

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| |
|---|
| Тема работы |
| Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка» |

УДК 621.81-2-025.13

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------------|
| 3-8Л52 | Яковлев Павел Андреевич | | 28.05.2020 |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент | Коротков Владимир Сергеевич | К.Т.Н. | | 28.05.2020 |

Консультант

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------|
| ст. преподаватель | Черкасов Александр Иванович | | | 28.05.2020 |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------|--------------------------|------------------------|---------|------------|
| доцент ОСГН | Креницына Зоя Васильевна | К.Т.Н. | | 28.05.2020 |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------|
| доцент ООД | Белоенко Елена Владимировна | К.Т.Н. | | 28.05.2020 |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|----------------------------|------------------------|---------|------|
| 15.03.01 | Ефременков Егор Алексеевич | К.Т.Н. | | |

Планируемые результаты обучения по программе

| Код результата | Результат обучения |
|-------------------------------------|---|
| <i>Общекультурные компетенции</i> | |
| P1 | Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции. |
| P4 | Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности. |
| P7 | Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства |
| <i>Профессиональные компетенции</i> | |
| P8 | Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций |
| P12 | Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования. |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|---------------------|
| Бакалаврской работы |
|---------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------|
| 3-8Л52 | Яковлеву Павлу Андреевичу |

Тема работы:

| | |
|---|-----------------------|
| Разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка» | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 28.05.2020 № 149-29/с |

| | |
|--|------------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 28.05.2020 |
|--|------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---------------------------------|--|
| Исходные данные к работе | <i>-Чертеж детали;</i> <i>-Годовая программа выпуска.</i> |
|---------------------------------|--|

| | |
|---|--|
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | <ul style="list-style-type: none"> - Аналитический обзор научно-технической литературы; - Определение типа производства, форм и методов организации работ; - Анализ технологичности конструкции детали; - Анализ базового технологического процесса предприятия; - Выбор исходной заготовки и методов ее получения; - Разработка маршрута обработки детали; - Размерный анализ техпроцесса; - Выбор оборудования и технологической оснастки; - Расчет и назначение режимов обработки; - Нормирование технологического процесса; - Конструирование приспособления. |
| Перечень графического материала | <ul style="list-style-type: none"> - Чертеж детали; - Карта технологического процесса - Эскиз размерной схемы, граф технологических размерных цепей - Приспособление для фрезерной операции - Экономические показатели |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| «Технологическая часть» | Черкасов Александр Иванович |
| «Конструкторская часть» | Черкасов Александр Иванович |
| «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» | Креницына Зоя Васильевна |
| «Социальная ответственность» | Белоенко Елена Владимировна |

| | |
|---|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 16.12.2019 |
|---|------------|

Задание выдал руководитель / консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------|-----------------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент | Коротков Владимир Сергеевич | к.т.н. | | 16.12.2019 |
| ст. преподаватель | Черкасов Александр Иванович | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------------|
| 3-8Л52 | Яковлев Павел Андреевич | | 16.12.2019 |

РЕФЕРАТ

Тема выпускной квалификационной работы: разработка технологического процесса изготовления детали «Втулка».

Объём дипломной работы: 78 страниц, 9 рисунков и 27 таблиц.

При написании диплома использовалось 14 источников.

Ключевые слова: Токарная обработка, фрезерная обработка, втулка, заготовка, размерный анализ, анализ технологичности.

Объектом исследования при написании работы была деталь втулка и технологический процесс ее изготовления.

В дипломную работу входит введение, четыре раздела, итоговое заключение.

В введении раскрывается актуальность исследования по выбранному направлению, цель и задачи исследования.

В разделе первом проектируется технологический процесс изготовления детали.

В разделе втором проектируется конструкторская часть, которое будет использовано на одной из операций технологического процесса.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности целесообразности проекта.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовлению детали «втулка».

Заключение посвящено основным выводам.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 8 |
| 1. Технологическая часть..... | 10 |
| 1.1 Исходные данные..... | 10 |
| 1.2 Определение типа производства..... | 12 |
| 1.3 Анализ технологичности конструкции детали..... | 13 |
| 1.4 Выбор типового технологического процесса..... | 16 |
| 1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления..... | 18 |
| 1.6 Проектирование технологического процесса..... | 20 |
| 1.6.1 Разработка маршрута обработки заготовки..... | 21 |
| 1.6.2 Размерный анализ технологического процесса..... | 24 |
| 1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки..... | 31 |
| 1.8 Расчет и назначение режимов обработки..... | 33 |
| 1.9 Нормирование технологического процесса | 38 |
| Вывод по разделу..... | 42 |
| 2. Конструкторская часть | 43 |
| 2.1 Проектирование станочного приспособления | 43 |
| 2.2 Анализ исходных данных..... | 43 |
| 2.3 Описание работы приспособления | 44 |
| 2.4 Расчет приспособления на точность..... | 47 |
| 2.5 Выбор зажимных элементов | 48 |
| Вывод по разделу..... | 50 |
| 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.... | 52 |
| 3.1 Потенциальные потребители детали «втулка»..... | 52 |
| 3.2 Стоимость материалов за вычетом возвратных отходов | 53 |
| 3.3 Количество потребляемой электроэнергии..... | 56 |
| 3.4 Полная зарплата основным рабочим..... | 57 |
| 3.5 Отчисления в страховые фонды..... | 59 |
| 3.6 Накладные расходы..... | 59 |

| | |
|---|----|
| 3.7 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими..... | 61 |
| Вывод по разделу..... | 62 |
| 4. Социальная ответственность..... | 64 |
| 4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности..... | 64 |
| 4.2 Производственная безопасность..... | 66 |
| 4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов..... | 68 |
| 4.4 Экологическая безопасность | 72 |
| 4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 72 |
| 4.6 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара..... | 73 |
| Вывод по разделу..... | 74 |
| Заключение..... | 75 |
| Список используемых источников..... | 76 |
| Приложения..... | 78 |

Введение

Усложнение системы передовых машин, подъем притязаний к их эксплуатационному качеству, конкурентность на рынке машиностроительной продукции настоятельно просят неизменного улучшения имеющих место быть и разработки способов изучения, использующих при подготовке высококвалифицированных специалистов.

Машиностроение – самая крупная отрасль промышленности, которая определяет уровень научно – технического прогресса в народном хозяйстве, так как осуществляет обеспечение всех отраслей различным оборудованием, приборами и другими средствами технического обеспечения, а население – предметами потребления.

Машиностроение подразделяется на три основные группы: трудоемкое, металлоемкое и наукоемкое, которые в свою очередь делятся на следующие отраслевые группы: тяжелое машиностроение, среднее машиностроение, общее машиностроение, точное машиностроение, производство металлических изделий и заготовок, ремонт машин и оборудования. Важнейшей задачей в данных отраслях является реализация достижений научно – технического прогресса, обеспечение комплексной механизации и автоматизации производства, снабжение народнохозяйственных отраслей новой техникой, удовлетворение требований населения в современных потребительских товарах.

Одной из главных задач в машиностроении является коренная реконструкция и опережающий рост таких отраслей как станкостроение, приборостроение, электротехническая и электронная промышленность, производство вычислительной техники, что позволит России набрать темпы для приближения к мировому уровню экономики. Среди основных направлений развития машиностроительного комплекса в условиях перехода к рыночным отношениям можно выделить:

- Приоритетное развитие наукоёмких отраслей, машиностроительного оборудования, автомобилестроения;
- Демонополизация (на данный момент доля монопольного производства в России составляет около 80%);
- Нарращивание новых технологических связей со странами ближнего и дальнего зарубежья;
- Оживление инвестиционной активности, государственной поддержки предприятий, ориентированных на производство продукции высоких технологий.

Цель данной работы – проектирование технологического процесса изготовления детали «Втулка». В данной работе будут рассматриваться следующие этапы: анализ технологичности конструкции, определение типа форм и методов организации работы, обоснование выбора заготовки, составление маршрута технологических операций, расчет припусков и допусков, и т.д.

Немаловажной частью проектирования будет являться подбор оборудования и разработка технологического процесса изготовления детали.

1 Технологическая часть

1.1 Исходные данные

Деталь «втулка» служит корпусом для основной сборочной единицы. Деталь «втулка» устанавливается в кронштейн гидроцилиндра наклона.

