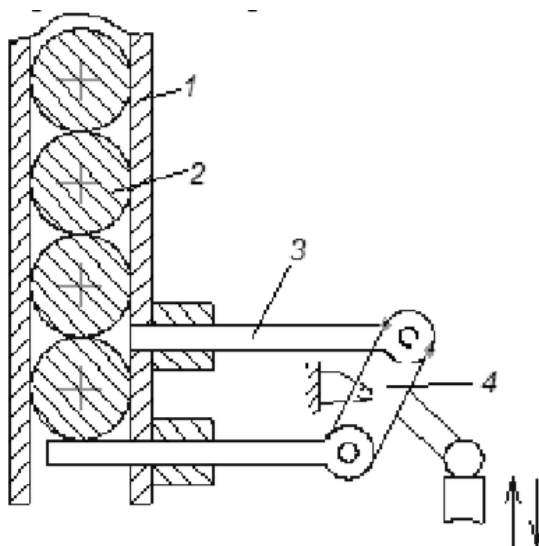


Рис. 13 Штифтовый отсекаТЕЛЬ

Сравнительная характеристика отсекателей представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Критерии	ОтсекаТЕЛЬ с возвратно-ступательным движением	ОтсекаТЕЛЬ с вращательным движением	Барабанный отсекаТЕЛЬ простого действия	Штифтовой отсекаТЕЛЬ
1	Простота конструкции	+	+	-	-
2	Простота обслуживания	+	-	-	-
3	Производительность (шт/мин)	50-80	100-120	До 150	100-120
4	Ремонтопригодность	+	-	-	-

5	Технологичность конструкции	+	+	+	-
6	Компактность	+	+	-	+
7	Наличие оригинальных деталей	-	-	+	+

Исходя из представленных в таблице характеристик, можно сделать вывод, что для данной операции (точить ступень вала) наилучшим образом подойдет отсекатель с возвратно-поступательным движением.

### 3.6.5 Выбор пневмоцилиндра

Во многих загрузочных устройствах применяются пневмоцилиндры, в связи с простотой конструкции и дешевой производством. Так же немаловажным фактором является надежность работы, безопасность эксплуатации и высокая скорость срабатывания. Рабочим элементом цилиндра является сжатый под давлением воздух.

Пневматические приводы состоят из пневмодвигателя, пневматической аппаратуры и воздухопроводов. В качестве двигателя применяются цилиндр с поршнем. Для проектируемого загрузочного устройства выбираем стационарный пневматический привод с поршневым двигателем двустороннего действия. Для удобства монтажа выбираем цилиндр на лапах ГОСТ 15608-81.

В данной конструкции для обеспечения работы питателя будет использован пневмоцилиндр 2011–50×160 ГОСТ 15608-81

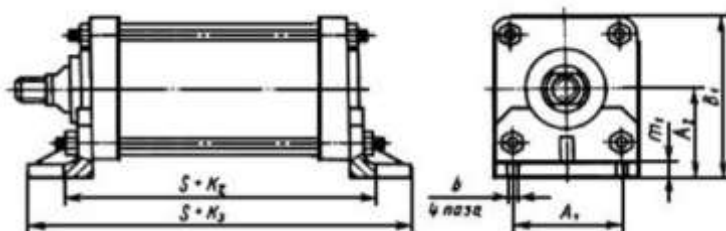


Рис 14 - Пневмоцилиндр 2011–50×200 ГОСТ 15608-81

Параметры пневмоцилиндра:

- диаметр цилиндра:  $D = 50$  мм;
- диаметр штока:  $d = 12$  мм;
- наибольший ход поршня:  $L = 200$  мм.

### **3.8 Построение циклограммы процесса обработки**

Циклограмма представлена в приложении 3.6.

### **3.9 Выводы**

В ходе работы было спроектировано загрузочное устройство для деталей типа Колпачок. Чертёж устройства представлен в приложении 3.7.

## Библиография

1. Технология машиностроения: в 3-х к. / Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др. ред. С.Л. Мурашкин. – Москва: Высшая школа, 2003 – 2008 г.
2. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т. / В.Б. Борисов, Е.И. Борисов, В.Н., Васильев и др. ред. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – Москва: Машиностроение, 1986. –2 т.
3. Справочник нормировщика-машиностроителя: в 4-х т. / Л.М. Винник, Р.Я. Гринберг, Я.А. Каминский и др.; ред. Е.И. Стружестрах. – Москва: Машгиз, 1961. Т.4: Техническое нормирование станочных работ. – 1961. – 893 с.
4. ГОСТ Р 53442-2015 Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения
5. Справочник инструментальщика / Под ред. И.А. Ординарцева. Л.: Машиностроение, 1987. 846 с.
6. Режущие инструменты. Учебное пособие. В.Ф.Истомин, Ю.М. Панкратов. Санкт-Петербург. 1993
7. ГОСТ 16093-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Допуски. Посадки с зазором
8. ГОСТ 16925-71 Метчики. Допуски на резьбу
9. ГОСТ 3266-81. Метчики машинно-ручные. Конструкция и размеры.
10. Малов А.Н. Загрузочные устройства для металлорежущих станков. Изд. 2-е перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1972, 400 с.
11. Камышный Н.И. Автоматизация загрузки станков. М., «Машиностроение», 1977. 288 с. с ил.



## **Приложения**

### \*Приложение 1.1. Модель заготовки

На рис. 1 представлена трёхмерная модель штампованной заготовки.

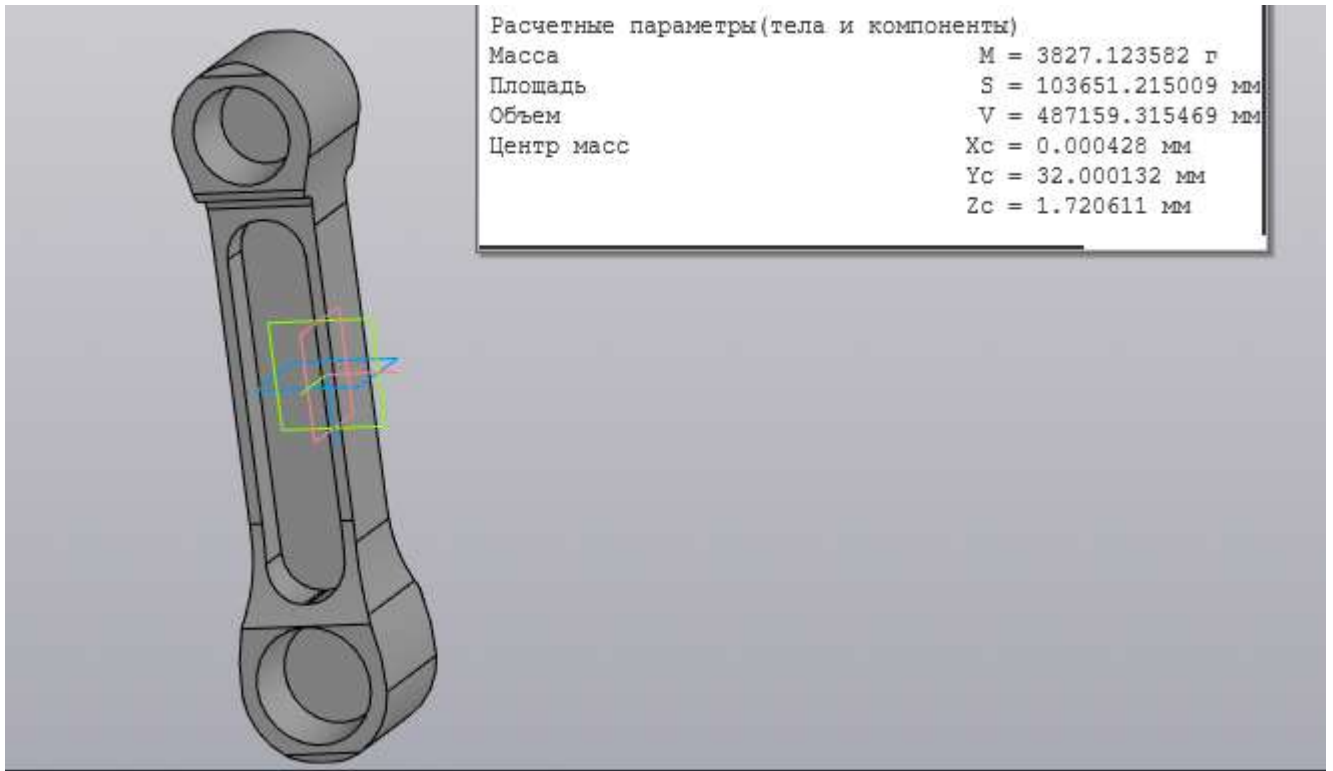


Рис.1 Штампованная заготовка

### Приложение 1.2. Обработка поверхности Ø49H7<sup>+0,025</sup>

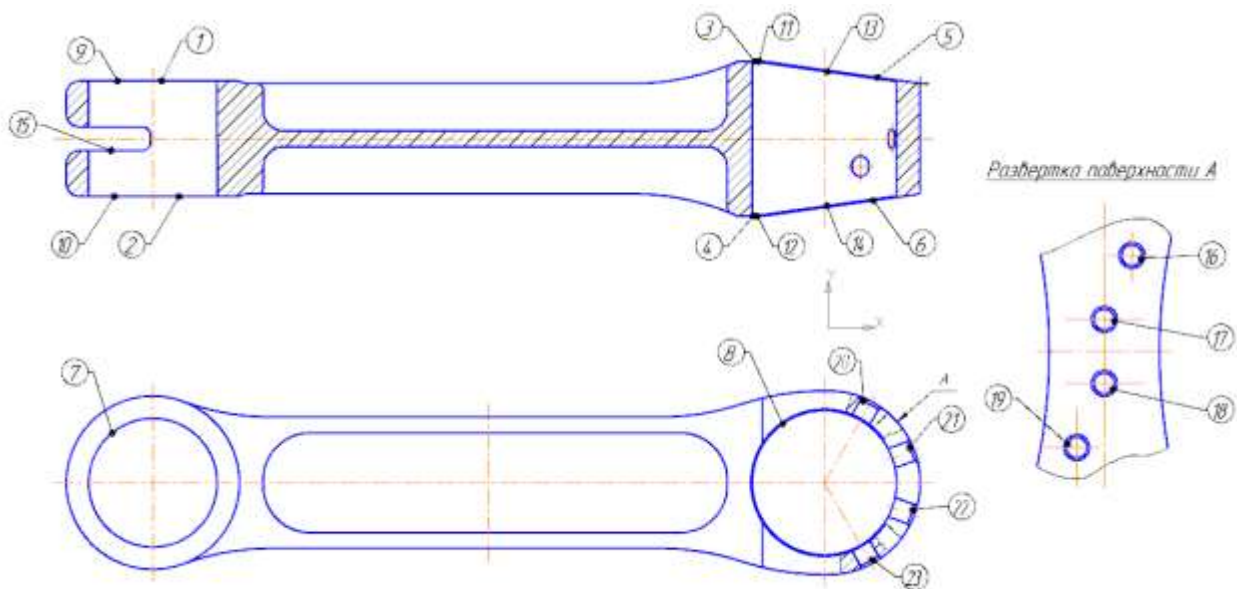


Рис. 2

**Таблица 1** – Маршрут изготовления поверхности  $\varnothing 49H7^{+0,025}$

№ п/п	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование
005	Заготовительная	Штамповать заготовку в открытом штампе	Пресс кривошипный горячештамповочный КД8040
010	Контрольная	Контролировать размеры и шероховатость поковки	Калибры-пробки, профилометр Абрис ПМ7
015	Правильная	Править заготовки, вышедшие из поля допуска	Пресс кривошипный горячештамповочный КД8040
020	Термическая	Закалка 860 °С в воздух, отпуск 550 °С в воздух	Печь СНО 15/12
025	Дробеструйная	Очистить поверхности заготовки от окалины	Дробеструйная камера ДКБ3110
030	Точильно-шлифовальная	Снять дефектный слой	Точильно-шлифовальный станок 3Б634
035	Контрольная	Контролировать твердость, механические свойства	Твердомер ТШ-2М, испытательная машина ГРМ-1
040	Фрезерная	Фрезеровать торцы 1 и 2 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6Р81
045	Фрезерная	Фрезеровать торцы 3 и 4 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6Р81
050	Фрезерная	Фрезеровать торцы 5 и 6 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6Р81

055	Сверлильная	Сверлить отверстие 7 Ø40 IT12 с Ra 6,3	Вертикально—сверлильный станок 2A135
060	Сверлильная	Сверлить отверстие 7 Ø46 IT12 с Ra 6,3	Вертикально—сверлильный станок 2A135
065	Сверлильная	Зенкеровать отверстие 7 начисто IT10 с Ra 3,2	Вертикально—сверлильный станок 2A135
070	Сверлильная	Зенкеровать отверстие 7 начисто IT8 с Ra 1,6	Вертикально—сверлильный станок 2A135
075	Сверлильная	Развернуть отверстие 7 точно IT7 с Ra 0,8	Вертикально—сверлильный станок 2A135
080	Сверлильная	Зенковать отверстие 7 0,5x45°	Вертикально—сверлильный станок 2A135

### Приложение 1.3 Маршрут изготовления детали в целом

Таблица 2

#### Маршрут изготовления детали «Штатун прицепной»

№ операции	Наименование и краткое содержание операции	Оборудование
005	Заготовительная Штамповать заготовку в открытом штампе	Пресс кривошипный горячештамповочный КД8040
010	Контрольная Контролировать размеры и шероховатость поковки	Калибры-пробки, профилометр Абрис ПМ7
015	Правильная Править заготовки, вышедшие из поля допуска	Пресс кривошипный горячештамповочный КД8040
020	Термическая	Печь СНО 15/12

	Закалка 860 °С в воздух, отпуск 550 °С в воздух	
025	Дробеструйная Очистить поверхности заготовки от окалины	Дробеструйная камера ДКБ3110
030	Точильно-шлифовальная Снять дефектный слой	Точильно-шлифовальный станок ЗБ634
035	Контрольная Контролировать твердость, механические свойства	Твердомер ТШ-2М, испытательная машина ГРМ-1
040	Фрезерная Фрезеровать торцы 1 и 2 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6P81
045	Фрезерная Фрезеровать торцы 3 и 4 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6P81
050	Фрезерная Фрезеровать торцы 5 и 6 начисто по IT10 с Ra 3.2	Горизонтально—фрезерный станок 6P81
055	Сверлильная Сверлить отверстие 7 Ø46 и 8 Ø40 IT12 с Ra 6,3	Вертикально—сверлильный станок 2A150
060	Сверлильная Сверлить отверстие 8 Ø52 IT12 с Ra 6,3	Вертикально—сверлильный станок 2A150
065	Сверлильная Зенкеровать начисто отверстие 7 Ø47,3 IT10 с Ra 3,2	Вертикально—сверлильный станок 2A150
070	Сверлильная Зенкеровать начисто отверстие 8 Ø53,3 IT10 с Ra 3,2	Вертикально—сверлильный станок 2A150

075	Сверлильная Зенкеровать начисто отверстие 7 Ø48,6 IT8 с Ra 1,6	Вертикально—сверлильный станок 2A150
080	Сверлильная Зенкеровать начисто отверстие 8 Ø54,6 IT8 с Ra 1,6	Вертикально—сверлильный станок 2A150
085	Сверлильная Развернуть точно отверстие 7 Ø49H7 IT7 с Ra 0,8	Вертикально—сверлильный станок 2A150
090	Сверлильная Развернуть точно отверстие 8 Ø55H7 IT7 с Ra 0,8	Вертикально—сверлильный станок 2A150
095	Сверлильная Зенковать фаску 9 0.5x45°	Вертикально—сверлильный станок 2A150
100	Сверлильная Зенковать фаску 10 0.5x45°	Вертикально—сверлильный станок 2A150
105	Сверлильная Зенковать фаску 11 0.5x45°	Вертикально—сверлильный станок 2A150
110	Сверлильная Зенковать фаску 12 0.5x45°	Вертикально—сверлильный станок 2A150
115	Сверлильная Зенковать фаску 13 0.5x45°	Вертикально—фрезерный станок 6P12
120	Сверлильная Зенковать фаску 14 0.5x45°	Вертикально—фрезерный станок 6P12
125	Фрезерная Фрезеровать паз 15 9h14	Горизонтально—фрезерный станок 6P81
130	Сверлильная Сверлить отверстия 7,8H14 17,18	Вертикально—сверлильный станок 2A125
135	Сверлильная Сверлить отверстия 7,8H14 16,19	Радиально-сверлильный станок 2A35
140	Сверлильная Зенковать отверстия 7,8H14 21,22	Вертикально—сверлильный станок 2A125
145	Сверлильная	Радиально-сверлильный станок 2A35

	Зенковать отверстия 7,8Н14 20,23	
150	Слесарная Обработать радиуса и фаски в пазу кривошипной головки, припилить стенку паза, притупить кромки снять заусенцы, обеспечить плавные переходы радиусов	Полировальная машинка ЗУБР
155	Магнитная дефектоскопия Контроль наличия трещин	Горизонтальный магнитный дефектоскоп
160	Моечная	Моечная машина
165	Приёмочный контроль	Стол контролёра

#### **Приложение 1.4 Список оборудования**

Перечень станков, необходимых для механической обработки:

Горизонтально—фрезерный станок 6Р81 – для обработки торцов шатуна прицепного и фрезерования паза

Вертикально—сверлильный станок 2А150 – для обработки основных отверстий в головках и сверления двух отверстий для подвода масла под углом 20°

Вертикально – фрезерный станок 6Р12 – для создания фасок под углом 8°

Вертикально-сверлильный станок 2А125 - для сверления и зенкования отверстий для под углом 20°

Радиально-сверлильный станок 2А35 – для сверления и зенкования отверстий для под углом 60°

Перечень инструмента, необходимого для механической обработки:

2240–0562 Фреза дисковая ГОСТ 28527-90 4 шт Ø 200 z = 26 Р6М5– для фрезерования торцов

2240–0562 Фреза фасонная ГОСТ 28527-90 2 шт Ø 200 z = 26 Р6М5– для фрезерования торцов, выдерживая угол 8°

2301-3617 Сверло спиральное Ø 18 ГОСТ 10903-77 Р6М5- первичный инструмент для обработки основных отверстий

2301-3708 Сверло спиральное Ø 40 ГОСТ 10903-77 P6M5  
2301-3725 Сверло спиральное Ø 46 ГОСТ 10903-77 P6M5  
2301-3738 Сверло спиральное Ø 52 ГОСТ 10903-77 P6M5  
2320-2626 Зенкер цельный Ø 47.3 ГОСТ 12489-71 P6M5  
2320-2635 Зенкер цельный Ø 53.3 ГОСТ 12489-71 P6M5  
2320-2628 Зенкер цельный Ø 48.6 ГОСТ 12489-71 P6M5  
2320-2635 Зенкер цельный Ø 54.6 ГОСТ 12489-71 P6M5  
2363-0702 Развертка цельная Ø 49 ГОСТ 1672-80 P6M5  
2320-2641 Развёртка цилиндрическая Ø 55, ГОСТ 1523-81 P6M5  
2353-0128 Зенковка коническая Ø 80 ГОСТ 14953-80 6 шт P6M5 –  
конечный инструмент для обработки основных отверстий  
2250-0113 Фреза дисковая пазовая Ø 100 ГОСТ 3964-69 P6M5 – для  
фрезерования паза  
2301-3567 Сверло спиральное Ø 7,8 ГОСТ 10903-77 2 шт P6M5 – для  
сверления 4-х отверстий для подвода масла  
Необходимый вспомогательный инструмент представлен ниже:  
396131 7200-0201 Тиски с плоскими губками и пневматическим зажимом  
ГОСТ 16518-96 3шт  
7033-0039 Призма опорная ГОСТ 12195-66 6шт  
396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим  
зажимом ГОСТ 16518-96 6 шт,  
7034-0261 Опора постоянная Ø 5 18 шт ГОСТ 13440-68  
7843-0035 Кернер ГОСТ 7213-72  
7051-0120 Кондукторные втулки Ø 20 2 шт. ГОСТ 18429-73  
7051-0153 Кондукторные втулки Ø 44 2 шт. ГОСТ 18429-73  
7051-0157 Кондукторная втулка Ø 50 3 шт. ГОСТ 18429-73,  
7051-0162 Кондукторная втулка Ø 56 3 шт. ГОСТ 18429-73  
7034-0261 Опора постоянная Ø 5 27 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451  
Пластина опорная 18 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец установочный



срезанный 7 шт. ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный

цилиндрический 7 шт. ГОСТ 12209-66

7080-0240 Угольник станочный ГОСТ 12951-67

Специальное приспособление с делительным диском

7051-1185 Кондукторная втулка  $\varnothing 9$  3 шт. ГОСТ 18430-73

Используемые измерительные инструменты представлены ниже:

8113-0135 Калибр-скоба ГОСТ 18360-93 для измерения размера  $44_{-0,2}^{-0,1}$  мм

Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05 ГОСТ 166-89 для измерения размера  $59_{-0,04}$  мм,  $50_{-0,8}^{+1,4}$ ,  $42_{-0,8}^{+1,4}$

Калибр-пробка специальный для измерения размера  $\varnothing 49H7^{+0,025}$

8136-0002 Калибр-пробка с насадкой ГОСТ 14815-69 для измерения  $\varnothing 55H7^{+0,03}$  мм

Калибр комплексный для контроля расположения и размера отверстий  $\varnothing 7,8H14^{+0,036}$  мм.

Калибр пазовый специальный 8154-0224 для измерения симметричности паза и размера  $9H14^{+0,36}$  мм

Угломер типа 3-10 ГОСТ 5378-88 для контроля  $8^\circ$

Профилометр Сейтроник ПШ8-1 для контроля шероховатости

Фаскомер INSIZE 1180-6 для контроля фасок

Радиусный шаблон для контроля радиусов

Твердомер ТБ 8...450 НВ ГОСТ 23677-79 для контроля твердости заготовки.

## Приложение 1.5 Маршрутные карты

Дубл.																					
Взам																					
Подл.																					
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого						10141.XXXX											
Проверил	Макарова Т.А.																				
Принял																					
Утвердил																					
Н.контр.													ДП								
М 01	Покавка ГОСТ 7505-89/18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71																				
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ											
М 02	3,2			1		0,84	41212 пок.	44 x 70 x 324		3,83											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>ум</sub>	Т <sub>на</sub>	Т <sub>ум</sub>				
А03			005	2160 Заготовительная																	
Б04																					
А05			010	0200 Контроль						1	1	1									
Б06																					
А07			015	2160 Правильная						1	1	1									
Б08																					
А09			020	5000 Термообработка						1	1	1									
Б10	Печь СНО 15/12																				
А11			025	5100 Дробеструйная обработка						1	1	1									
Б12																					
А13			030	4146 Точильно-шлифовальная						1	1	1									
Б14	Точильно-шлифовальный станок 3Б634																				
А15			035	0200 Контроль						1	1	1									
Б16																					
МК																					

Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																				2	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа											
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>ум</sub>	Т <sub>га</sub>	Т <sub>ум.</sub>					
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх						
А01					040 4268	Горизонтально-фрезерная															
Б02	381621 Горизонтально-фрезерный станок 6Р81																				
А03					045 4268	Горизонтально-фрезерная															
Б04	381621 Горизонтально-фрезерный станок 6Р81																				
А05					050 4268	Горизонтально-фрезерная															
Б06	381621 Горизонтально-фрезерный станок 6Р81																				
А07					055 4121	Вертикально-сверлильная															
Б08	381213 Вертикально-сверлильный станок 2А150																				
А09					060 4121	Вертикально-сверлильная															
Б10	381213 Вертикально-сверлильный станок 2А150																				
А11					065 4121	Вертикально-сверлильная															
Б12	381213 Вертикально-сверлильный станок 2А150																				
А13					070 4121	Вертикально-сверлильная															
Б14	381213 Вертикально-сверлильный станок 2А150																				
А15					075 4121	Вертикально-сверлильная															
Б16	381213 Вертикально-сверлильный станок 2А150																				
МК																					



Дубл.																			
Взам.																			
Подп.											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата				
																			4
А	Цех	Уч.	PM	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К_шт	Т_гз	Т_шт.				
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала				обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх					
A01		120		4121	Вертикально-сверлильная				1	1	1	1	1						
B02	381611 Вертикально-фрезерный станок 6P12																		
A03		125		4268	Горизонтально-фрезерная				1	1	1	1	1						
B04	381621 Горизонтально-фрезерный станок 6P81																		
A05		130		4122	Вертикально-сверлильная				1	1	1	1	1						
B06	381213 Вертикально-сверлильный станок 2A125																		
A07		135		4122	Вертикально-сверлильная				1	1	1	1	1						
B08	381213 Радиально-сверлильный станок 2A35																		
A09		140		4122	Вертикально-сверлильная				1	1	1	1	1						
B10	381213 Вертикально-сверлильный станок 2A125																		
A11		145		4122	Вертикально-сверлильная				1	1	1	1	1						
B12	381213 Радиально-сверлильный станок 2A35																		
A13		150		4190	Слесарная					1	1	1							
B14																			
A15		155		0200	Контрольная					1	1	1							
B16																			
МК																			

Дубл.																
Взам.																
Подл.												Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
															5	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кум	Тиз	Тум.
к/м	Наименование детали, сб. единицы или материала					обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх	
А01	160 Маячная										1	1	1			
Б02																
А03	165 0200 Приемачный контроль										1	1	1			
Б04																
А05																
Б06																
А07																
Б08																
А09																
Б10																
А11																
Б12																
А13																
Б14																
А15																
Б16																
МК																

## Приложение 1.6 Операционные карты

Дубл.																					
Взам																					
Подл.																					
Разраб.	Арестов И.С.			СПДПУ Петра Великого																	
Проверил	Макарова Т.А.																				
Принял																					
Утвердил																					
Н. контр.				Шатун Прицепной										ДП		040					
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД										
Горизонтально-фрезерная черновая		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1										
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з</sub>	T <sub>шт</sub>	СОЖ													
Горизонтально-фрезерный станок 6Р81				0,8	0,85	12,7	1,81														
Р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v												
01			мм	мм	мм	-	мм/зуб	об/мин	м/мин												
002	1. Установить заготовку									1,26											
T03	396131 7200-0201 Тиски с плоскими зубками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7033-0039 Призма опорная 2 шт. ГОСТ 12195-66,																				
04																					
005	2. Фрезеровать поверхности 1 и 2		44	37	3,4	1	0,15	125	78,5												
T06	391830 2240-0562 Фреза дисковая ГОСТ 28527-90 2 шт Ø 200 z = 26																				
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
ОК																					

Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
												22	2	
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>										
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил														
Н. контр.				<i>Шатун Прицепной</i>								ДП		045
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Горизонтально-фрезерная черновая		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>0</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ					
Горизонтально-фрезерный станок 6Р81					0,4	0,85	12,7	1,41						
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	s	n	v					
01					мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин			
002	1. Установить заготовку										126			
003	396131 7200-0201 Тиски с плоскими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7033-0039 Призма опорная 2 шт. ГОСТ 12195-66,													
04														
005	2. Фрезеровать поверхности 1 и 2			59	26	3,4	1	0,15	125	78,5				
006	391830 2240-0562 Фреза дисковая ГОСТ 28527-90 2 шт Ø 200 z = 26													
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
ОК														



Дубл.																					
Взам																					
Подл.														Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
															22	3					
Разраб.	Арестов И.С.			СПДПУ Петра Великого																	
Проверил	Макарова Т.А.																				
Принял																					
Утвердил				Шатун Прицепной										ДП		050					
Н. контр.																					
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД									
Горизонтально-фрезерная черновая		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1									
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>o</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>шт</sub>	СОЖ												
Горизонтально-фрезерный станок 6Р81					1,01	0,85	12,7	2,02													
Р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v												
01			мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин												
002	1. Установить заготовку										126										
T 03	396131 7200-0201 Тиски с плоскими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7033-0039 Призма опорная 2 шт. ГОСТ 12195-66,																				
04																					
005	2. Фрезеровать поверхности 1 и 2 выдерживая угол 8°		59	70	3,4	1	0,15	125	78,5												
T06	391830 2240-0562 Фреза дисковая фасонная ГОСТ 28527-90 2 шт Ø 200 z = 26																				
07																					
08																					
09																					
10																					
11																					
12																					
13																					
OK																					

Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
											22	4		
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ</i>										
Проверил	Макарова Т.А.			<i>Петра Великого</i>										
Принял														
Утвердил														
Н. контр.								<i>Шатун Прицепной</i>		ДП		055		
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363			3,2	44 х 70 х 324			3,83	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>шт</sub>	СОЖ					
Вертикально-сверлильный станок 2А135					4,63	1,59	6	6,29						
P		ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v				
01			мм		мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин				
002	1. Установить заготовку											1,26		
T 03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт													
04	ГОСТ 13440-68													
005	2. Разметить отверстия 1													
T06	7843-0035 Кернер ГОСТ 7213-72													
07														
008	3. Сверлить отверстия 1 и 2 Ø 18		Ø 18		46,62	9	1	0,2	785	36,9				
T09	391267 2301-3617 Сверло спиральное Ø 18 ГОСТ 10903-77, 7051-0120 Кондукторные втулки Ø 20 2 шт. ГОСТ 18429-73													
10														
011	4. Сверлить отверстия 1 и 2 Ø 40		Ø 40		46,62	20	1	0,3	300	37,6				
T12	391267 2301-3708 Сверло спиральное Ø 40 ГОСТ 10903-77, 7051-0153 Кондукторные втулки Ø 44 2 шт. ГОСТ 18429-73													
13														
OK														



Дубл.																			
Взам																			
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
													22	5					
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ</i>															
Проверил	Макарова Т.А.			<i>Петра Великого</i>															
Принял																			
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>										ДП		060			
Н. контр.																			
<i>Наименование операции</i>		<i>Материал</i>			<i>Твердость</i>	<i>ЕВ</i>	<i>МД</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>МЗ</i>	<i>КОИД</i>							
<i>Вертикально сверлильная</i>		<i>Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71</i>			<i>НВ 302..363</i>		<i>3,2</i>	<i>44 x 70 x 324</i>			<i>3,83</i>	<i>1</i>							
<i>Оборудование, устройство ЧПУ</i>		<i>Обозначение программы</i>			<i>T<sub>0</sub></i>	<i>T<sub>е</sub></i>	<i>T<sub>п.з.</sub></i>	<i>T<sub>шт</sub></i>	<i>СОЖ</i>										
<i>Вертикально-сверлильный станок 2А135</i>					<i>1,17</i>	<i>0,71</i>	<i>6</i>	<i>1,95</i>											
<i>P</i>				<i>ПИ</i>	<i>D или B</i>		<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>							
<i>01</i>					<i>мм</i>		<i>мм</i>	<i>мм</i>	<i>-</i>	<i>мм/мин</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>							
<i>002</i>	<i>1. Установить заготовку</i>											<i>1,26</i>							
<i>T 03</i>	<i>396131 7200-0205 Тиски с призматическими зубками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт</i>																		
<i>04</i>	<i>ГОСТ 13440-68</i>																		
<i>005</i>	<i>2. Сверлить отверстие 1 Ø 52</i>			<i>Ø 52</i>		<i>62</i>	<i>1</i>	<i>0,4</i>	<i>260</i>	<i>32,7</i>									
<i>T06</i>	<i>391267 2301-3738 Сверло спиральное Ø 52 ГОСТ 10903-77, 7051-0162 Кондукторная втулка Ø 60 ГОСТ 18429-73</i>																		
<i>07</i>																			
<i>008</i>																			
<i>T09</i>																			
<i>10</i>																			
<i>011</i>																			
<i>T12</i>																			
<i>13</i>																			
<i>OK</i>																			

Дубл.																					
Взам																					
Подл.											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						
															22				6		
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>																	
Проверил	Макарова Т.А.																				
Принял																					
Утвердил																					
Н. контр.				<i>Шатун Прицепной</i>												ДП		065			
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД								
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363			3,2	44 x 70 x 324				3,83	1								
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>0</sub>	T <sub>с</sub>	T <sub>п.з</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ													
Вертикально-сверлильный станок 2А135				1,4	0,71	6	2,18														
P				ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v										
01					ММ	ММ	ММ	-	ММ/мин	об/мин	М/мин										
О02	<i>1. Установить заготовку</i>										1,26										
Т03	<i>396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт</i>																				
04	<i>ГОСТ 13440-68</i>																				
О05	<i>2. Зенкеровать отверстие 1 Ø 46 начисто</i>			Ø 47,3	46	1,3	1	0,8	93	14,6											
Т06	<i>391620 2320-2626 Зенкер цельный Ø 47.3 ГОСТ 12489-71, 7051-0157 Кондукторная втулка Ø 50. ГОСТ 18429-73</i>																				
07																					
О08																					
Т09																					
10																					
О11																					
Т12																					
13																					
OK																					