Деталь работает в нормальных условиях, защищена от попадания на нее пыли и грязи, хорошо смазывается, надежна и долговечна, не требует специальных мер по повышению надежности.

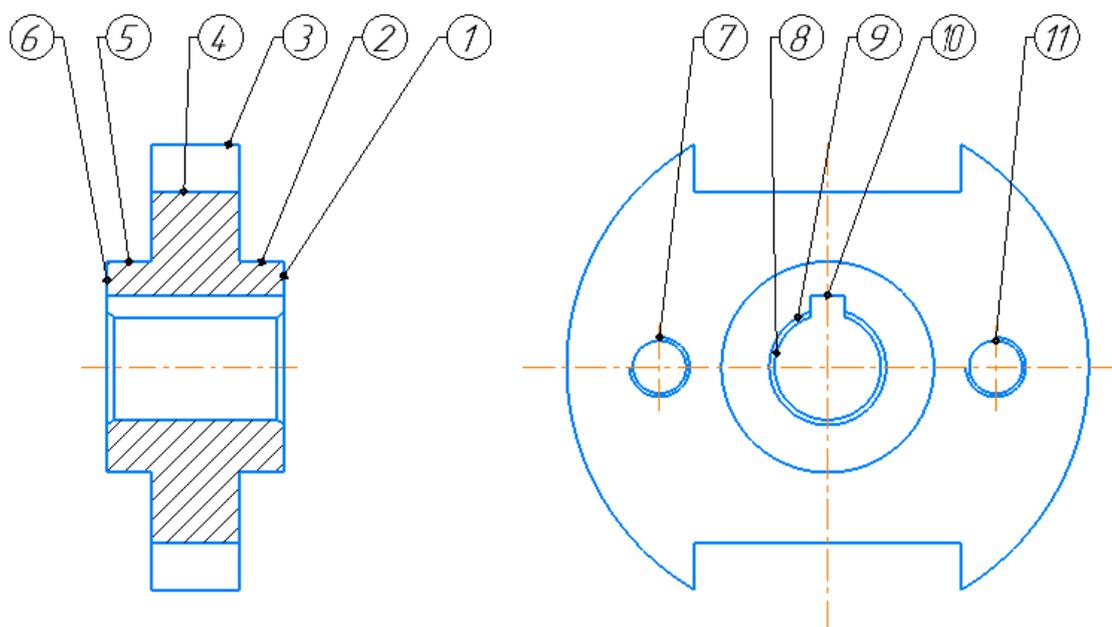


Рисунок 1.1 – Эскиз заданной детали

Перечислим и пронумеруем обрабатываемые поверхности детали:

- 1,6 – торцы детали;
- 2,5 – цилиндрическая поверхность $\varnothing 12\text{мм}$;
- 3 – цилиндрическая поверхность $\varnothing 29,5\text{мм}$;
- 4 – лыски шириной 15,1мм;
- 7,11 – резьбовые отверстия $\varnothing 3\text{мм}$;
- 8 – отверстие $\varnothing 40\text{мм}$;
- 9 – фаска $0,3 \times 45^\circ\text{мм}$;
- 10 – паз шириной 2 мм.

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение Ra 3,2. Неуказанные предельные отклонения размеров: охватывающих – по H14, охватываемых – по h14.

Материал: коррозионно-стойкая жаропрочная сталь 40X13 мартенситного класса используется для изготовления высокопрочных износостойких деталей, работающих в коррозионных средах или при температурах до 4500С – оси, втулки, пружины, корпуса, лопасти, цапфы, бандажи, турбин, рессоры, диски, иглы карбюраторов, крепеж, другие изделия. Стойкость к образованию окалины при длительном сроке эксплуатации до 6000С.

Содержание химического состава и механические свойства материала представлены в таблицах 1 и 2 по ГОСТ 5940-75:

Таблица 1.1 – Химический состав 40X13-б в процентном содержании:

| C, % | Mn, % | Si, % | Cr, % | S, % | P, % |
|-----------|--------|--------|---------|----------|---------|
| 0,36-0,45 | До 0,8 | До 0,8 | 12-14,0 | до 0,025 | до 0,03 |

Таблица 1.2- Механические свойства марки 40X13-б :

| σ_t , МПа | σ_B , МПа | δ , % | Ψ , % | НВ не более |
|------------------|------------------|--------------|------------|-------------|
| не менее | | | | 143-229 |
| - | 550 | 15 | - | |

Масса детали $m = 0,026$ кг.

На чертеже представлены все виды и разрезы, поясняющие конструкцию детали. Деталь не сложна по конструкции. Конструкция детали ясна. На чертеже имеются все размеры, необходимые для получения заготовки и обработки детали. Предельные отклонения соответствуют квалитетам и полям допусков ЕСКД. Шероховатость поверхностей указана. Допуски формы расположения поверхностей указаны в соответствии с действующими стандартами.

1.2 Определение типа производства

Исходные данные:

$N=100$ деталей,

$F_r = 4015$ ч.

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}},$$

Где t_B – такт выпуска детали, мин;

T_{cp} – среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин;

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_B = \frac{F_r}{N_r},$$

Где F_r – годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы $F_r = 4015$ ч.

Тогда:

$$t_B = \frac{4015}{100} = 40,15\text{ч},$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт-ки}}{n} = \frac{8,1}{5} = 1,62\text{мин};$$

Тогда коэффициент закрепления операции:

$$K_{з.о.} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{40,15}{1,62} = 24,78$$

По ГОСТ 3.1121–84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций $K_{з0}$: следующие значения:

- мелкосерийное производство – $20 < K_{з0} \leq 40$;
- серийное производство – $10 < K_{з0} \leq 20$;
- крупносерийное производство – $1 < K_{з0} \leq 10$;
- массовое производство – $K_{з0} = 1$.

Следовательно, тип производства - мелкосерийное.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт. Анализ технологичности ведется, как правило, в два шага: качественный и количественный анализ.

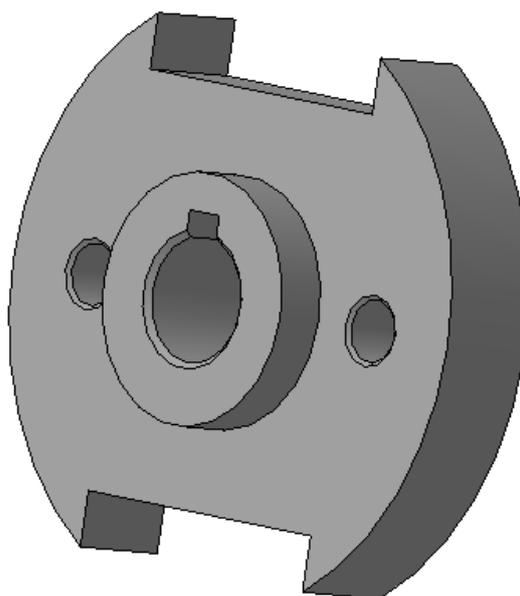


Рисунок 1.2 – Деталь «Втулка»

Деталь из себя представляет тело вращения со сквозными отверстиями и пазами. Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что на наружные поверхности назначены допуски нормальной точности. Присутствует ряд точных размеров: отверстие по 7 качеству точности $\varnothing 6H7(^{+0,012})$, шпоночный паз $2^{+0,015}$ мм; паз с линейным размером $15,1^{+0,05}$ мм, допуск расположения отверстия $\pm 0,04$ мм.

Для достижения требуемой точности потребуются инструменты повышенной точности (сверла, развёртки), оборудование (станки с ЧПУ) и инструменты контроля (калибры-пробки). Данная деталь подвергается термической обработки для получения твердости 26...31 HRC.

Положительные моменты технологичности конструкции: обработка детали по 14 качеству, кроме заданных отверстий и поверхностей; материал хорошо поддается механической обработке; деталь изготавливается за минимальное количество технологических операций. Отрицательными факторами является: точность некоторых размеров.

При обработке детали будут использоваться операции: термической обработки, точения, сверления, развертывания, прожигания.

Количественная оценка технологичности предполагает определение коэффициента точности обработки детали и коэффициента шероховатости.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{IT_{cp}}, \quad [1. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

$$IT_{cp} = \frac{\sum IT_i n_i}{\sum n_i}, \quad [1. \text{Табл.3.4, стр.98}]$$

Где IT_{cp} – средний квалитет точности обработки изделия,

IT_i – квалитет точности i -той поверхности,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого квалитета точности.