Дубл.														
Взам														
Подп.									Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
												22	7	
Разраб.	Арестов И.С.			СПДПУ Петра Великого										
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял				Шатун Прицепной									ДП	
Утвердил														070
Н. контр.														
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД		
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>o</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ					
Вертикально-сверлильный станок 2А135					1,4	0,71	6	2,18						
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v					
01			ММ	ММ	ММ	-	ММ/мин	об/мин	М/мин					
002	1. Установить заготовку											1,26		
T 03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт													
04	ГОСТ 13440-68													
005	2. Зенкеровать отверстие 1 Ø 52 начисто		Ø 53,3	62	13	1	0,85	90	14					
T06	391620 2320-2635 Зенкер цельный Ø 53,3 ГОСТ 12489-71, 7051-0162 Кондукторная втулка Ø 56. ГОСТ 18429-73													
07														
008														
T09														
10														
011														
T12														
13														
OK														

Дубл.																		
Взам																		
Подл.											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
														22	8			
Разраб.	Арестов И.С.			СПДПУ Петра Великого														
Проверил	Макарова Т.А.																	
Принял																		
Утвердил					Шатун Прицепной							дп		075				
Н. контр.																		
	Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД					
	Вертикально сверлильная			Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1					
	Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T <sub>o</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ								
	Вертикально-сверлильный станок 2А135					1,4	0,71	6	2,18									
Р			ПИ	D или В		L	t	i	s	n	v							
01				ММ		ММ	ММ	-	ММ/мин	об/мин	м/мин							
002	1. Установить заготовку											1,26						
T 03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт																	
04	ГОСТ 13440-68																	
005	2. Зенкеровать отверстие 1Ø 47,3 начисто			Ø 48,6		46	1,3	1	0,8	93	14,6							
T06	391620 2320-2628 Зенкер цельный Ø 48.6 ГОСТ 12489-71, 7051-0157 Кондукторная втулка Ø 50. ГОСТ 18429-73																	
07																		
008																		
T09																		
10																		
011																		
T12																		
13																		
OK																		

Дубл.																						
Взам																						
Подл.											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата							
																22	9					
Разраб.	Арестов И.С.																					
Проверил	Макарова Т.А.																					
Принял																						
Утвердил																						
Н. контр.																						
											<i>СПЗПУ Петра Великого</i>											
											<i>Шатун Прицепной</i>									ДП		080
Наименование операции			Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД						
Вертикально сверлильная			Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71				НВ 302..363			3,2	44 x 70 x 324				3,83	1						
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы				Т <sub>о</sub>	Т <sub>е</sub>	Т <sub>п.з</sub>	Т <sub>ум</sub>	СОЖ											
Вертикально-сверлильный станок 2А135							1,4	0,71	6	2,18												
Р		ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v												
01			мм		мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин												
002	1. Установить заготовку																	1,26				
T 03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт																					
04	ГОСТ 13440-68																					
005	2. Зенкеровать отверстие 1 Ø 53,3 начисто		Ø 54,6		62	1,3	1	0,85	90	14												
T06	391620 2320-2635 Зенкер цельный Ø 54.6 ГОСТ 12489-71, 7051-0162 Кондукторная втулка Ø 56. ГОСТ 18429-73																					
07																						
008																						
T09																						
10																						
011																						
T12																						
13																						
OK																						



Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	
												22	10	
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>										
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>						ДП		085		
Н. контр.														
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 х 70 х 324			3,83	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ						
Вертикально-сверлильный станок 2А135				1,8	0,71	6	2,58							
Р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	v					
01			мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин					
002	1. Установить заготовку									1,26				
T 03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт													
04	ГОСТ 13440-68													
005	2. Развернуть отверстие 1Ø 48,6 точно		Ø 49	46	0,2	1	1	63	9,9					
T06	2363-0702 Развертка цельная Ø 49 ГОСТ 1672-80													
07														
008														
T09														
10														
011														
T12														
13														
OK														

Дубл.													
Взам													
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись
												22	11
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ</i> <i>Петра Великого</i>									
Проверил	Макарова Т.А.												
Принял													
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>						ДП		090	
Н. контр.													
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324		3,83	1		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			T <sub>о</sub>	T <sub>е</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ				
Вертикально-сверлильный станок 2А135					1,8	0,71	6	2,58					
Р		ПИ	D или B		L	t	i	s	n	v			
01			мм		мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин			
002	<i>1. Установить заготовку</i>									1,26			
T03	<i>396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками и пневматическим зажимом ГОСТ 16518-96, 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт</i>												
04	<i>ГОСТ 13440-68</i>												
005	<i>2. Развернуть отверстие 1Ø 54,6 начисто</i>		Ø 55		62	0,2	1	1,2	43	8,6			
T06	<i>2320-2641 Развертка цилиндрическая Ø 55, ГОСТ 1523-81</i>												
07													
008													
T09													
10													
011													
T12													
13													
OK													

Дубл.												
Взам												
Подл.									Изм	Лист	№ докум	
										Подпись	Дата	
										22	12	
Разраб.	Арестов И.С.				СПЗПУ Петра Великого							
Проверил	Макарова Т.А.											
Принял												
Утвердил					Шатун Прицепной					ДП		095
Н. контр.												
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КВИД	
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>o</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ				
Вертикально-сверлильный станок 2А135				0,2	0,71	5	0,97					
P	ПИ			D или B	L	t	i	s	n	V		
01				мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин		
002	1. Установить заготовку										1,26	
T03	396131 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец											
04	установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66											
005	2. Зенковать отверстие 1 Ø 49		Ø 49		0,5	1	0,1	70	11			
T06	2353-0128 Зенковка коническая Ø 80 ГОСТ 14953-80											
07												
008												
T09												
10												
011												
T12												
13												
OK												

Дубл.														
Взам														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
											22	13		
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>										
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>							ДП		100	
Н. контр.														
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>о</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ						
Вертикально-сверлильный станок 2А135				0,2	0,71	5	0,97							
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	V					
01	мм			мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин					
002	<i>1. Установить заготовку</i>										1,26			
T03	<i>396131 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец</i>													
04	<i>установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66</i>													
005	<i>2. Зенковать отверстие 1 Ø 49</i>		Ø 49	0,5	1	0,1	70	11						
T06	<i>2353-0128 Зенковка коническая Ø 80, ГОСТ 14953-80</i>													
07														
008														
T09														
10														
011														
T12														
13														
OK														

Дубл.																		
Взам																		
Подл.														Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
																	22	14
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ</i>														
Проверил	Макарова Т.А.			<i>Петра Великого</i>														
Принял																		
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>										ДП		105		
Н. контр.																		
Наименование операции		Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД						
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363		3,2	44 х 70 х 324			3,83	1						
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			$T_o$	$T_e$	$T_{п.з.}$	$T_{ум}$	СОЖ									
Вертикально-сверлильный станок 2А135					0,2	0,71	5	0,97										
P				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	V						
01					мм		мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин						
002	1. Установить заготовку											126						
T03	396131 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец																	
04	установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66																	
005	2. Зенковать отверстие 1 Ø 55			Ø 55		0,5		1		0,12		52 9						
T06	2353-0128 Зенковка коническая Ø 80, ГОСТ 14953-80																	
07																		
008																		
T09																		
10																		
011																		
T12																		
13																		
OK																		



Дубл.																											
Взам																											
Подл.											Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата												
																		22	16								
Разраб.	Арестов И.С.				СПДПУ Петра Великого																						
Проверил	Макарова Т.А.																										
Принял																											
Утвердил					Шатун Прицепной												ДП						115				
Н. контр.																											
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД													
Вертикально сверлильная			Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71			НВ 302..363			3,2	44 х 70 х 324			3,83	1													
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			$T_0$	$T_e$	$T_{п.з}$	$T_{шт}$	СОЖ																	
Вертикально-фрезерный станок 6Р12						0,2	0,71	5	0,97																		
Р			ПИ	$D$ или $B$	$L$	$t$	$i$	$s$	$n$	$V$																	
01				ММ	ММ	ММ	-	ММ/мин	об/мин	м/мин																	
002	1. Установить заготовку																	126									
T03	396131 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец																										
04	установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66																										
005	2. Зенковать отверстие 1 Ø 55, выдерживая угол 8°			Ø 55	0,5	1	0,12	52	9																		
T06	2353-0128 Зенковка коническая Ø 80, ГОСТ 14953-80																										
07																											
008																											
T09																											
10																											
011																											
T12																											
13																											
OK																											

Дубл.															
Взам															
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
													22	17	
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>											
Проверил	Макарова Т.А.														
Принял															
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>								ДП		120	
Н. контр.															
<i>Наименование операции</i>		<i>Материал</i>		<i>Твердость</i>	<i>ЕВ</i>	<i>МД</i>	<i>Профиль и размеры</i>			<i>МЗ</i>	<i>КОИД</i>				
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1				
<i>Оборудование, устройство ЧПУ</i>		<i>Обозначение программы</i>		<i>T<sub>0</sub></i>	<i>T<sub>в</sub></i>	<i>T<sub>п.з.</sub></i>	<i>T<sub>ум</sub></i>	<i>СОЖ</i>							
Вертикально-фрезерный станок 6P12				0,2	0,71	5	0,97								
<i>P</i>		<i>ПИ</i>		<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>V</i>					
01				<i>ММ</i>	<i>ММ</i>	<i>ММ</i>	-	<i>ММ/мин</i>	<i>об/мин</i>	<i>м/мин</i>					
O02	1. Установить заготовку										1,26				
T03	396131 7034-0261 Опора постоянная Ø 5 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец														
04	установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66														
O05	2. Зенковать отверстие 1Ø 55, выдерживая угол 8°			Ø 55		0,5		1	0,12	52	9				
T06	2353-0128 Зенковка коническая Ø 80, ГОСТ 14953-80														
07															
O08															
T09															
10															
O11															
T12															
13															
OK															



Дубл.																				
Взам																				
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						
																	22	18		
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ</i>																
Проверил	Макарова Т.А.			<i>Петра Великого</i>																
Принял																				
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>										ДП		125				
Н. контр.																				
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД									
Горизонтально фрезерная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324			3,83	1									
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>o</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ												
Горизонтально-фрезерный Станок 6Р81				1,03	1,05	12,7	2,24													
Р		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	V											
01			мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин											
002	1. Установить заготовку									126										
T03	7080-0240 Угольник станочный ГОСТ 12951-67, 7034-0261 Опора постоянная Ø 6 3 шт ГОСТ 13440-68, 7034-0451 Пластина опорная 2 шт																			
T04	ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный цилиндрический ГОСТ 12209-66																			
05																				
006	2. Фрезеровать паз 1 9h14		9	66	1	0.1	600	53												
T07	2250-0113 Фреза дисковая пазовая Ø 100 ГОСТ 3964-69																			
08																				
009																				
T10																				
11																				
12																				
13																				
OK																				





Дубл.																									
Взам																									
Подл.																Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата					
																								22	21
Разраб.	Арестов И.С.			<i>СПДПУ Петра Великого</i>																					
Проверил	Макарова Т.А.																								
Принял																									
Утвердил				<i>Шатун Прицепной</i>										ДП		140									
Н. контр.																									
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД														
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363			3,2	44 x 70 x 324		3,83	1														
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>0</sub>	T <sub>в</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>ум</sub>	СОЖ																	
Вертикально-сверлильный станок 2А125				0,2	0,8	5	1,07																		
P		ПИ	D или B	L	t	i	s	n	V																
01			мм	мм	мм	-	мм/мин	об/мин	м/мин																
002	1. Установить заготовку										1,26														
T03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками ГОСТ 16518-96, 7030-1231 Палец установочный Ø 6 3 шт ГОСТ 17774-72, 7034-0451																								
T04	Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный																								
T05	цилиндрический ГОСТ 12209-66, Специальное приспособление с делительным диском																								
06																									
007	2. Зенковать отверстие 1		Ø 7,8	1,7	1	0,08	250	12																	
T08	391267 2353-0088 Зенковка коническая Ø 16 ГОСТ 14953-80																								
09																									
010	3. Переместить инструмент																								
T11																									
12	4. Зенковать отверстие 2		Ø 7,8	1,7	1	0,08	250	12																	
13	391267 2353-0088 Зенковка коническая Ø 16 ГОСТ 14953-80																								
OK																									

Дубл.																				
Взам																				
Подл.															Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
																	22	22		
Разраб.	Арестов И.С.			СПДПУ Петра Великого																
Проверил	Макарова Т.А.																			
Принял																				
Утвердил				Шатун Прицепной										ДП		145				
Н. контр.																				
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КВИД								
Вертикально сверлильная		Сталь 18Х2Н4МА ГОСТ 4543-71		НВ 302..363		3,2	44 x 70 x 324				3,83	1								
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T <sub>0</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>п.з.</sub>	T <sub>шт.</sub>	СОЖ												
Радиально-сверлильный станок 2А35				0,2	0,8	5	1,07													
Р	ПИ			D или B	L	t	i	s	n	V										
01				ММ	ММ	ММ	-	ММ/мин	об/мин	м/мин										
002	1. Установить заготовку									1,26										
T03	396131 7200-0205 Тиски с призматическими губками ГОСТ 16518-96, 7030-1231 Палец установочный Ø 6 3 шт ГОСТ 17774-72, 7034-0451																			
T04	Пластина опорная 2 шт ГОСТ 4743-68, 7030-0932 Палец установочный срезанный ГОСТ 12210-66, 7030-0912 Палец установочный																			
T05	цилиндрический ГОСТ 12209-66, Специальное приспособление с делительным диском																			
06																				
007	2. Зенковать отверстия 1			Ø 7,8	1,7	1	0,08	250	12											
T08	391267 2353-0088 Зенковка коническая Ø 16 ГОСТ 14953-80																			
09																				
010	3. Переместить инструмент																			
T11																				
12	4. Зенковать отверстие 2			Ø 7,8	1,7	1	0,08	250	12											
13	391267 2353-0088 Зенковка коническая Ø 16 ГОСТ 14953-80																			
OK																				

### Приложение 1.7 Карты эскизов

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
Взам.										
Подл.									1	1
Разраб.	Арестов И.С.	СПбПУ Петра Великого, зр. 4.3321/1			КТМ.ТМ.000.001		Шатун прицепной			
Проверил	Макарова Т.А.									
Принял										
Утверд.										
Н. контр.		Горизонтально-фрезерная						КП	040	

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\sqrt{1})}$

\* Размеры для справок

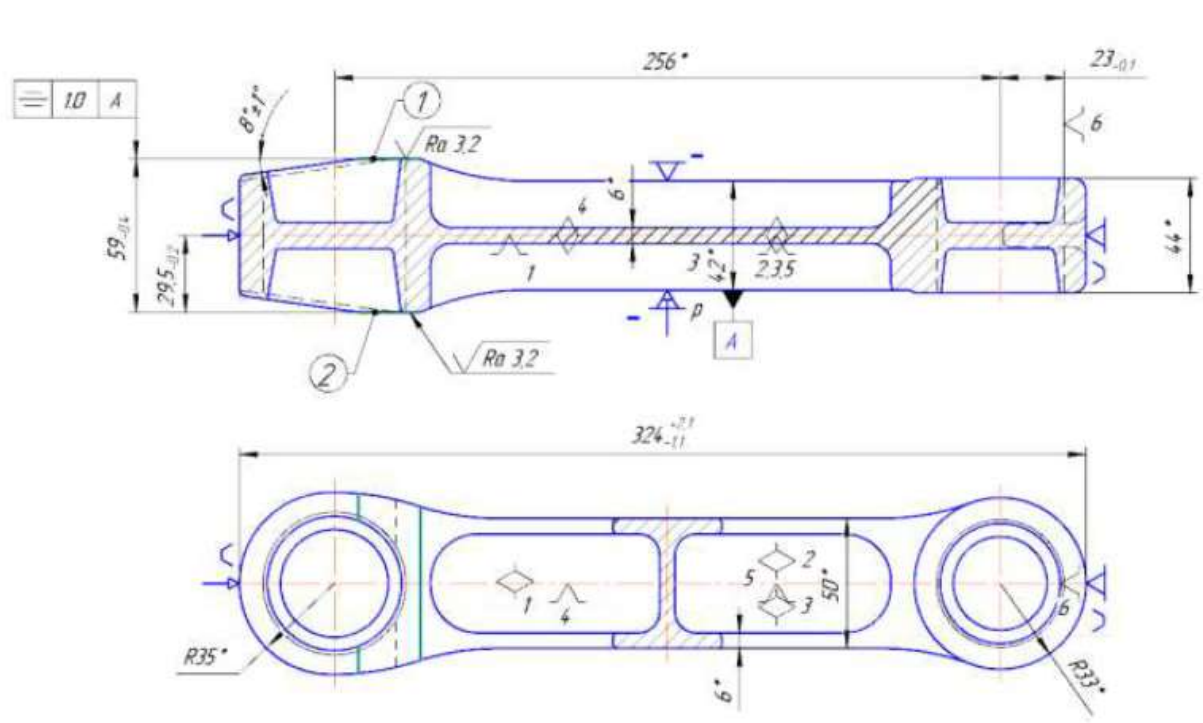
КЭ	Карта эскизов
----	---------------

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

							1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, зр. 4.3321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной		
Проверил	Макарова Т.А.							
Принял								
Утверд.				Горизонтально-фрезерная			КП	045
Н. контр.								



$\sqrt{Ra 12.5 \sqrt{1}}$

\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

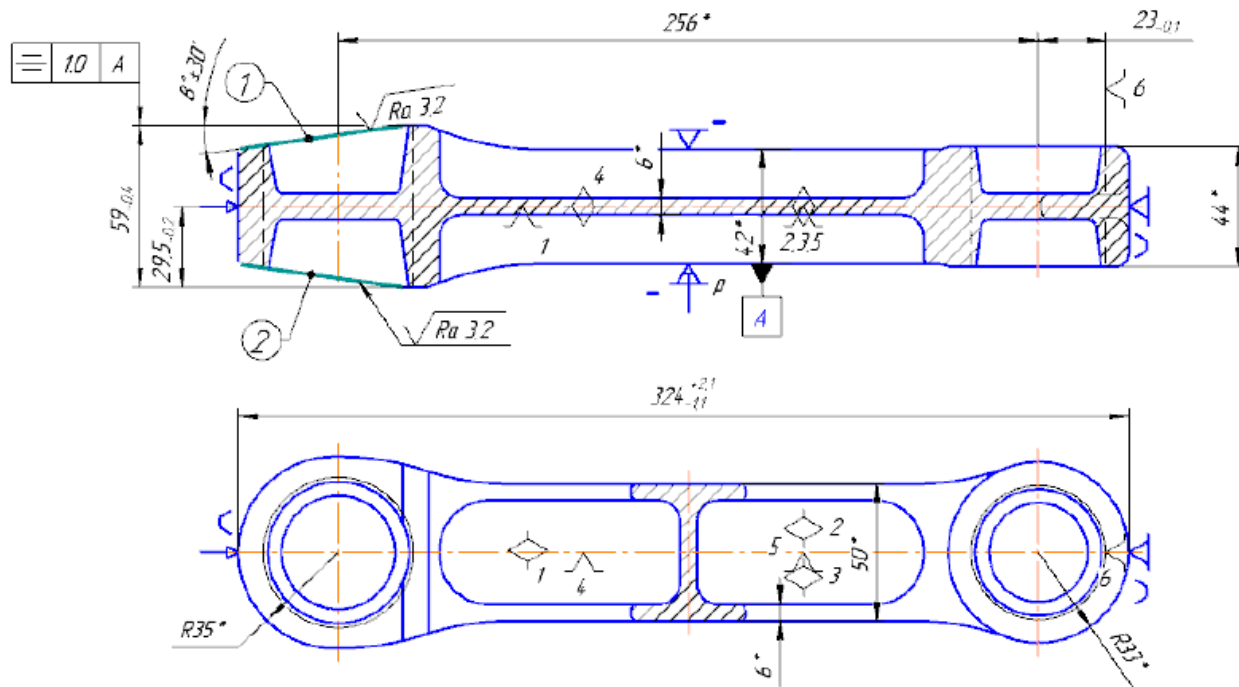


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

						1	1
Разраб.	Арестов И.С.	СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1		КТМ.ТМ.000.001		Штунг прицепной	
Проверил	Макарова Т.А.						
Принял							
Утверд.		Горизонтально-фрезерная				КП	050
Н. контр.							



√ Ra 12.5 (√)

\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

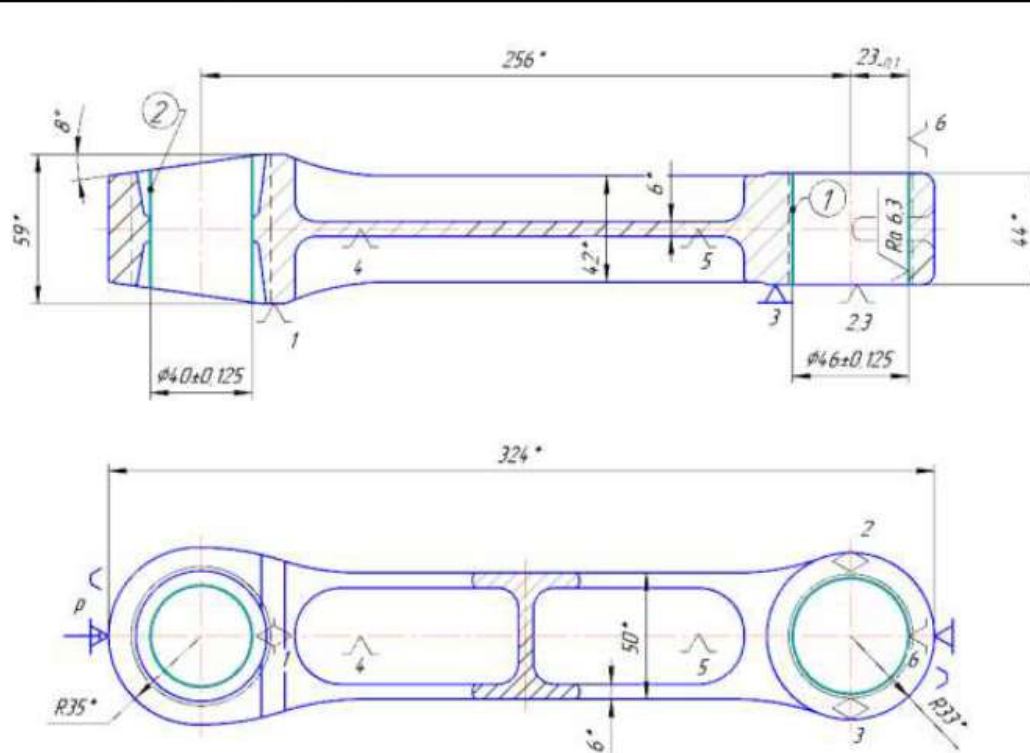


Дubl.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

							1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	KTM.TM.000.001	Шатун прицепной		
Проверил	Макарова Т.А.							
Принял								
Утверд.					Вертикально-сверлильная		КП	055
Н. контр.								



$\sqrt{Ra 12.5}$

\* Размеры для справок

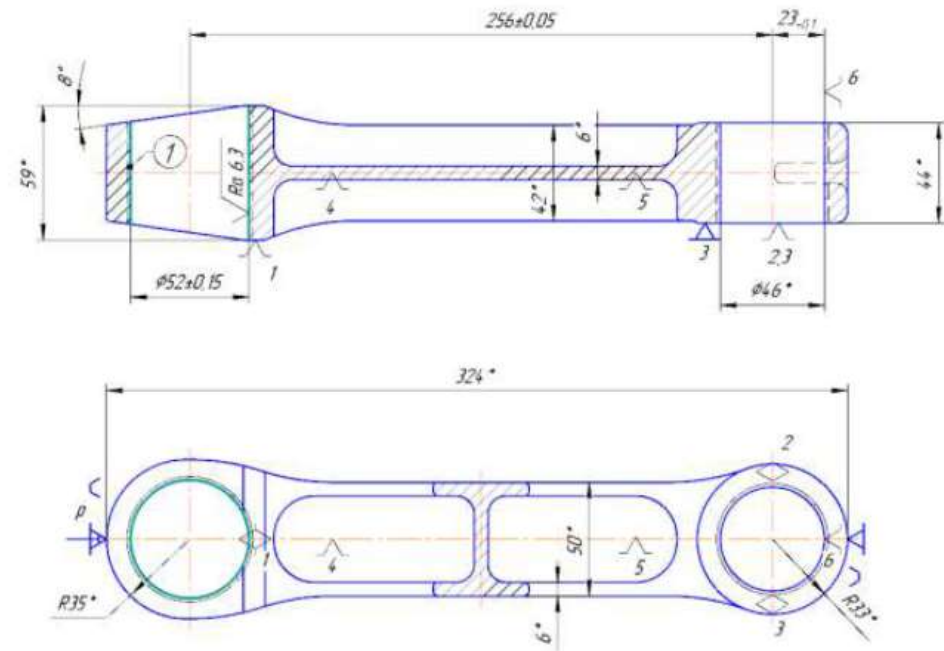
КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубль			
Взам			
Подл.			

						Изм	Лист	№ докум	Подпись

1 1

Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, зр. 4.3321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной			
Проверил	Макарова Т.А.								
Принял				Вертикально-сверлильная			КП	060	
Утверд.									
Н. контр.									

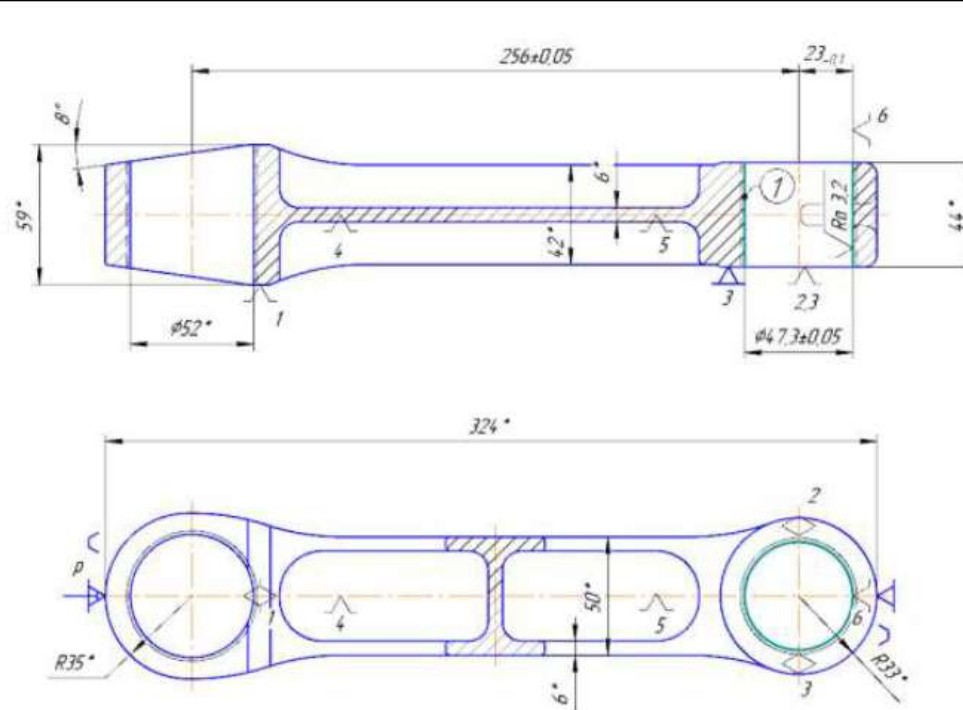


√ Ra 12,5 √1

\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
													1	1		
Разраб	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной										
Проверил	Макарова Т.А.															
Принял																
Утверд																
Н. контр.				Вертикально-сверлильная										КП		065

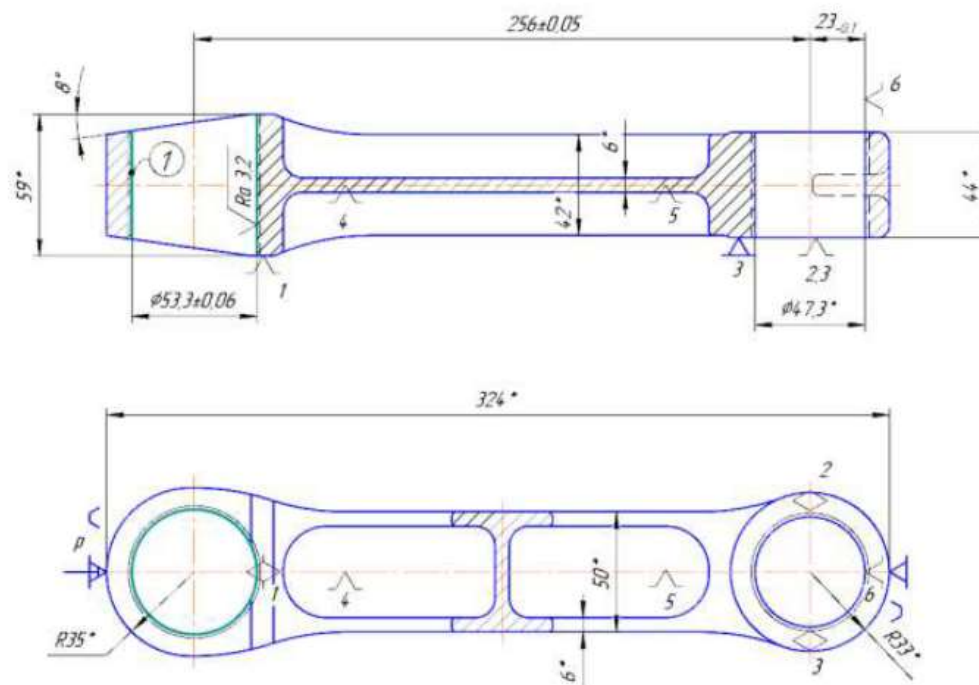


$\sqrt{Ra 12.5}$  (✓)

\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

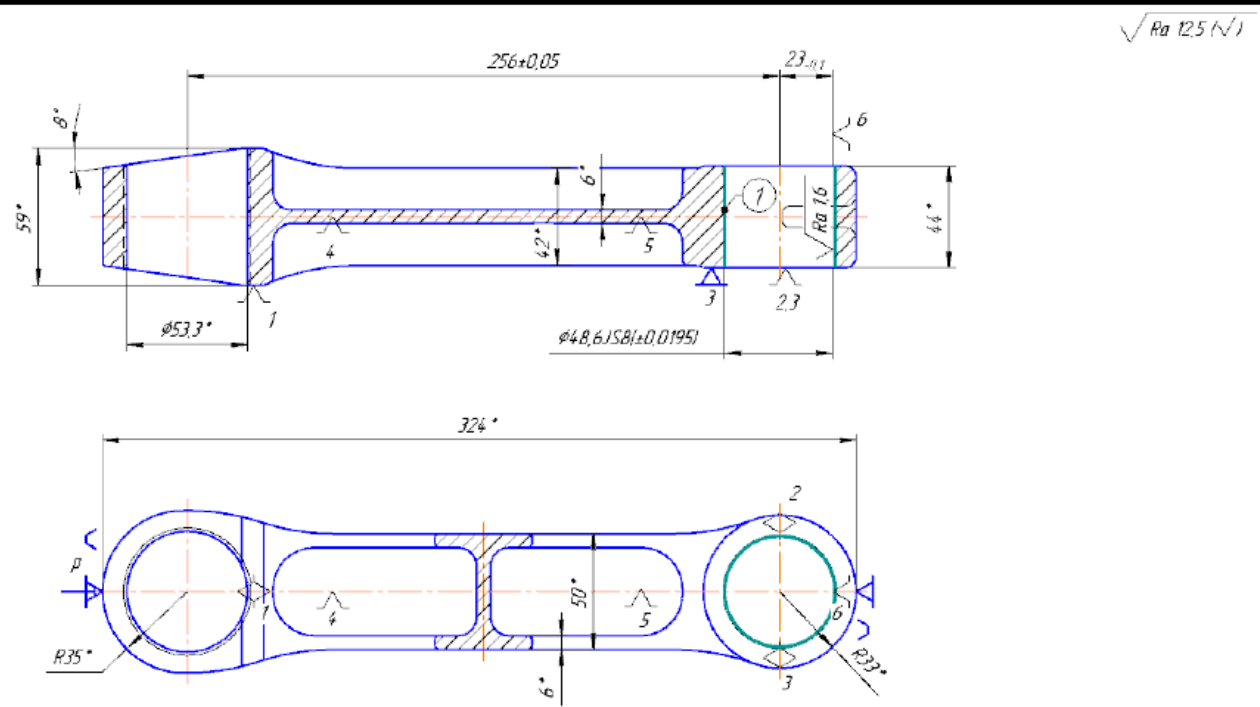
Дубль.										
Взам.										
Подл.										
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
									1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной				
Проверил	Макарова Т.А.									
Принял										
Утверд.										
Н. контр.				Вертикально-сверлильная				КП		070