Таблица 1.3 - Данные для поиска коэффициента точности

| Квалитет точности, T_i | Количество поверхностей, n_i | $T_i * n_i$ |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|
| 14 | 6 | 84 |
| 6 | 2 | 12 |
| 7 | 1 | 7 |
| Σ | 9 | 103 |

$$IT_{cp} = \frac{103}{9} = 11,4$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{11,4} = 0,91$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ra_{cp}}$$

[1. Табл.3.4, стр.98]

$$Ra_{cp} = \frac{\sum R_{ai} n_i}{\sum n_i},$$

[1. Табл.3.4, стр.98]

где

R_{ai} – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 1.4 - Данные для поиска коэффициента шероховатости

| Параметр шероховатости мкм | R_{ai} | Количество поверхностей, n_i | $R_{ai} * n_i$ |
|----------------------------|----------|--------------------------------|----------------|
| 1,25 | | 1 | 1,25 |
| 3,2 | | 8 | 25,6 |
| Σ | | 9 | 26,85 |

$$Ra_{cp} = \frac{26,85}{9} = 2,98$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{2,98} = 0,7$$

Оба исследуемых коэффициента K_m и $K_{ш}$ по своим значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показал, что деталь технологична.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной

1.4 Выбор типового технологического процесса

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки.

Структура технологического процесса – это последовательность и количество операций, установов и переходов.

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса:

- вид обработки (конфигурация детали);
- выбор и подготовка технологических баз;
- точность детали (точность размеров, точность формы, точность расположения поверхностей).
- шероховатость;
- программа выпуска;
- термообработка;
- покрытие;
- вид контроля.

Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме:

Таблица 1.5 - Схема обработки поверхностей

| Тех. процесс 1-го приближения | Тех. процесс 2-го приближения | Тех. процесс 3-го приближения |
|--|---|--|
| Черновая обработка | Чистовая обработка | Отделочная обработка |
| $IT_{\text{черн.}}=0,74$ | $IT_{\text{чист.}}=0,12$ | $IT_{\text{отд.}}=0,03$ |
| | $\xi = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{чист.}} = 0,74 / 0,12 = 6,17$ | $\xi = IT_{\text{чист.}} / IT_{\text{отд.}} = 0,12 / 0,03 = 4$ |
| $\xi_{\Sigma} = IT_{\text{черн.}} / IT_{\text{дет.}} = 0,74 / 0,03 \approx 24,7$ | $\xi = \xi_{\text{черн}} * \xi_{\text{чист}} * \xi_{\text{отд}} = 6,17 * 4 \approx 24,68$ | |

Где ξ - уточнение, т.е. для получения поверхности $\varnothing 29,5$ ее необходимо обработать 3 раза.

Число этапов обработки (предварительной, промежуточных, окончательной) зависит не только от точности размеров, но и от уровня относительной геометрической точности формы и расположения поверхностей.

Точность различных параметров получается различными методами на станках.

Точность размеров получается по методу неполной взаимозаменяемости (метод регулирования или метод компенсации (пробных стружек)).

Точность формы и расположения, получается по методу полной взаимозаменяемости и зависит только от точности оборудования.

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуски цилиндричности, круглости, плоскостности заданы. Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки.

В конце маршрута выполняются и второстепенные операции (сверление малых отверстий, нарезание крепежной резьбы, снятие фасок, заусениц и т.д.).

На сверлильной операции базирование ведем по схеме: короткий цилиндр и плоскость.

В базовом технологическом процессе, изготовления детали "Втулка" существенным недостатком является большая доля ручного труда и применение низко-производительного оборудования с ручным управлением.

В таблице 1.6 приведен базовый технологический процесс по [5, с. 326].

На базе типового технологического процесса разработаем технологический процесс детали табл.1.7.

Таблица 1.6 - Базовый технологический процесс

| № операции | Содержание операции |
|------------|---------------------|
| 005 | Ленточно-отрезная |
| 010 | Токарная с ЧПУ |
| 020 | Фрезерная |
| 025 | Сверлильная |
| 035 | Слесарная |

1.5 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Для изготовления детали необходимо выбрать заготовку, характеризующуюся лучшим использованием материала и меньшей стоимостью.

Детали типа «Втулка» могут изготавливаться из проката или с использованием штампованной заготовки. Целесообразнее применить прокат.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по [2, с. 31]:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з.}}, \quad (1.6)$$

где, M -затраты на материал, р;

$\sum C_{\text{о.з.}}$ - технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{отх}}, \quad (1.7)$$

где, Q -масса заготовки, кг;

$S, S_{\text{отх}}$ - цена за 1 кг материала заготовки и цена 1 кг отходов соответственно, р;

q -масса детали, кг;

Выбираем заготовку сортовой круглый прокат нормальной точности по ГОСТу 21488-97 $\varnothing 30$ мм и длиной 12мм.

Масса заготовки из круглого проката $Q^{\text{пр}}$, кг определяем по формуле:

$$Q^{\text{пр}} = \rho \cdot V,$$

Где ρ = - плотность материала;

V – объем прутка, мм³ находим по формуле:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L,$$

Где R – радиус прутка, мм;

L – длина заготовки, мм.

Тогда,

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L = 3,14 \cdot 17^2 \cdot 12 = 12704 \text{ мм}^3 = 0,000013 \text{ м}^3$$

$$Q^{\text{пр}} = 0,000013 \cdot 7,68 \cdot 10^3 = 0,0998 \text{ кг}$$

Под отходами понимается не только разница между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, возникающий по причине не кратности длины заготовки длине прутка. Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590–2006 поставляется в прутках длиной до 2-6 м.

$$\sum C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot t_{\text{шт.к.}}}{60}, \quad (1.8)$$

где, $C_{\text{п.з.}}$ - приведенные затраты на рабочем месте, р/ч;

$$C_{\text{п.з.}} = C_{\text{ч.з.}}^{\text{б.у.}} \cdot k_{\text{м}}, \text{ р/ч}; \quad (1.9)$$

$$C_{\text{ч.з.}}^{\text{б.у.}} = 36,3 \text{ р/ч} - \text{для серийного производства по [2, с. 43]}$$

$$k_{\text{м}} = 1,2, \text{ по [4, с 119, табл.3.14]}$$

$t_{\text{шт.}}(t_{\text{шт.к.}})$ -штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Штучное или штучно-калькуляционное время $t_{\text{шт.}}(t_{\text{шт.к.}})$ рассчитывается по формуле шт., по [3, с. 22]:

$$t_{\text{шт.}}(t_{\text{шт.к.}}) = \frac{L_{\text{рез}} + y}{S_{\text{м}}} \varphi, \quad (1.10)$$

где, $L_{\text{рез}}$ - длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (может быть принята равной диаметру проката $L_{\text{рез}} = D$), мм;

y – величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой $y = 68$ мм);

$$S_{\text{м}} - \text{минутная подача при разрезании} (S_{\text{м}} = 80 \text{ мм/мин});$$

φ - коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном производстве ($\varphi = 1,84$ для мелкосерийного производства)

Тогда:

$$t_{\text{шт}}(t_{\text{шт.к.}}) = \frac{34+68}{80} 1,84 = 2,35 \text{ мин}$$

$$\sum C_{\text{о.з.}} = \frac{0,4 \cdot 2,35}{60 \cdot 60} = 0,26$$

$$S_{\text{заг1}} = \left(0,0998 \frac{120}{1000} - (0,0998 - 0,026) \frac{29,8}{1000} \right) + 0,26 = 270 \text{ руб}$$

Таким образом, заготовка, получаемая из проката, считается более экономичной.

1.6 Проектирование технологического процесса

Проектирование технологического процесса механической обработки начинается с изучения служебного назначения детали, технических требований к ней, норм точности и программы выпуска, анализа возможностей предприятия по выпуску данной детали.

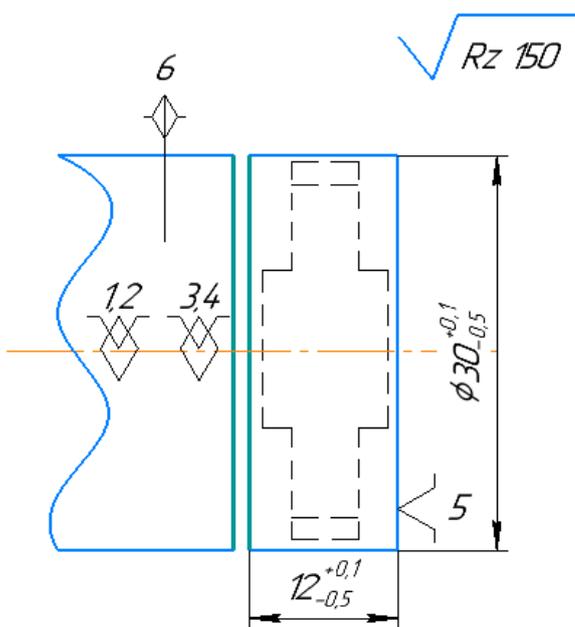
Задачей проектирования технологического процесса механической обработки является определение такой ее последовательности, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами. Технологический процесс должен обеспечивать заданные требования качества и объема выпуска. Соответствовать требуемой производительности, наименьшей себестоимости, безопасности и облегчению труда [1, с.174].

В начале проектирования технологического процесса предварительно устанавливаются виды обработки поверхностей и требования точности, заданные в требованиях к детали. В первую очередь обрабатываются поверхности, которые в дальнейшем будут служить технологическими базами при обработке.

Для отсеивания брака обработку начинают с тех поверхностей, на которых возможны дефекты. Дальнейший маршрут строится на обработке сначала грубых поверхностей, после чего проводят обработку более точных поверхностей. Наиболее легко повреждаемые поверхности обрабатываются в последнюю очередь [1, с.190].

1.6.1 Разработка маршрута обработки заготовки

Таблица 1.7 – Технологический процесс изготовления детали.

| № оп | Наименование операции Содержание операции | Операционный эскиз |
|------|---|---|
| 005 | <p style="text-align: center;"><u>Ленточно-отрезная</u></p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размеры</p> |  |

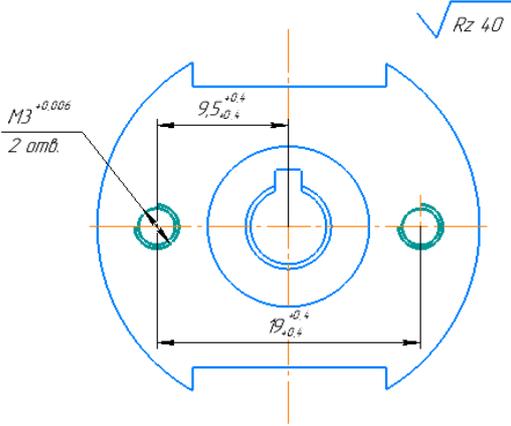
Продолжение таблицы 1.7

| | | |
|------------|---|---|
| <p>010</p> | <p><u>Токарная</u></p> <p>А. Установить заготовку</p> <p>1. Точить торец</p> <p>2. Проточить поверхность $\varnothing 12_{-0,43}$ мм, на длину $2,5_{-0,25}$ мм</p> <p>3. Проточить поверхность $\varnothing 29,5_{-0,52}$ мм, на длину $5_{-0,3}$ мм</p> | <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40}$</p> |
| | <p>Б. Переустановить заготовку</p> <p>4. Проточить поверхность $\varnothing 12_{-0,43}$ мм, на длину $2,5_{-0,25}$ мм</p> <p>5. Рассточить отверстие $\varnothing 6^{+0,012}$ мм, на длину $10_{-0,36}$ мм</p> <p>6. Снять фаски</p> | <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40\ (D)}$</p> |

Продолжение таблицы 1.7

| | | |
|------------|---|---|
| <p>015</p> | <p><u>Долбежная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Долбить шпоночный паз, выдерживая размеры</p> | <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40\ (D)}$</p> |
| <p>020</p> | <p><u>Фрезерная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Фрезеровать паз, выдерживая размеры</p> | <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40}$</p> |
| <p>025</p> | <p><u>Сверлильная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 3$ мм, выдерживая размеры</p> | <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40}$</p> |

Продолжение таблицы 1.7

| | | |
|-----|---|--|
| 030 | <p style="text-align: center;"><u>Резьбонарезная</u></p> <p>А. Установить и снять заготовку</p> <p>1. Нарезать резьбу М3 на 2 отверстия</p> |  |
| 035 | Термическая | |
| 040 | Слесарная | |
| 045 | Контрольная | |
| 050 | Моечная | |
| 055 | Гальваническая | |
| 060 | Контрольная | |

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован: выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

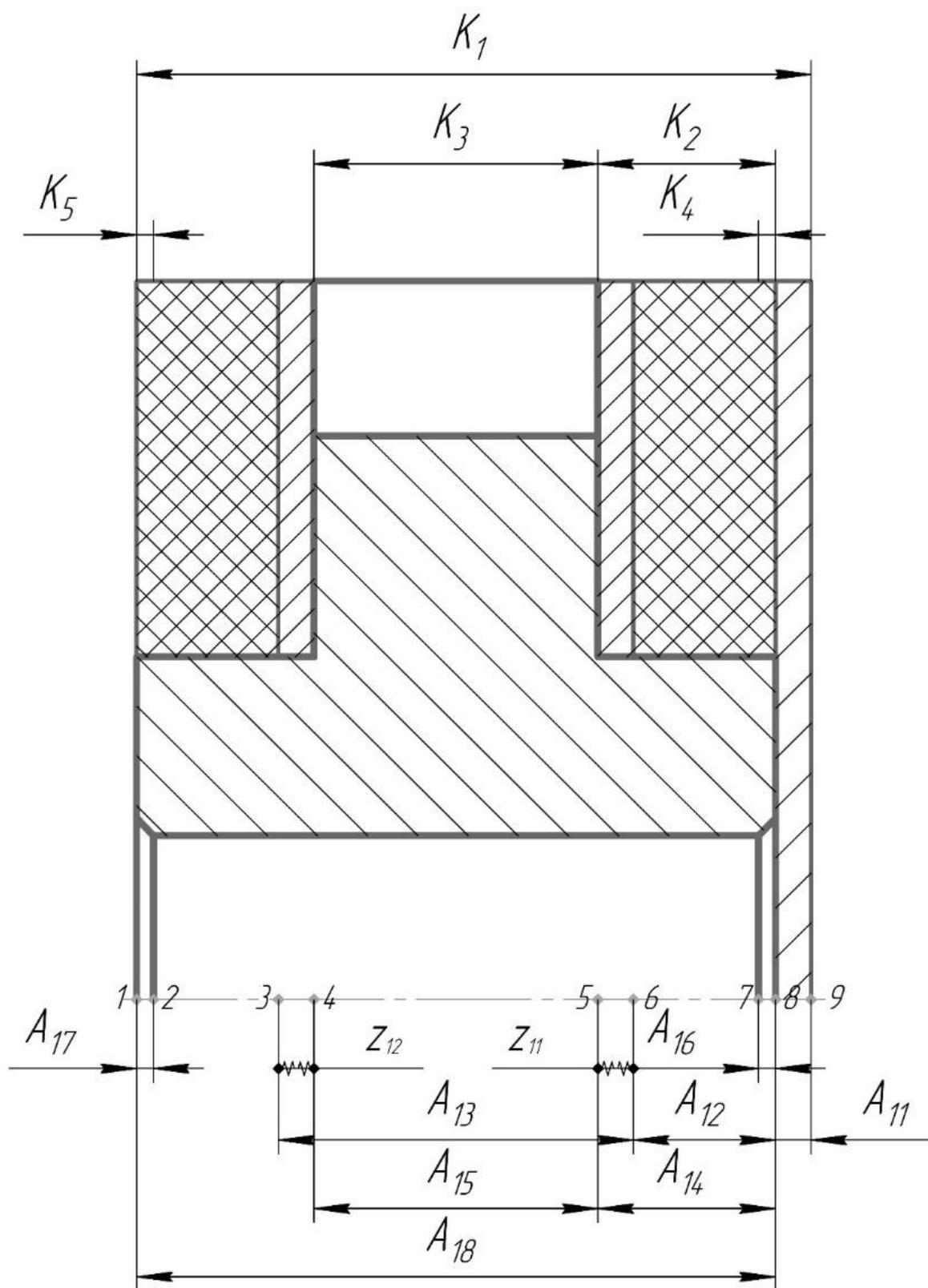


Рисунок 1.3 – Размерная схема (осевые размеры)