\* Размеры для справок

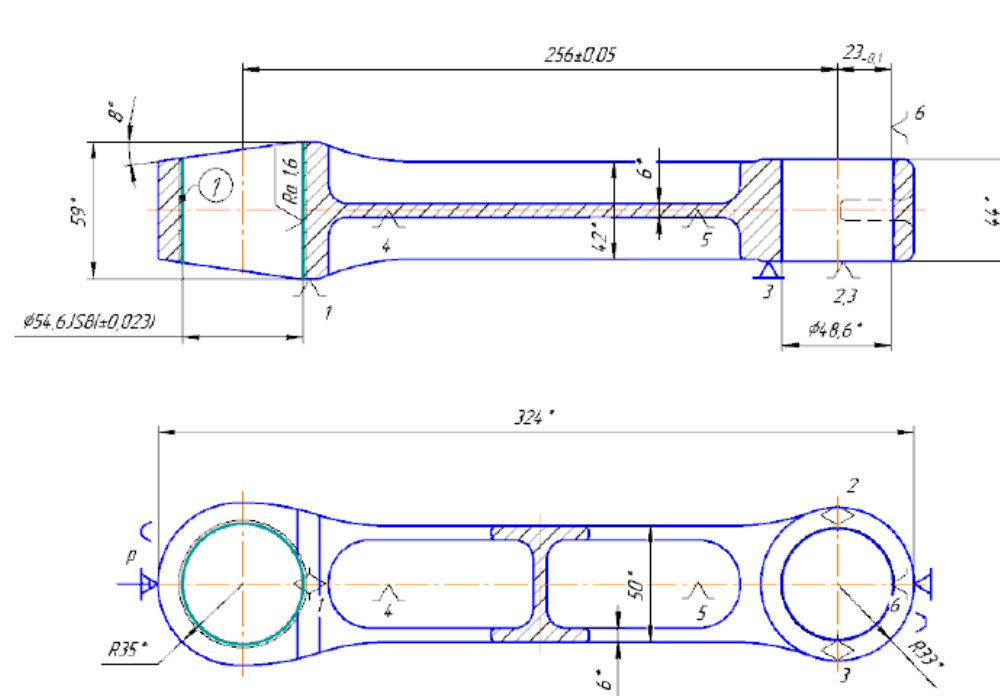
КЭ	Карта эскизов							
----	---------------	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.											
Взам.											
Подл.											
							Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
										1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной					
Проверил	Макарова Т.А.										
Принял											
Утверд.											
Н. контр.				Вертикально-сверлильная				КП		075	



КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дubl.														
Взам.														
Подл.														
									Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	
												1	1	
Разраб.	Арестов И.С.													
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утверд.														
Н. контр.														
						СПбПУ Петра Великого, зр. 43321/1		<b>KTM.TM.000.001</b>		Штунг прицельной				
Вертикально-сверлильная											КП		080	

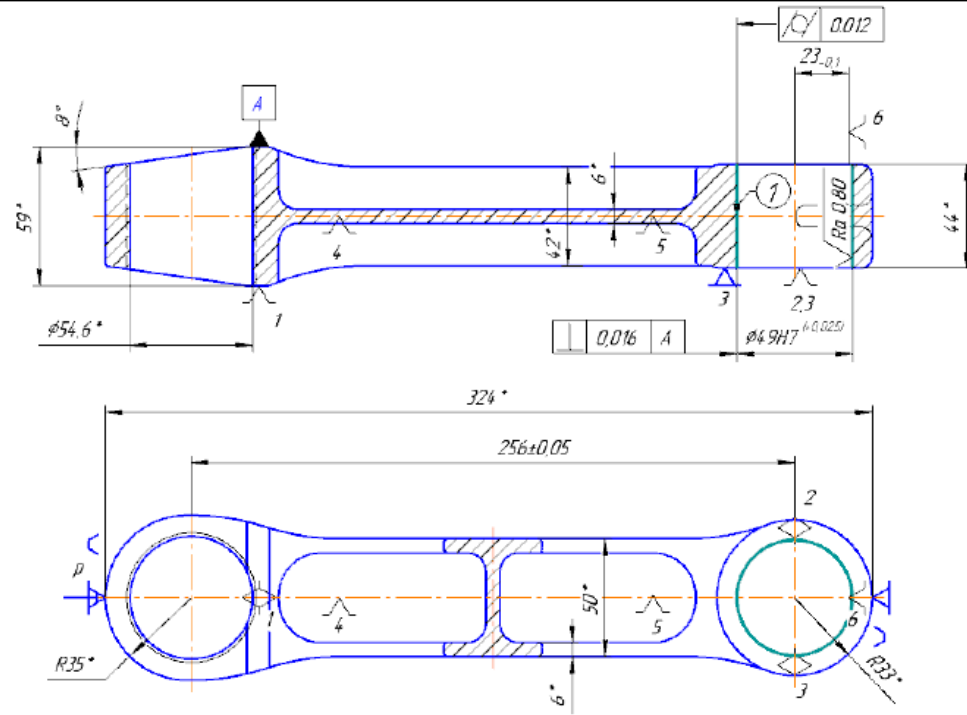


\* Размеры для справок

КЭ

Карта эскизов

Дцбл.									
Взам.									
Подл.						Изм	Лист	№ докум	Подпись
								1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001		Шатун прицепной		
Проверил	Макарова Т.А.								
Принял									
Утверд.									
Н. контр.					Вертикально-сверлильная		КП		085



\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

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

1 1

Разраб.	Арестов И.С.
Проверил	Макарова Т.А.
Принял	
Утверд.	
Н. контр.	

СПбПУ Петра Великого,  
гр. 43321/1

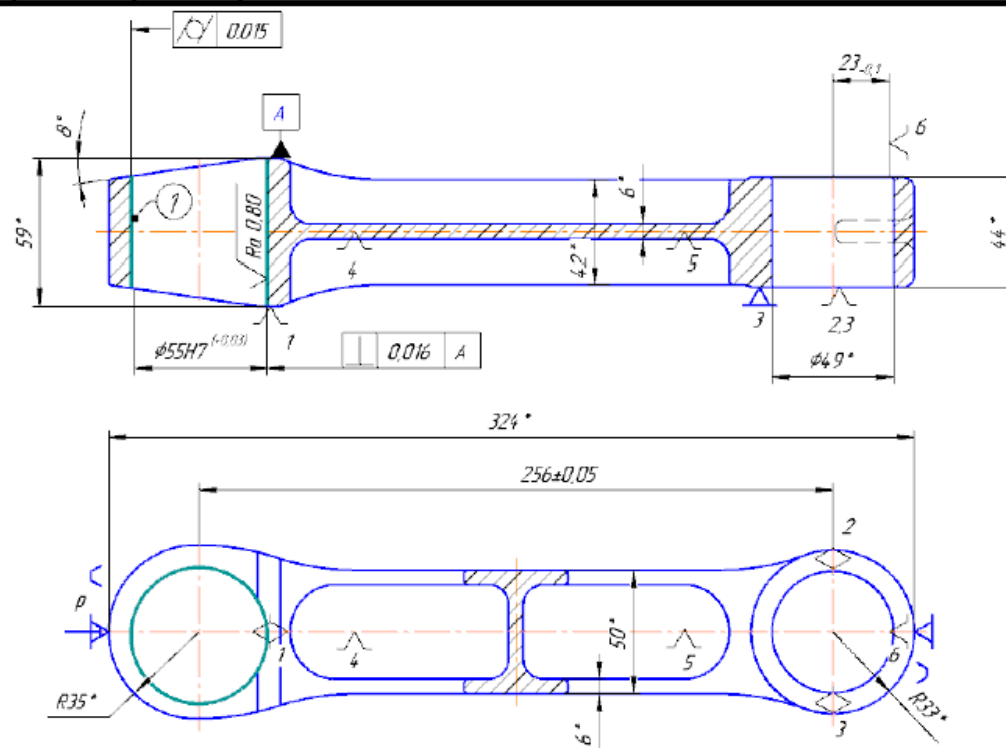
KTM.TM.000.001

Шатун прицепной

Вертикально-сверлильная

КП

090



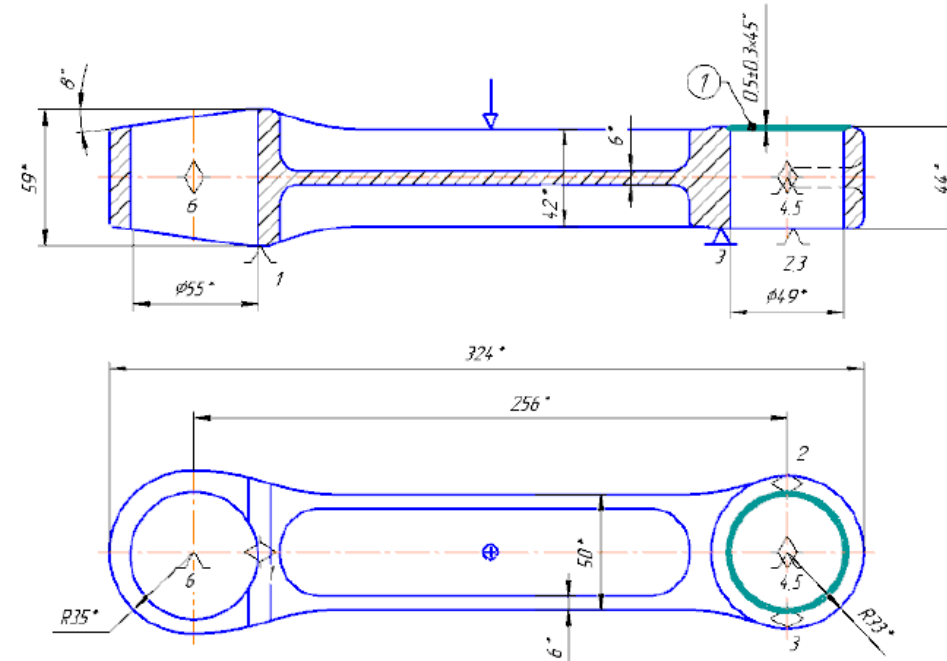
\* Размеры для справок

КЭ

Карта эскизов



Дубль.										
Взам.										
Подл.										
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
									1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001	Шатун прицепной				
Проверил	Макарова Т.А.									
Принял										
Утверд.										
Н. контр.				Вертикально-сверлильная				КП		095



\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

					1	1
--	--	--	--	--	---	---

Разработ	Арестов И.С.
Проверил	Макарова Т.А.
Принял	
Утверд	
Н. контр.	

СПбПУ Петра Великого,  
гр. 43321/1

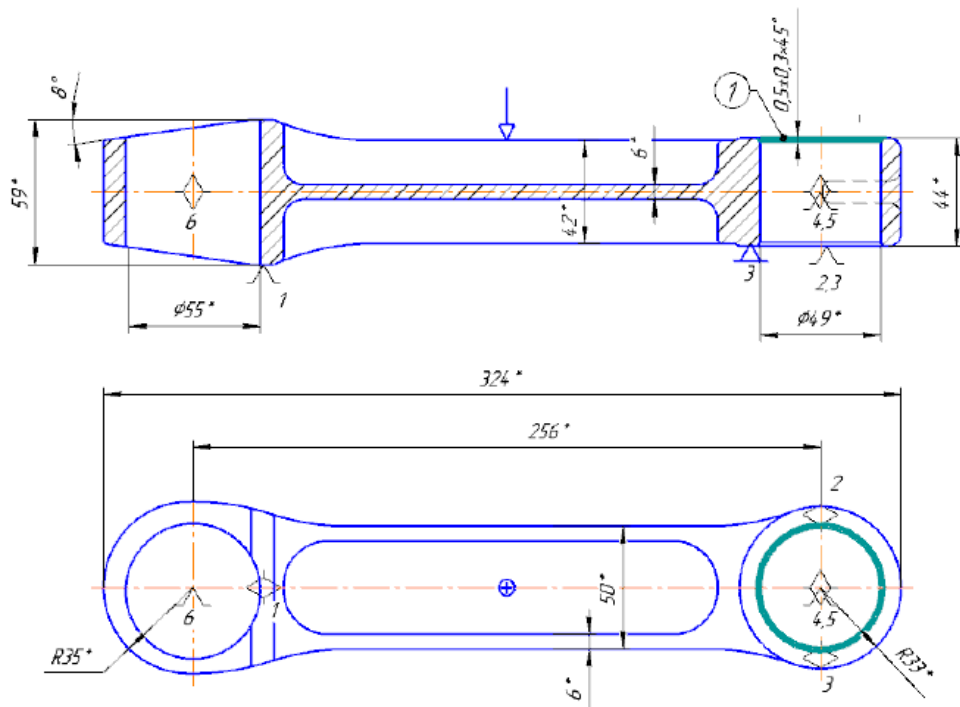
**KTM.TM.000.001**

Штунг прицепной

Вертикально-сверлильная

КП		100
----	--	-----

$\sqrt{Ra 12,5 \sqrt{1}}$

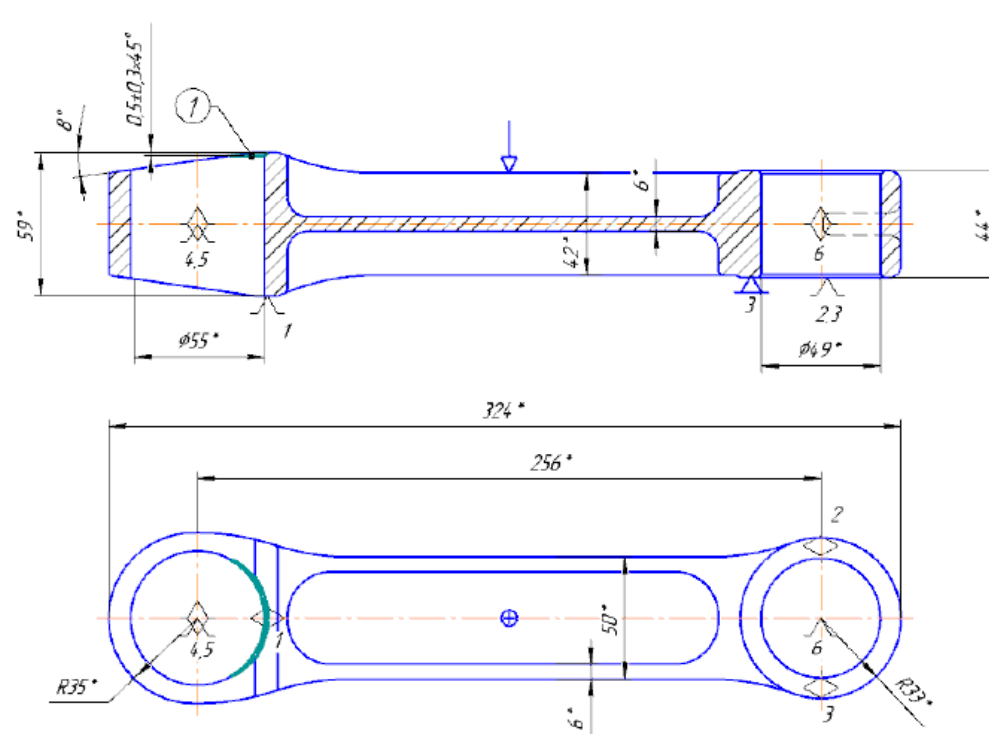


\* Размеры для справок

КЭ

Карта эскизов

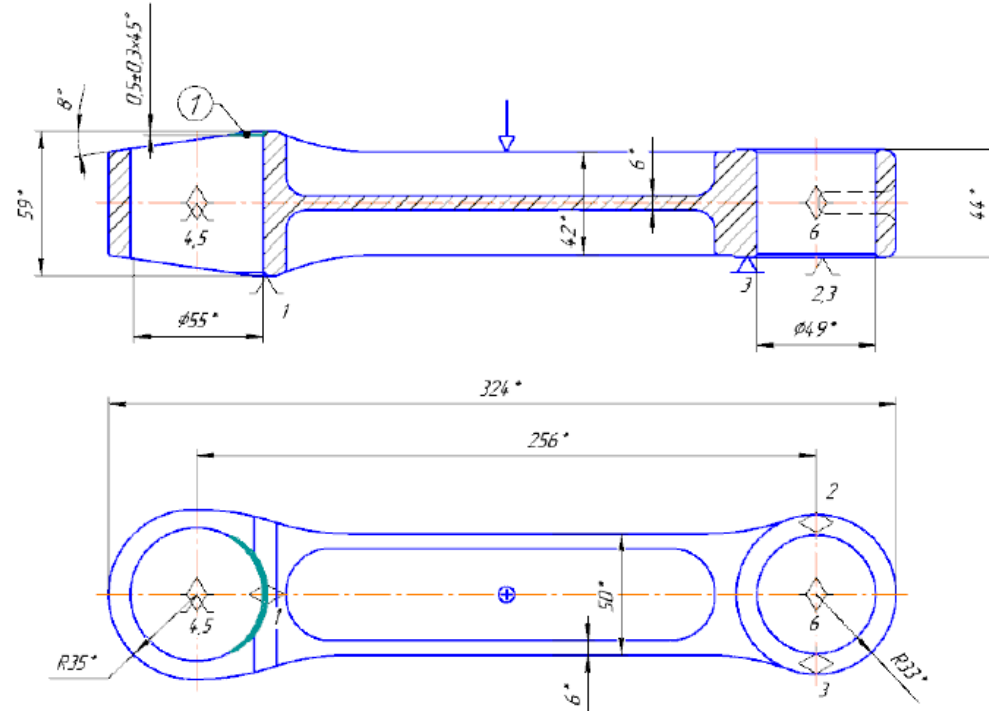
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
									1	1
Разраб	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицельной				
Проверил	Макарова Т.А.									
Принял										
Утверд.										
Н. контр.				Вертикально-сверлильная				КП	105	