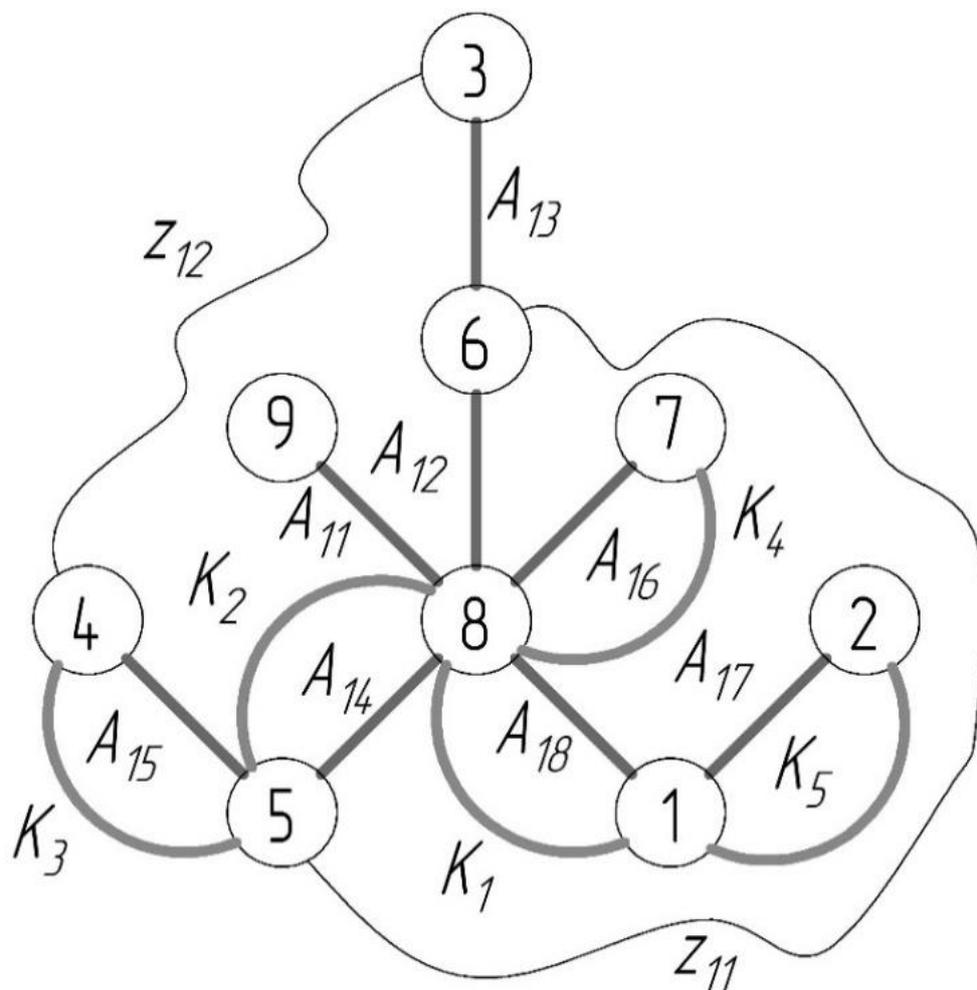


Рисунок 1.4 – Граф технологических размеров

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический.

При нормативном методе значения $Z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $Z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных и осевых припусков производим по формулам:

$$Z_{i \min}^D = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right); \quad (1.11)$$

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}; \quad (1.12)$$

где: Rz_{i-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;
 h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;
 ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;
 ε_{i-1} – погрешность установки и закрепления, мкм.

Суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности определяется по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2}; \quad (1.13)$$

$$\rho_{\phi} = D\Delta K; \quad (1.14)$$

$$\rho_p = L\Delta K; \quad (1.15)$$

где: D – диаметр заготовки, мм;

L – длина заготовки, мм.

ΔK – кривизна профиля сортового проката.

Кривизна профиля $\Delta K = 0,5$. Тогда пространственное отклонение равно:

$$\rho_{\phi} = 32 \cdot 0,5 = 16 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 22 \cdot 0,5 = 11 \text{ мкм};$$

$$\rho = \sqrt{16^2 + 11^2} = 19 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки и закрепления определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2}; \quad (1.16)$$

$$\varepsilon_1 = 32 \text{ мкм};$$

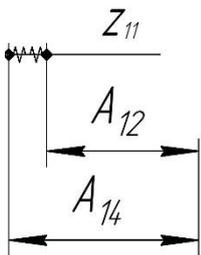
$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{TD^2 + 1} = 0,25\sqrt{1^2 + 1} = 0,35 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{32^2 + 0,35^2} = 30 \text{ мкм}.$$

где: ε_1 – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

ε_2 – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Таблица 1.8 – Таблица припусков

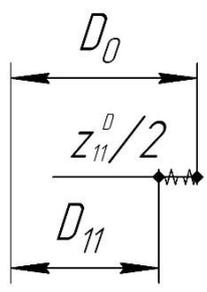
| Осевые минимальные припуски, мкм | | | | | |
|---|---------------------------------------|-----|--|---------------|------------|
| Z | Rz | h | ρ | ε | Z_{\min} |
| A_{11} | 80 | 100 | 19 | 30 | 229 |
| Z_{11} | 20 | 30 | 0,05 | - | 50,5 |
| Z_{12} | 20 | 30 | 0,05 | - | 50,5 |
| Расчет осевых технологических размеров | | | | | |
| A_{11} | $A_{11} = Z_{\min} = 0,3 \text{ мм}.$ | | | | |
|  | | | $A_{14}^c = A_{14} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{14}^c = 2,5 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 2,5 \text{ мм};$ $Z_{11\min} = 0,05 \text{ мм};$ $TA_{12} = 0,08 \text{ мм}; \quad TA_{14} = 0,25 \text{ мм};$ $Z_{11}^c = Z_{11\min} + \frac{TA_{12} + TA_{14}}{2};$ $Z_{11}^c = 0,05 + \frac{0,08 + 0,25}{2} = 0,215 \text{ мм}.$ $A_{12}^c = A_{14}^c - Z_{11}^c;$ $A_{12}^c = 2,5 - 0,215 = 2,285 \text{ мм};$ $A_{12} = 2,285 \text{ мм}.$ | | |

Продолжение таблицы 1.8

| | | | | | | |
|--|---|-----|--------|---------------|----------------|--|
| | $Z_{12}^c = Z_{12\min} + \sum_{i=1}^{n+p} TA_i / 2;$ $Z_{12\min} = 0,05 \text{ мм};$ $TA_{12} = 0,08 \text{ мм}; \quad TA_{13} = 0,08 \text{ мм};$ $TA_{14} = 0,25 \text{ мм}; \quad TA_{15} = 0,3 \text{ мм};$ $Z_{12}^c = 0,05 + \frac{2 \cdot 0,08 + 0,3 + 0,25}{2};$ $Z_{12}^c = 0,405 \text{ мм};$ $A_{13}^c = A_{15}^c + A_{14}^c + Z_{12}^c - A_{12}^c;$ $A_{13}^c = 4,85 + 2,5 + 0,405 - 2,285;$ $A_{13}^c = 5,47 \text{ мм};$ $A_{13} = A_{13}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{13} = 5,47 - \frac{0 - 0,08}{2} = 5,51 \text{ мм}.$ | | | | | |
| Диаметральные минимальные припуски, мкм | | | | | | |
| Z^D | Rz | h | ρ | ε | $2Z_{\min}^D$ | |
| Z_{11}^D | 80 | 100 | 19 | 30 | $2 \cdot 229$ | |
| Z_{12}^D | 20 | 30 | 0,05 | - | $2 \cdot 50,5$ | |
| Z_{13}^D | 20 | 30 | 0,05 | - | $2 \cdot 50,5$ | |

| Расчет диаметральных технологических размеров | |
|--|---|
| | $D_{12} = D_{13} + Z_{12}^D;$ $Z_{12}^D = 0,1 \text{ мм};$ $D_{13}^c = D_{13} + \frac{ES + EI}{2} = 12 + \frac{0 - 0,43}{2}$ $= 11,785 \text{ мм};$ $TD_{12} = 0,13 \text{ мм}; \quad TD_{13} = 0,43 \text{ мм};$ $Z_{12}^{cD} = Z_{12}^D + \frac{TD_{12} + TD_{13}}{2};$ $Z_{12}^{cD} = 0,1 + \frac{0,13 + 0,43}{2} = 0,38 \text{ мм};$ $D_{12}^c = D_{13}^c + Z_{12}^{cD} = 11,785 + 0,38$ $= 12,165 \text{ мм};$ $D_{12} = D_{12}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $D_{12} = 12,165 - \frac{0 - 0,43}{2} = 12,23 \text{ мм}.$ |
| | $D_{11} = D_{14} + Z_{13}^D;$ $Z_{13}^D = 0,1 \text{ мм};$ $D_{14}^c = D_{14} + \frac{ES + EI}{2};$ $D_{14}^c = 29,5 + \frac{0 - 0,52}{2} = 29,24 \text{ мм};$ $TD_{11} = 0,88 \text{ мм}; \quad TD_{14} = 0,52 \text{ мм};$ $Z_{13}^{cD} = Z_{13}^D + \frac{TD_{11} + TD_{14}}{2};$ $Z_{13}^{cD} = 0,1 + \frac{0,88 + 0,52}{2} = 0,8 \text{ мм};$ $D_{11}^c = D_{14}^c + Z_{13}^{cD} = 29,24 + 0,8 = 30,04 \text{ мм};$ $D_{11} = D_{11}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $D_{11} = 30,04 - \frac{0 - 0,88}{2} = 30,48 \text{ мм}.$ |

Продолжение таблицы 1.8

| | |
|---|---|
|  | $D_0 = D_{11} + Z_{11}^D;$ $Z_{11}^D = 0,45 \text{ мм};$ $D_{11}^c = 30,04 \text{ мм};$ $TD_{11} = 0,88 \text{ мм}; \quad TD_0 = 1 \text{ мм};$ $Z_{11}^{cD} = Z_{11\text{min}}^D + \frac{TD_0 + TD_{11}}{2};$ $Z_{11}^{cD} = 0,45 + \frac{1 + 0,88}{2} = 1,4 \text{ мм};$ $D_0^c = D_{11}^c + Z_{11}^{cD} = 30,04 + 1,4 = 31,44 \text{ мм};$ $D_0 = D_0^c - \frac{ES + EI}{2};$ $D_0 = 31,44 - \frac{0,3 - 0,7}{2} = 31,6 \text{ мм}.$ |
|---|---|

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор средств технологического оснащения зависит в большей степени от габаритов заготовки и точности обработки. Также следует выбирать оборудование с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В том случае, когда стандартного оснащения недостаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Ленточно-отрезная операция 005

Выбираем абразивно-отрезной станок 8230

Таблица 1.9 - Технические характеристики 8230:

| | |
|---|----------------|
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки | 35мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 5100 об/мин |
| Мощность станка | 7,5 кВт |
| Габариты станка | 1370×1160×1980 |

В качестве технологической оснастки выбираем тиски

Токарная операция с ЧПУ 010

Выбираем токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф1

Таблица 1.10 - Технические характеристики 16К20Ф1:

| | |
|---|----------------|
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки | 400 мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 1600 об/мин |
| Мощность станка | 11 кВт |
| Габариты станка | 2795×1190×1500 |

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

Операция долбежная 015

Выбираем станок долбежный станок 7А420

Таблица 1.11 - Технические характеристики 7А420:

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Наибольший ход долбяка | 20...200мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 1600 об/мин |
| Диаметр стола | 500 мм |
| Мощность станка | 2,8 кВт |
| Габариты станка | 2300×1270×2175 |

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

Операция Фрезерная 020

Выбираем станок фрезерный ВМ-130

Таблица 1.12 - Технические характеристики ВМ-130:

| | |
|-------------------------------------|----------------|
| Размеры рабочей поверхности стола | 250×630 мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 2000 об/мин |
| Мощность станка | 2,2 кВт |
| Габариты станка | 1400×1000×1720 |

В качестве оснастки выбираем поворотный стол

Вертикально-сверлильная операция 025

Выбираем настольный сверлильный станок с вариатором 2А112.

Таблица 1.13 - Технические характеристики 2А112:

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Наибольший диаметр сверления | 12 мм |
| Ширина рабочей поверхности стола | 250 мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 4500 об/мин |
| Мощность станка | 0,55 кВт |
| Габариты станка | 700×300×800 |

В качестве оснастки выбираем специальное приспособление.

Резьбонарезная операция 030

Выбираем настольный сверлильный станок 2А112

Таблица 1.14 - Технические характеристики 2А112:

| | |
|-------------------------------------|-------------|
| Наибольший диаметр сверления | 12 мм |
| Ширина рабочей поверхности стола | 250 мм |
| Пределы скоростей вращения шпинделя | 4000 об/мин |
| Мощность станка | 0,5 кВт |
| Габариты станка | 700×300×800 |

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Заготовительная 005:

Обрабатываемый материал 40Х, $\varnothing 30_{-0,5}^{+0,1}$ мм:

Инструмент: ленточная пила ГОСТ 53924-2010 (Все коэффициенты взяты по [4, с. 261 – 303]):

Скорость резания берем по таблице:

$$V = 12 \text{ м/мин};$$

$$s_m = 50 \text{ мм/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 12}{3,14 \cdot 30} = 127 \text{ об/мин};$$

Токарная с ЧПУ 010:

Подрезка торца (расчет по таблице)

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V K_V}{T^m t^x s^y}; \quad (1.17)$$

где C_V, m, x, y – коэффициенты;

K_V – общий поправочный коэффициент.

Общий поправочный коэффициент определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} K_{пV} K_{иV};$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{пV}$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{иV}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Таблица 1.15 по [4, с. 261 – 303]

| Т30К4 | C_V | x | y | m | K_{MV} | $K_{пV}$ | $K_{иV}$ |
|-------|-------|------|-----|-----|----------|----------|----------|
| | 350 | 0,15 | 0,2 | 0,2 | 1,27 | 0,8 | 1 |

Тогда:

$$V = 275 \text{ м/мин};$$

$$n = \frac{1000V}{3,14D} = 2737 \text{ об/мин.}$$

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p; \quad (1.18)$$

где K_p – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp};$$

Таблица 1.16 по [4, с. 261 – 303]

| Т30К4 | K_{mp} | $K_{\varphi p}$ | $K_{\gamma p}$ | $K_{\lambda p}$ | K_{rp} | C_p | x | y | n |
|-------|----------|-----------------|----------------|-----------------|----------|-------|-----|------|-------|
| | 0,89 | 1 | 1,1 | 1 | 1 | 300 | 1 | 0,75 | -0,15 |

Тогда тангенциальная составляющая силы резания равна:

$$K_p = 0,99;$$

$$P_z = 192 \text{ Н.}$$

Радиальная составляющая силы резания:

$$P_x = 10C_p t^x s^y v^n K_p; \quad (1.19)$$

где K_p – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp};$$

Таблица 1.17 по [4, с. 261 – 303]

| Т30К4 | K_{mp} | $K_{\varphi p}$ | $K_{\gamma p}$ | $K_{\lambda p}$ | K_{rp} | C_p | x | y | n |
|-------|----------|-----------------|----------------|-----------------|----------|-------|-----|-----|------|
| | 0,89 | 1 | 1,4 | 1 | 1 | 243 | 0,9 | 0,6 | -0,3 |

Тогда радиальная составляющая силы резания равна:

$$K_p = 1,26;$$

$$P_x = 116 \text{ Н.}$$

Осевая составляющая силы резания:

$$P_y = 10C_p t^x s^y v^n K_p; \quad (1.20)$$

где K_p – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp};$$

Таблица 1.18 по [4, с. 261 – 303]

| Т30К4 | K_{mp} | $K_{\varphi p}$ | $K_{\gamma p}$ | $K_{\lambda p}$ | K_{rp} | C_p | x | y | n |
|-------|----------|-----------------|----------------|-----------------|----------|-------|-----|-----|------|
| | 0,89 | 1 | 1,4 | 1 | 1 | 339 | 1 | 0,5 | -0,4 |

Тогда осевая составляющая силы резания равна:

$$K_p = 1,26;$$

$$P_y = 101 \text{ Н.}$$

Мощность резания равна:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт.}$$

Сверление отверстия $\varnothing 5,8$ мм:

Материал инструмента – Р6М5.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^{m_{sy}}} K_V; \quad (1.21)$$

где $C_V = 7$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла, принятый в соответствии [4]:

$T = 25$ м – период стойкости инструмента;

$s = 0,1$ мм/об – подача.

$q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – показатели степени.

$K_V = 0,9$ – общий поправочный коэффициент.