\* Размеры для справок

К	Карта эскизов	
---	---------------	--

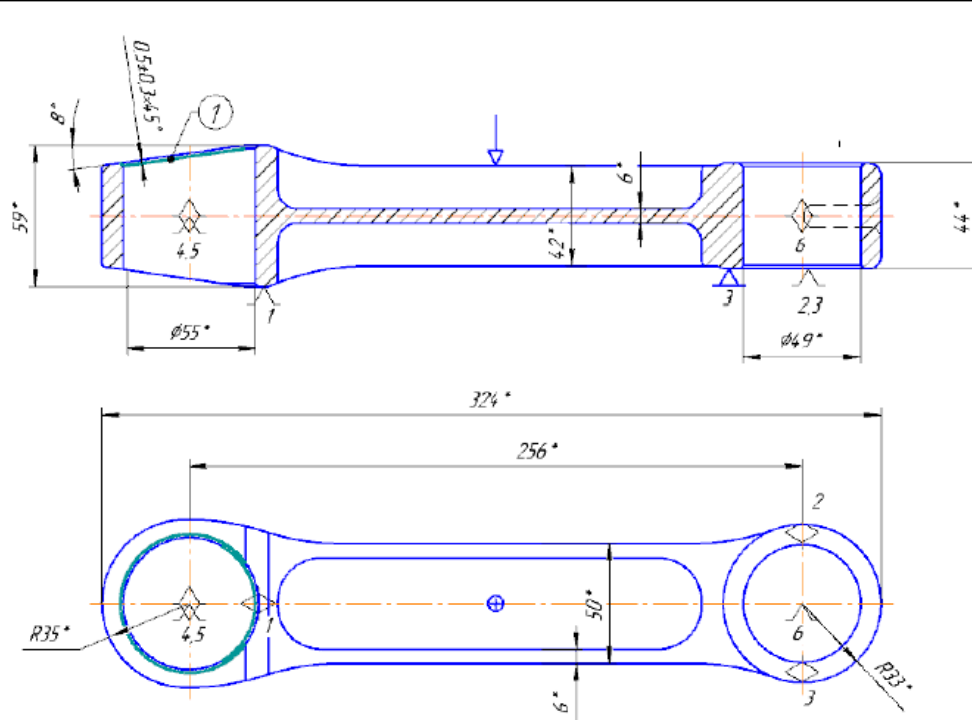
Дцбл.																				
Взам.																				
Подл.																				
										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						
														1	1					
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1			КТМ.ТМ.000.001			Штунг прицепной										
Проверил	Макарова Т.А.																			
Принял																				
Утверд.																				
Н. контр.													КП			110				



\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов																	
----	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
											1	1		
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, зр. 4.3321/1	КТМ.ТМ.000.001	Штунг прицепной								
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утверд.														
Н. контр.				Вертикально-сверлильная							КП		115	



\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

					1	1
--	--	--	--	--	---	---

Разраб.	Арестов И.С.
Проверил	Макарова Т.А.
Принял	
Утверд.	
Н. контр.	

СПбПУ Петра Великого,  
гр. 43321/1

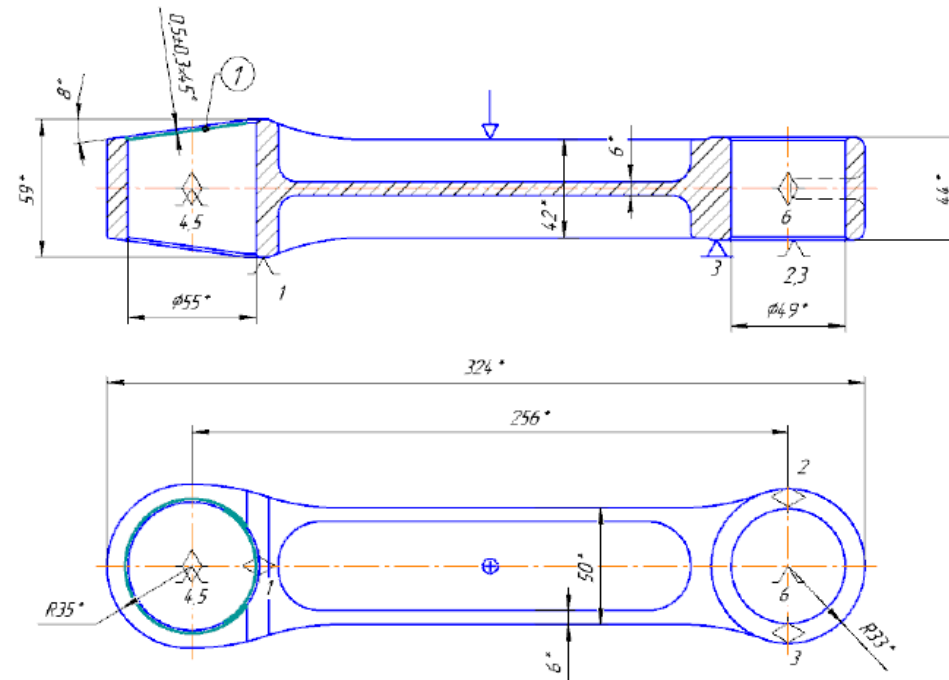
**KTM.TM.000.001**

Штунг прицепной

КП		120
----	--	-----

Вертикально-сверлильная

√ Ra 12.5 (√)



\* Размеры для справок

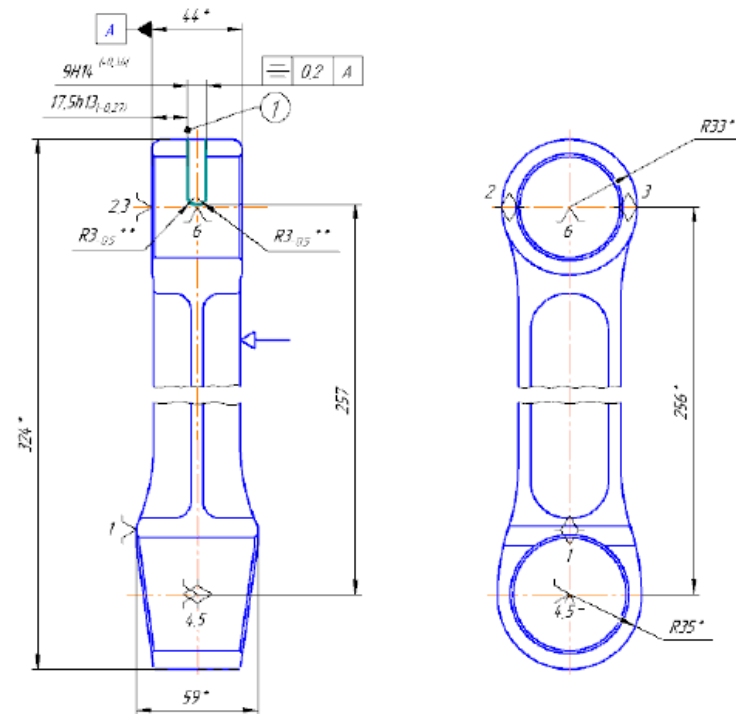
КЭ	Карта эскизов
----	---------------

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

						1	1
Разраб	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	KTM.TM.000.001	Шатун прицепной	
Проверил	Макарова Т.А.						
Принял							
Утверд.				Горизонтально-фрезерная		КП	125
Н. контр.							



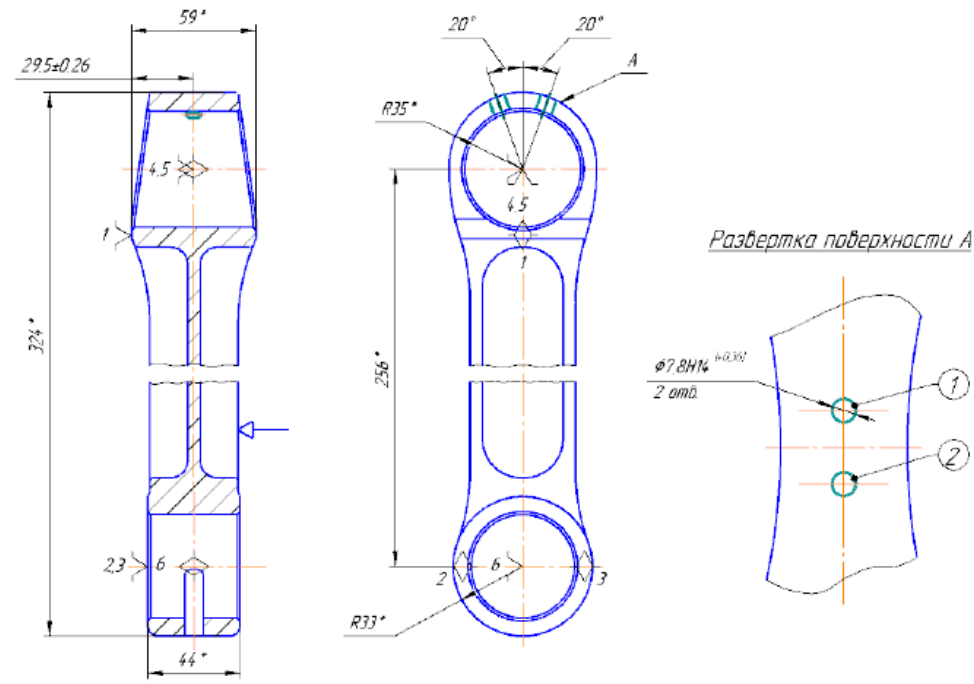
$\sqrt{Ra 12.5 (\sqrt{J})}$

\* Размеры для справок  
 \*\* Размер обеспечивается инструментом

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дубл.										
Взам.										
Подл.										
						Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
									1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001		Шатун прицепной			
Проверил	Макарова Т.А.									
Принял										
Утверд.										
Н. контр.					Вертикально-сверлильная		КП		130	

$\sqrt{Ra\ 12.5\ (\sqrt{1})}$

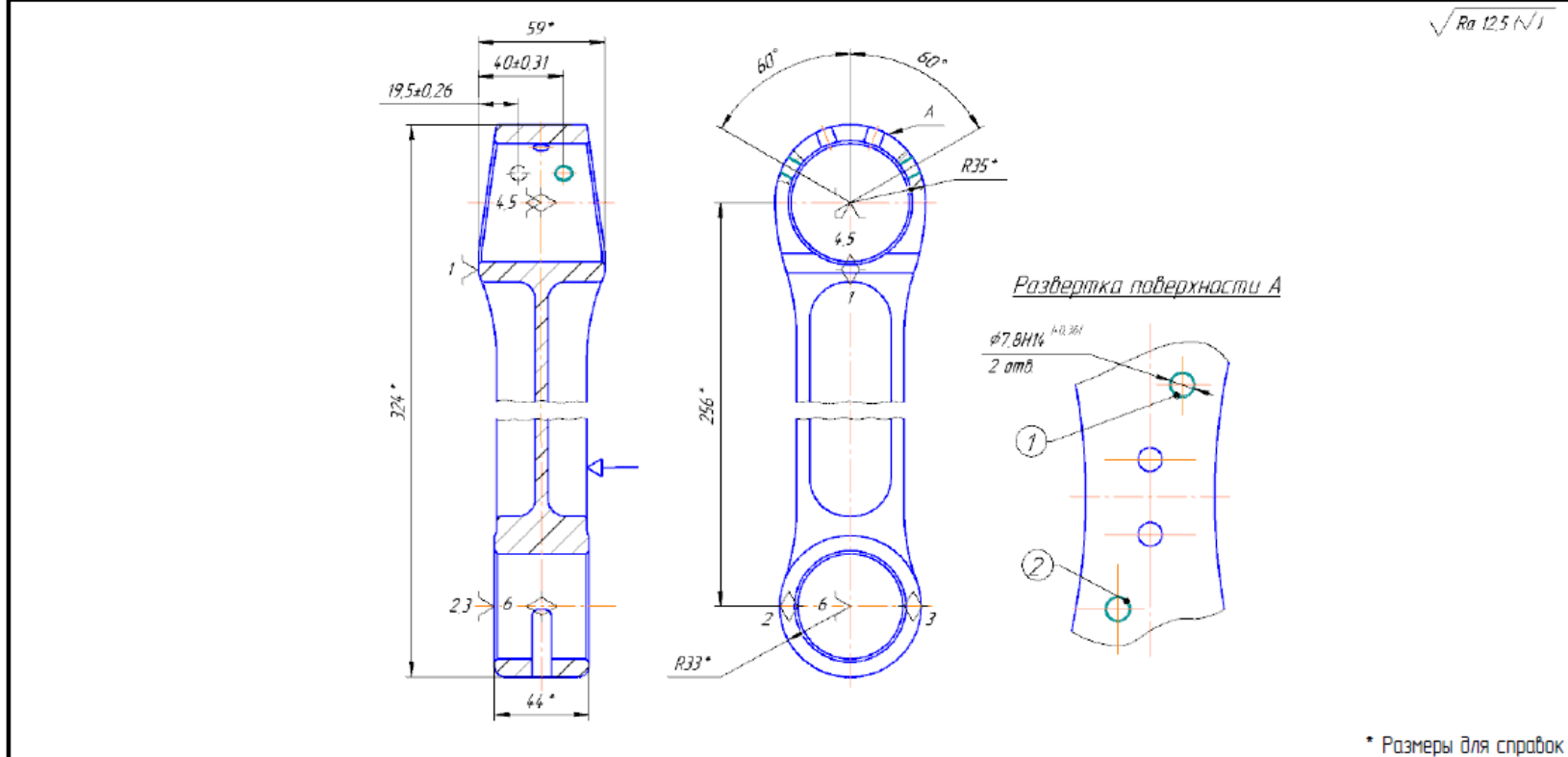


\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--



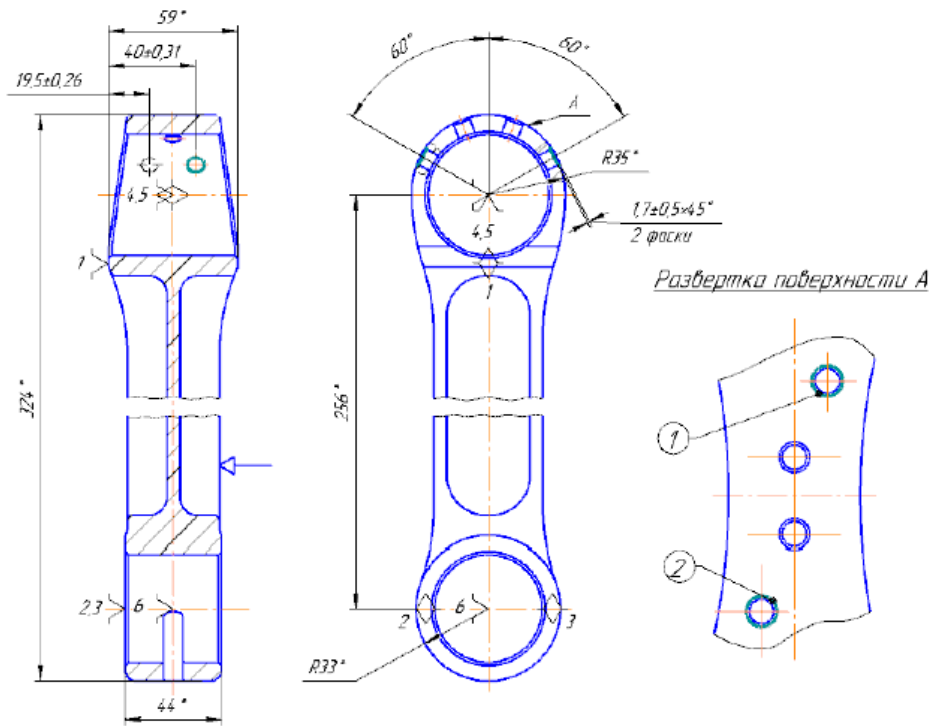
Дубл.									
Взам.									
Подл.						Изм	Лист	№ докум	Подпись
								1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1	КТМ.ТМ.000.001		Шатун прицепной		
Проверил	Макарова Т.А.								
Принял									
Утверд.									
Н. контр.					Вертикально-сверлильная		КП		135



КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

Дubl.																	
Взам.																	
Подл.																	
								Изм		Лист		№ докум		Подпись		Дата	
														1		1	
Разраб.		Арестов И.С.		СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1		КТМ.ТМ.000.001		Штунг прицепной									
Проверил		Макарова Т.А.															
Принял																	
Утверд.																	
Н. контр.																	
										Вертикально-сверлильная				КП		140	
$\sqrt{Ra 12.5 \sqrt{1}}$																	
* Размеры для справок																	
КЭ		Карта эскизов															