Скорость резания равна:

$$V = 38 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов вращения шпинделя равно:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = 2087 \text{ об/мин.}$$

Сила резания определяется по формуле:

$$P_z = 10C_p D^q s^y K_p; \quad (1.22)$$

где $C_p = 68$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла, принятый в соответствии с табл. 38 [2];

$q = 1$; $y = 0,7$ – показатели степени, принятые по табл. 38 [2];

$K_p = 1,2$ – общий поправочный коэффициент.

Сила резания равна:

$$P_z = 10 \cdot 68 \cdot 5,8^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,2 = 944 \text{ Н.}$$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M = 10C_M D^q s^y K_p; \quad (1.23)$$

где $C_p = 0,0345$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла, принятый в соответствии с табл. 38 [2];

$q = 2$; $y = 0,8$ – показатели степени, принятые по табл. 38 [2];

$K_p = 1,2$ – общий поправочный коэффициент.

Крутящий момент равен:

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 5,8^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,2 = 2,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Мощность равна:

$$N = \frac{Mn}{9750} = \frac{2,2 \cdot 2087}{9750} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Долбежная 015:

Материал инструмента - P18 (Все коэффициенты взято по [4, с. 261 – 303])

Глубина резания принимаем равной ширине паза $t = 2$ мм.

Рекомендуемая подача $S = 0,28 - 0,36$ мм/дв. ход.

По паспорту принимаем $S = 0,36$ мм/дв. ход.

Скорость резания при долблении:

$$V = \frac{C_V}{T^{m_{sy}}} K_V \cdot K_{yV}; \quad (1.24)$$

где C_V - постоянный коэффициент = 23,7;

T - стойкость инструмента, принимаем = 60 мин;

t - глубина резания, = 2 мм;

s - подача, = 0,36 мм/об;

- показатели степени, $y = 0,66$; $m = 0,25$;

$K_V=2$ -поправочный коэффициент (коэффициент, учитывающий качество материала инструмента – P18);

$K_{yV} = 0,6$ - коэффициент, учитывающий ударную нагрузку.

Тогда:

$$V = \frac{23,7}{60^{0,25} \cdot 0,36^{0,66}} 2 \cdot 0,6 = 16,7 \text{ м/мин}$$

Частота двойных ходов определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi L} = \frac{1000 \cdot 16,7}{3,14 \cdot 10} = 532 \text{ дв. ход./мин.}$$

Расчёт главной составляющей силы резания ведётся по формуле:

$$P_z = 10C_p t^x s^y v^n K_p; \quad (1.25)$$

где $C_p = 247$ - постоянный коэффициент,

x, y - показатели степени;

K_p -поправочный коэффициент;

Тогда:

$$P_z = 10 \cdot 247 \cdot 0,02 \cdot 0,0036 \cdot 16,7 \cdot 0,91 = 2,7 \text{ кН}$$

Мощность резания рассчитаем по формуле:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{2700 \cdot 16,7}{1020 \cdot 60} = 0,74 \text{ кВт.}$$

1.9 Нормирование технологического процесса

Основное время t – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t = \frac{Li}{Sn}; \quad (1.26)$$

где: L – расчетная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l_{\text{Д}} + l_{\text{ВР}} + l_{\text{П}} + l_{\text{С}}; \quad (1.27)$$

где: $l_{\text{Д}}$ – длина детали в направлении подачи, мм;

$l_{\text{ВР}}$ – длина врезания инструмента, мм;

$l_{\text{П}}$ – длина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{С}}$ – длина сбегания инструмента, мм;

Величины подвода и сбегания для токарной и сверлильной принимаем равной 1...2 мм, для заготовительной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_{\text{ВР}} = \frac{t}{\text{tg}\varphi}; \quad (1.28)$$

где: t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане, град.

Токарная с ЧПУ 010:

Подрезание торца:

$$l_{\text{Д}} = \frac{32}{2} = 16 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 1,5 \text{ мм};$$

$$L = 16 + 0,5 + 1,5 + 1,5 = 19,5 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,2 \cdot 2652 = 530,4 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{19,5}{530,4} = 0,04 \text{ мин.}$$

Наружное точение:

Черновое точение:

$$l_{\text{Д}_1} = 13 \text{ мм}; \quad l_{\text{ВР}_1} = \frac{0,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}_1} = l_{\text{С}_1} = 1 \text{ мм};$$

$$l_{Д_1} = 17,5 \text{ мм}; \quad l_{ВР_1} = \frac{2,5}{\text{tg}90} = 0,5 \text{ мм}; \quad l_{П_1} = l_{С_1} = 1 \text{ мм};$$

$$L_1 = 13 + 0,5 + 1 + 1 = 15,5 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$L_2 = 17,5 + 2,5 + 1 + 1 = 22 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,18 \cdot 1618 = 291 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{15,5 + 2 \cdot 22}{291} = 0,2 \text{ мин.}$$

Чистовое точение:

$$l_{Д_1} = 13 \text{ мм}; \quad l_{ВР_1} = \frac{0,1}{\text{tg}90} = 0,1 \text{ мм}; \quad l_{П_1} = l_{С_1} = 1 \text{ мм};$$

$$l_{Д_1} = 17,5 \text{ мм}; \quad l_{ВР_1} = \frac{0,1}{\text{tg}90} = 0,1 \text{ мм}; \quad l_{П_1} = l_{С_1} = 1 \text{ мм};$$

$$L_1 = 13 + 0,1 + 1 + 1 = 15,1 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$L_2 = 17,5 + 0,1 + 1 + 1 = 19,6 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,15 \cdot 2157 = 324 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{15,1 + 2 \cdot 19,6}{324} = 0,17 \text{ мин.}$$

Снятие фасок:

$$l_{Д} = 0,3 \text{ мм}; \quad l_{П} = 0,3 \text{ мм};$$

$$L = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,52 \cdot 2652 = 530 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{0,6 \cdot 2}{530} = 0,01 \text{ мин.}$$

Сверление и развертывание:

Сверление по центру:

$$l_{Д} = 13 \text{ мм}; \quad l_{ВР} = \frac{2,9}{\text{tg}60} = 1,7 \text{ мм}; \quad l_{П} = l_{С} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 13 + 1,7 + 2 + 2 = 18,7 \text{ мм}; \quad i = 1;$$

$$S = 0,05 \cdot 4115 = 206 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{18,7}{206} = 0,09 \text{ мин.}$$

Развертывание по центру:

$$l_{\text{д}} = 13 \text{ мм}; \quad l_{\text{вп}} = \frac{2,995}{\text{tg}60} = 1,7 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 13 + 1,7 + 2 + 2 = 18,7 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,03 \cdot 5303 = 159 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{18,7 \cdot 2}{159} = 0,24 \text{ мин.}$$

Сверление под резьбу:

$$l_{\text{д}} = 5 \text{ мм}; \quad l_{\text{вп}} = \frac{1,25}{\text{tg}60} = 0,7 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 5 + 0,7 + 2 + 2 = 9,7 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,03 \cdot 2970 = 89 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{9,7 \cdot 2}{89} = 0,22 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы:

$$l_{\text{д}} = 5 \text{ мм}; \quad l_{\text{вп}} = \frac{1,5}{\text{tg}60} = 0,9 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$L = 5 + 0,9 + 2 + 2 = 9,9 \text{ мм}; \quad i = 2;$$

$$S = 0,5 \cdot 150 = 75 \text{ мм/мин};$$

$$t = \frac{9,9 \cdot 2}{75} = 0,26 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время $t_{\text{в}}$ для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{з}} + t_{\text{изм}}; \quad (1.29)$$

где, $t_{\text{уст}}$ -время на установку и снятие детали;

$t_{\text{з}}$ -время на закрепление детали;

$t_{\text{изм}}$ -время измерения детали.

Расчет оперативного времени находим по формуле:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}, \quad (1.30)$$

Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}}, \quad (1.31)$$

Расчет времени на отдых

$$t_{\text{отд}} = \beta \cdot t_{\text{оп}}, \quad (1.31)$$

Расчет штучного времени

$$t_{\text{шт}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{отд}}, \quad (1.32)$$

Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.к.}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N}, \quad (1.33)$$

Где N -объем партии деталей.

$t_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, [5]

Результаты расчетов сводим в таблицу 1.19.