Дибл.														
Взам.														
Подл.														
										Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
													1	1
Разраб.	Арестов И.С.			СПбПУ Петра Великого, гр. 43321/1		КТМ.ТМ.000.001		Штунг прицепной						
Проверил	Макарова Т.А.													
Принял														
Утверд.														
Н. контр.										КП		145		



\* Размеры для справок

КЭ	Карта эскизов	
----	---------------	--

## Приложение 1.9 Карта расчёта припусков

Табл. 4. Карта расчетов припусков

Техно- логи- ческий маршрут обра- ботки детали	Элементы припуска, мкм				Рас- чет- ный ном и- наль- ный при- пуск $2z$ , мкм	Расче- тный макси- маль- ный раз- мер, мм	Доп уск на изго- товл е- ние $Td$ , мкм	Принятые (округленные ) размеры по переходам, мм		Получен- ные пре- дельные припуски, мкм	
	Rz	$T$ деф	$\rho_{i-1}$	$\varepsilon_i$				$d_{max}$	$d_{min}$	$2z_{max}$	$2z_{min}$
Сверлени е	80	50	300	-	-	46,12 5	250	46,125	45,87 5	-	-
Чистовое Зенкero- вание	30	40	100	0	860	47,35	100	47,35	46,35	1300	860
Чистовое Зенкero- вание	20	30	50	0	340	48,61 95	39	48,62	48,23	1300	340
Точное разверты- вание	5	10	25	0	80	49,25	25	49,25	49,0	400	80

## Приложение 1.10 Табличные режимы резания

Таблица 5

### Режимы резания

№ п/п	Наименование операции	$t$ , мм	$s$ , мм/об	$V$ , м/мин	$n$ , об/мин
040	Горизонтально-фрезерная:				
	1. Фрезерование	3,4	0,15	78,5	125
045	Горизонтально-фрезерная:				
	1. Фрезерование	3,4	0,15	78,5	125
050	Горизонтально-фрезерная:				
	1. Фрезерование	3,4	0,15	78,5	125
055	Вертикально - сверлильная:				
	1. Сверление	9	0,2	36,9	785
	2. Сверление	20	0,3	37,6	300
	3. Сверление	23	0,35	34,9	278
060	Вертикально - сверлильная:				

	1. Сверление	26	0,4	21,6	132
065	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкерование (чистовое)	1,3	0,8	14,6	93
070	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкерование (чистовое)	1,3	0,85	14	90
075	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкерование (чистовое)	1,3	0,8	14,6	93
080	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкерование (чистовое)	1,3	0,8	14	90
085	Вертикально - сверлильная:				
	1. Развертывание (точное)	0,2	1	9,9	63
090	Вертикально - сверлильная:				
	1. Развертывание (точное)	0,2	1,2	8,6	43
095	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,1	11	70
100	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,1	11	70
105	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,12	9	52
110	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,12	9	52
115	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,12	9	52
120	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенкование	0,5	0,12	9	52
125	Горизонтально-фрезерная				
	1. Фрезерование паза	4,5	0,1	53	600
130	Вертикально - сверлильная:				
	1. Сверлить	3,9	0,1	46,7	1855
135	Вертикально - сверлильная:				
	1. Сверлить	3,9	0,1	46,7	1855
140	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенковать	1,7	0,08	12	250
145	Вертикально - сверлильная:				
	1. Зенковать	1,7	0,08	12	250

## Приложение 1.11 Нормирование операций по справочнику

Таблица 6

### Нормирование технологических операций

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование операции</b>	<b><i>T<sub>о</sub></i>, <i>мин</i></b>	<b><i>T<sub>в</sub></i>, <i>мин</i></b>	<b><i>T<sub>ПЗ</sub></i>, <i>мин</i></b>	<b><i>T<sub>ШК</sub></i>, <i>мин</i></b>
040	Горизонтально-фрезерная	0,8	0,85	12,7	1,81
045	Горизонтально-фрезерная	0,4	0,85	12,7	1,41
050	Горизонтально-фрезерная	1,01	0,85	12,7	2,02
055	Вертикально-сверлильная	4,63	1,59	6	6,29
060	Вертикально-сверлильная	1,17	0,71	6	1,95
065	Вертикально-сверлильная	1,4	0,71	6	2,18
070	Вертикально-сверлильная	1,4	0,71	6	2,18
075	Вертикально-сверлильная	1,4	0,71	6	2,18
080	Вертикально-сверлильная	1,4	0,71	6	2,18
085	Вертикально-сверлильная	1,8	0,71	6	2,58
090	Вертикально-сверлильная	1,8	0,71	6	2,58
095	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
100	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
105	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
110	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
115	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
120	Вертикально-сверлильная	0,2	0,71	5	0,97
125	Горизонтально-фрезерная	1,03	1,05	12,7	2,24
130	Вертикально-сверлильная	0,8	0,81	5	1,67
135	Вертикально-сверлильная	0,8	0,81	5	1,67
140	Вертикально-сверлильная	0,2	0,81	5	1,07
145	Вертикально-сверлильная	0,2	0,81	5	1,07

## Приложение 2.1

Резец в профильной плоскости представлен на рис 3

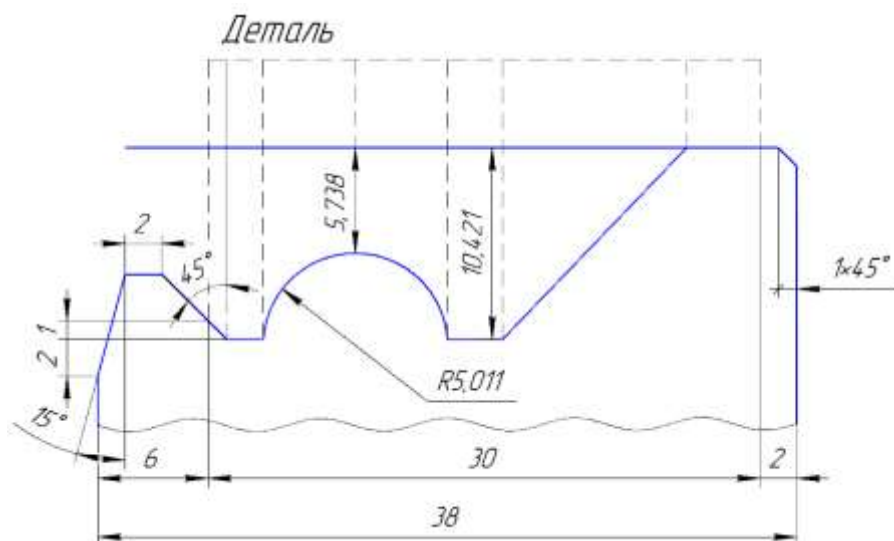


Рис. 3

Резец со стороны передней бабки представлен на рис.4

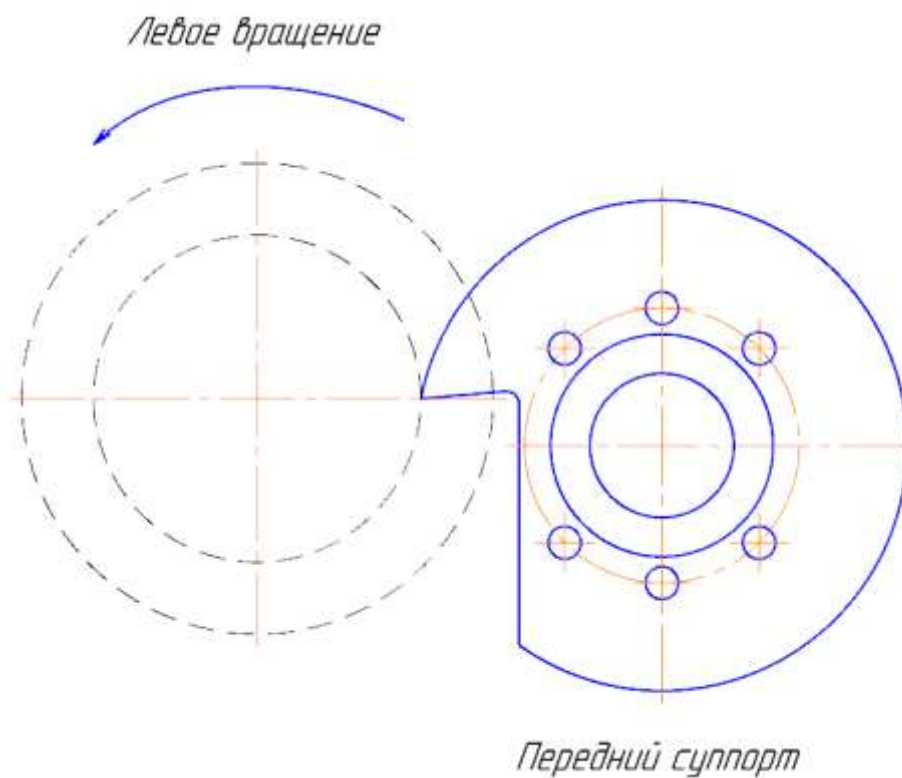


Рис. 4

## Приложение 2.2

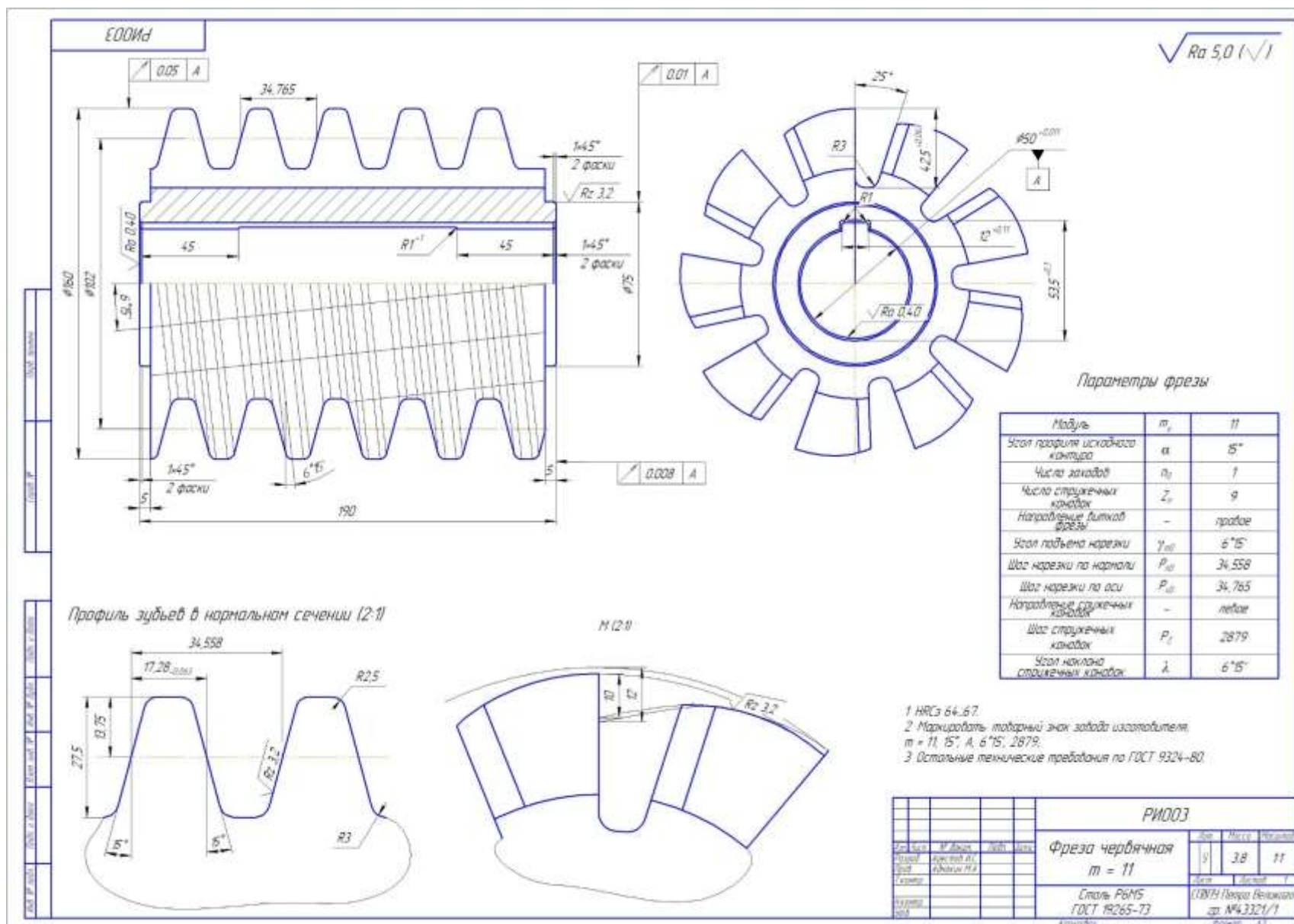
Отклонения выбраны по [5, табл. 13.28] и занесены в таблицу 3.3. Класс точности А.

Посадочное отверстие, Ra	0.4
Передняя поверхность, Rz	3.2
Задняя боковая поверхность зуба, Rz	3.2
Задняя поверхность по вершине зуба, Rz	3.2
Цилиндрическая поверхность буртика, Rz	3.2
Торец буртика, Ra	0.4
Диаметр посадочного отверстия $f_d$	H5
Радиальное биение буртиков $f_y$	10 мкм
Торцевое биение буртиков $f_t$	8 мкм
Радиальное биение по вершинам зубьев $f_{rda}$	50 мкм
Профиль передней поверхности $f_\gamma$	50 мкм
Разность соседней окружных шагов $f_{uo}$	50 мкм
Накопленная погрешность окружного шага стружечных канавок $F_{Po}$	100 мкм
Направление стружечных канавок $f_x$	$\pm 70$ мкм
Профиль зуба $f_{fo}$	20 мкм
Толщина зуба $T_{so}$	-63 мкм
Осевой шаг фрезы $f_{pxo}$	-
Накопленное отклонение шага на длине любых трех шагов $f_{px3o}$	-
Винтовая линия фрезы от зуба к зубу $f_{h10}$	16 мкм
Винтовая линия фрезы на одном обороте $f_{ho}$	25 мкм

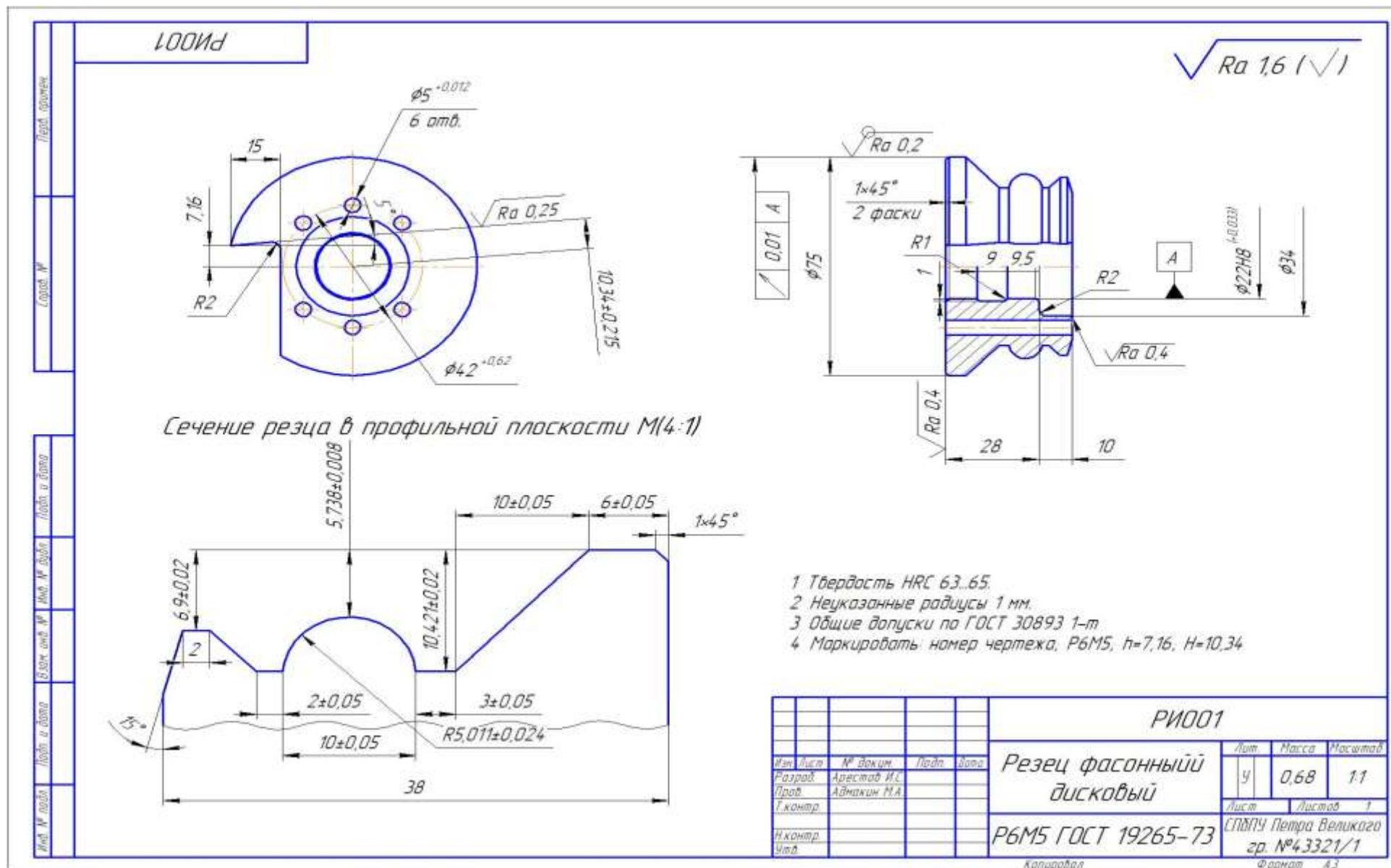


Винтовая линия фрезы на трех оборотах $f_{h3o}$	40 мкм
Погрешность зацепления от зуба к зубу $F_{Pb10}$	16 мкм
Погрешность зацепления $F_{Pbo}$	32 мкм

## Приложение 2.3 Червячная фреза



## Приложение 2.4 Дискový фасонный резец



# Приложение 2.5 Метчик М9-5Н

Лист 1

Лист 2

Лист 3

Лист 4

Лист 5

Лист 6

Лист 7

Лист 8

Лист 9

Лист 10

Лист 11

Лист 12

Лист 13

Лист 14

Лист 15

Лист 16

Лист 17

Лист 18

Лист 19

Лист 20

Лист 21

Лист 22

Лист 23

Лист 24

Лист 25

Лист 26

Лист 27

Лист 28

Лист 29

Лист 30

Лист 31

Лист 32

Лист 33

Лист 34

Лист 35

Лист 36

Лист 37

Лист 38

Лист 39

Лист 40

Лист 41

Лист 42

Лист 43

Лист 44

Лист 45

Лист 46

Лист 47

Лист 48

Лист 49

Лист 50

Лист 51

Лист 52

Лист 53

Лист 54

Лист 55

Лист 56

Лист 57

Лист 58

Лист 59

Лист 60

Лист 61

Лист 62

Лист 63

Лист 64

Лист 65

Лист 66

Лист 67

Лист 68

Лист 69

Лист 70

Лист 71

Лист 72

Лист 73

Лист 74

Лист 75

Лист 76

Лист 77

Лист 78

Лист 79

Лист 80

Лист 81

Лист 82

Лист 83

Лист 84

Лист 85

Лист 86

Лист 87

Лист 88

Лист 89

Лист 90

Лист 91

Лист 92

Лист 93

Лист 94

Лист 95

Лист 96

Лист 97

Лист 98

Лист 99

Лист 100

РИ002

Центровые отверстия формы А по ГОСТ 14.034-74

М(5:1)

Ра 0,80

Ра 1,6

7,1h9-f8(h8)

0,05 ВГ

0,02 ВГ

0,02 ВГ

2,5

22-13

72-19

5,6h8-f8(h8)

А-А(5:1)

Б-Б(5:1)

**Схема полей допусков гайки и чистового метчика**

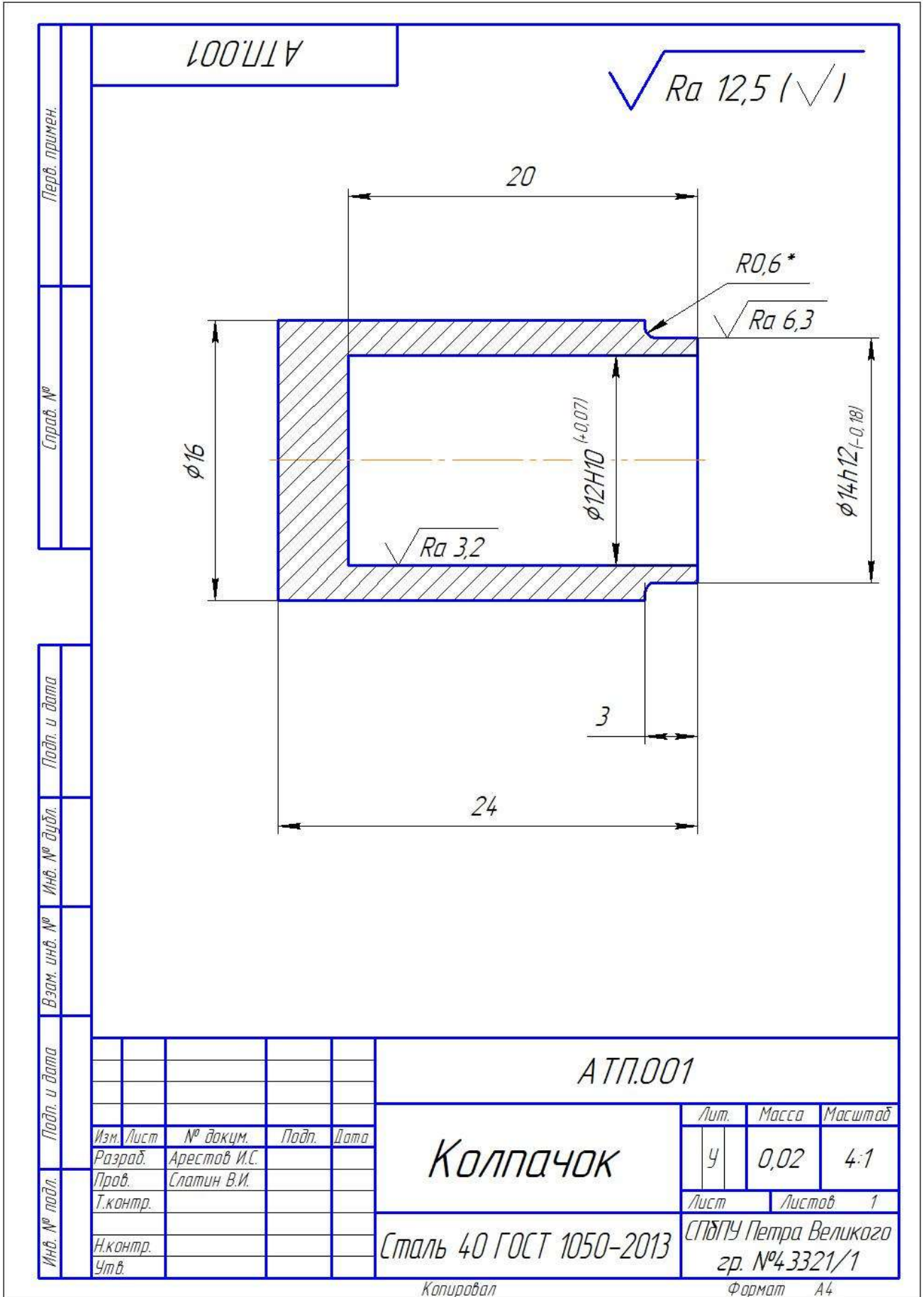
**Технические условия должны удовлетворять требованиям ГОСТ 3449-84**

- 1 Технические условия должны удовлетворять требованиям ГОСТ 3449-84
- 2 Материал Р6М5 по ГОСТ 19265-73.
- 3 Твердость рабочей части HRC 63..64, хвостовика HRC 37..52.
- 4 Обратная конусность 0,1 мм на 100 мм длины.
- 5 Шероховатость поверхности по профилю резьбы Ra 0,8.
- 6 Маркировать М4.5-6Н, 2кл, на черном метчике одна риска, Р6М5.

		Черновой		Чистовой	
$d_N$ max	8,75	-		-	
$d_N$ min	8,67	9,05		-	
$d_{2N}$ max	8,063	8,226		-	
$d_{2N}$ min	8,01	8,201		-	
$d_N$ max	7,859	7,859		-	
$l_p$	7,5	2,5		-	
$\phi^*$	6°	18°		-	

				РИ002			
Изм	Лист	№ докум	Подп	Дата	<b>Комплект метчиков М9-5Н</b>		
Разработ	Арсенал И.С.						
Проект	Алмазим М.А.						
Т.контр.							
Н.контр.					<b>Р6М5 ГОСТ 19265-73</b>		
Матб							
					Лист	Масса	Масштаб
					4		2:1
					Листов 1		
					СПбПУ Петра Великого гр. №4.3321/1		
					Копировал Формат А3		

Приложение 3.1 Чертеж детали



АТП.001

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
		Арестов И.С.		
		Слатин В.И.		

АТП.001

Колпачок

Сталь 40 ГОСТ 1050-2013

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,02	4:1
Лист	Листов 1	

СПбПУ Петра Великого  
зр. №4.3321/1

Копировал

Формат А4



### Приложение 3.2 Резец при продольной подаче

Маршрут движения резца при продольной подаче представлен на рис 5.

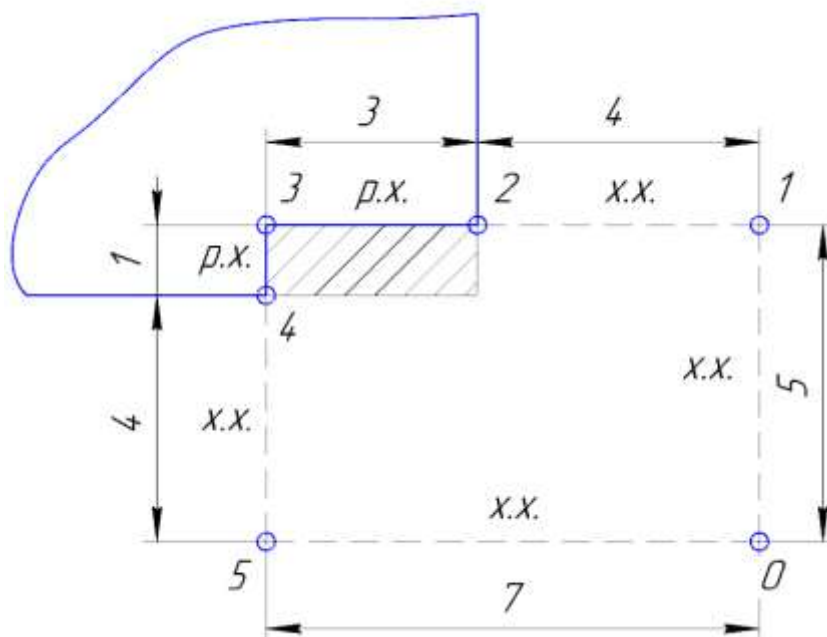


Рис. 5 Маршрут при продольной подаче

### Приложение 3.3 Резец при поперечной подаче

Маршрут движения резца при поперечной подаче представлен на рис 6.

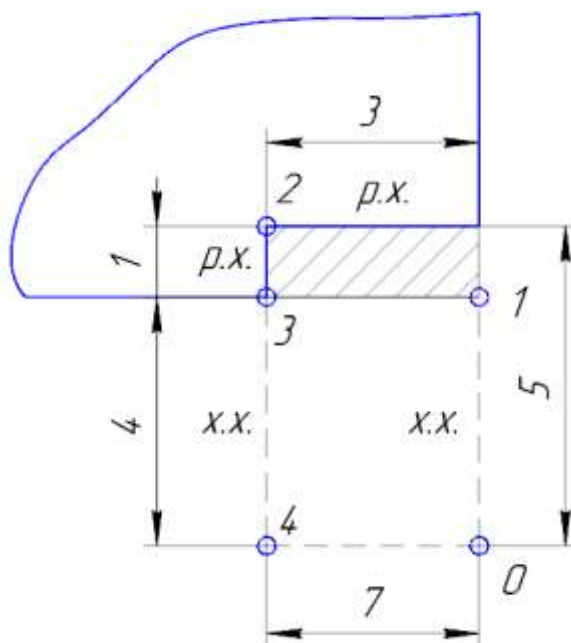


Рис. 6 Маршрут при поперечной подаче

### Приложение 3.4 Эскиз прорезного резца

Эскиз прорезного резца представлен на рис.7.

#### Резец прорезной

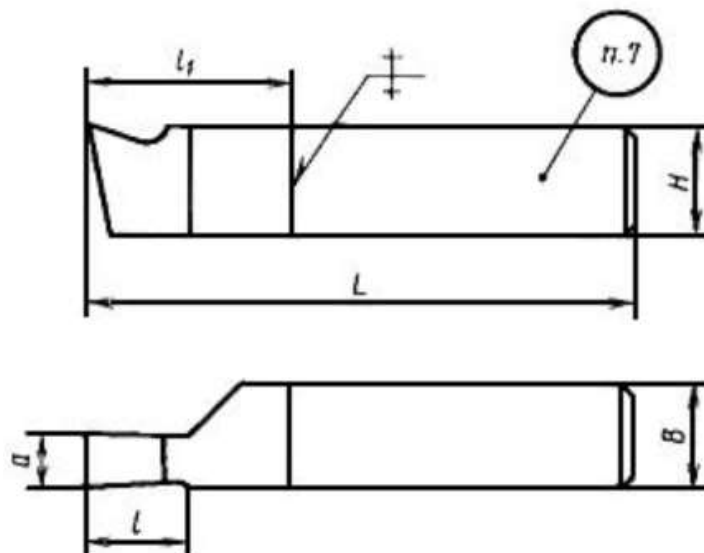


Рис. 7. Эскиз прорезного резца

### Приложение 3.5. Сравнительная таблица

Сравнение загрузочных устройств приведено в таблице 7

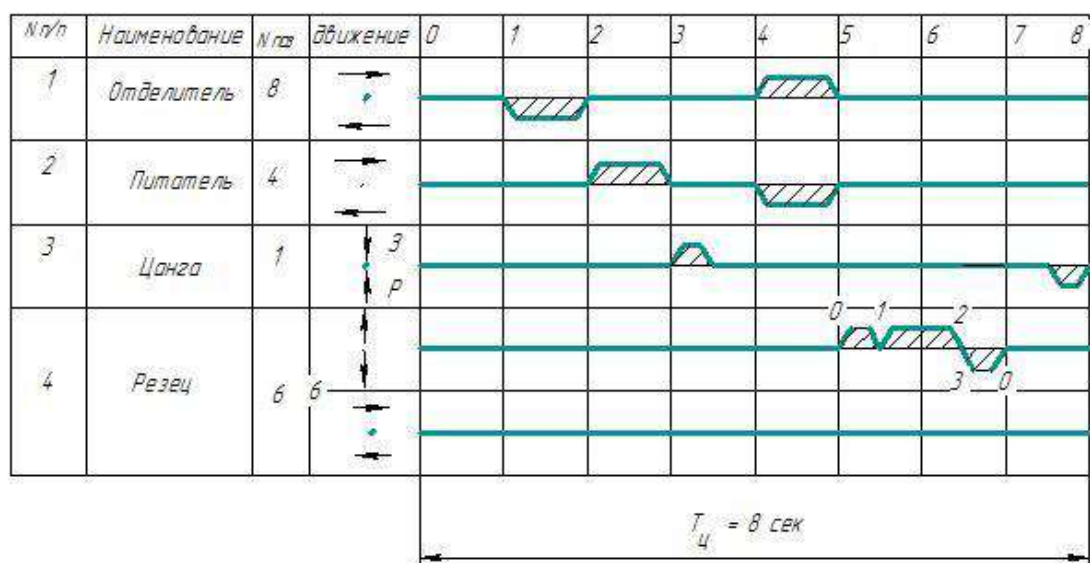
Таблица 7

Критерий	Бункерное ЗУ с змейковым транспортером	Дисковый фрикционный механизм	Дисковый карманчиковый механизм	Вибрационный бункер	Загрузочное устройство с крючковым механизмом
Простота конструкции	-	-		-	-
Простота обслуживания	-	-	-	-	-
Число захватных органов	1	1	20	1-6	6-10
Коэффициент вероятности захвата	0,7-0,9	0,7-0,9	0,7-0,9	-	0,8-0,9

Производительность (шт./мин)	100-150	100-130	100-125	100-125	80-110
Возможность установки на рабочем месте	+	+	+	-	+/-
Надёжность	+	+	+	+	+/-
Возможность переналадки	+	-	-	+	+
Ремонтопригодность	+	-	+	-	+/-
Технологичность конструкции	+	-	+	-	-
Расположение накопителя	Вверху	Вверху	Вверху	Вверху	Вверху
Вид привода	Автономно	Автономно	Автономно	От станка	Автономно
Скорость захвата (м/с)	0,3-0,4	0,3-0,4	0,3-0,4	-	0,2-0,3

### Приложение 3.6 Циклограмма

Циклограмма представлена на рис. 8





# Приложение 3.7