Таблица 1.19 - Нормирование технологического процесса

| Номер и наименование операции | Основное время t , мин | Вспомогательное время $t_{\text{в}}$, мин | Подготовительно-заключительное $t_{\text{пз}}$, мин | Штучно-калькуляционное время $t_{\text{шт-к}}$, мин |
|-------------------------------|--------------------------|--|--|--|
| Заготовительная | 1,5 | 0,4 | 3,5 | 3,25 |
| Токарная (установ А) | 0,42 | 0,68 | 11,3 | 2,97 |
| Токарная (установ Б) | 0,46 | 0,68 | 11,3 | 3,1 |
| Долбежная | 0,14 | 1,48 | 10,5 | 3,08 |
| Фрезерная | 0,25 | 1,2 | 8 | 1,6 |
| Сверлильная | 0,22 | 0,7 | 7,5 | 1,49 |
| Резьбонарезная | 0,26 | 0,7 | 7,5 | 1,52 |

Вывод по разделу

В ходе выполнения технологической части ВКР проведен анализ технологичности детали. Определен тип производства. Составлен технологический маршрут изготовления детали, размерный анализ, граф технологических размеров. Выбраны оборудование и оснастка. Рассчитаны режимы резания.

2 Конструкторская часть

2.1 Проектирование станочного приспособления

Решение задач, поставленных перед машиностроением, неразрывно связано с необходимостью как совершенствования имеющейся, так и с проектированием и внедрением новой, прогрессивной технологической оснастки, в том числе приспособлений.

При проектировании станочных приспособлений среди множества различных задач, которые приходится решать технологу и конструктору, наиболее важными являются установка и закрепление детали в приспособлении, и выбор привода приспособления.

Схему приспособления можно представить в следующем виде:



Рисунок 2.1 - Схема приспособления.

Исходя из трудности установки детали, выполняется разработка приспособления для фрезерной операции.

В предоставленном разделе работы рассматривается приспособление для операции 020, найдены силы закрепления и проведен расчет узлов приспособления. Проведен анализ технологичности и собираемости узла, разработана технология сборки совместно со схемой сборки.

2.2 Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования была выбрана фрезерная операция

Техническое задание на проектирование специального станочного приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Техническое задание для проектирования специального приспособления

| Раздел | Содержание раздела |
|--|--|
| Наименование и область применения | Зажимное устройство для фрезерования паза прямоугольной формы и обработки отверстий на фрезерном станке с ВМ-130 |
| Основание для обработки | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Втулка» |
| Цель и назначение обработки | Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки. |
| Технические (тактико-технические) требования | Тип производства – среднесерийный. Программа выпуска – 100 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели ВМ-130 |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация. |

2.3 Описание работы приспособления

Делая упор на технические заключения и начальные данные, приступим к проектированию станочного приспособления.

Целью данного раздела считается создание работоспособности в изготовлении и отвечающему всем притязаниям систем конструкции приспособления.

Для выполнения принципиальной схемы и сборки приспособления, надо квалифицировать сравнительно каких плоскостей детали будет происходить ее закрепление на станке.

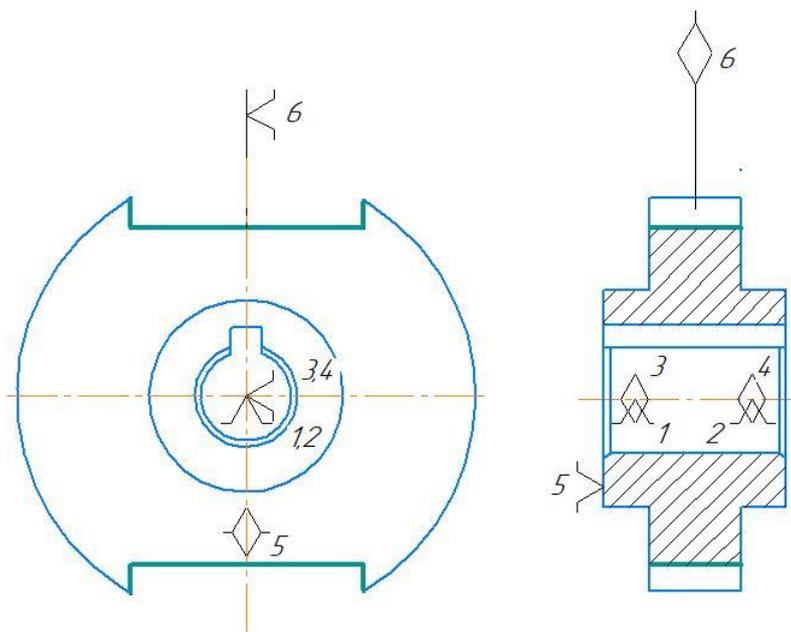


Рисунок 2.2 - Деталь с указанием мест приложенных усилий

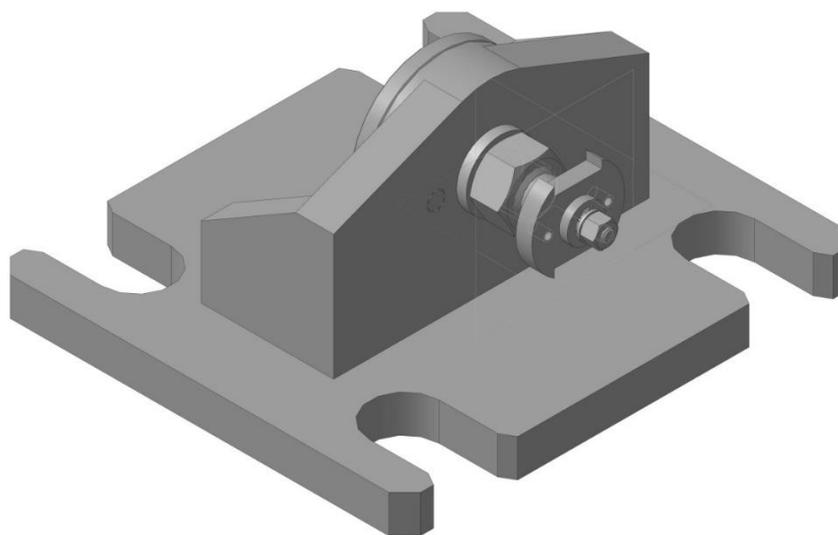


Рисунок 2.3 - специальное станочное приспособление для фрезерной операции

Данное приспособление крепится к столу металлообрабатывающего оборудования через 4 паза, при помощи установочных болтов.

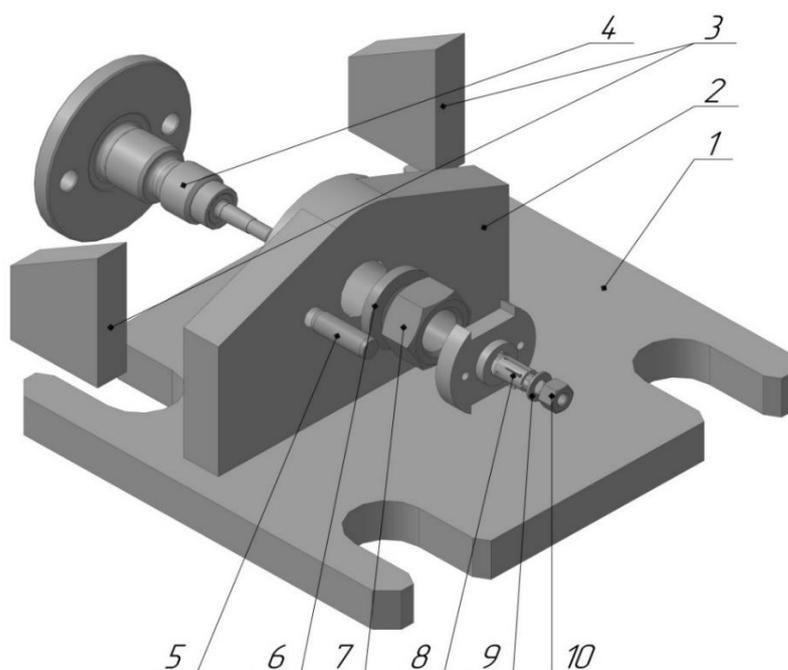


Рисунок 2.4 – специальное станочное приспособление для фрезерной операции в разборе.

Составим технологическую карту сборки фрезерного приспособления, маршрут технологического процесса сборки праведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сборка приспособления

| Номер операции | Название | Содержание |
|----------------|---------------------|---|
| 005 | СБ1 | К установочной пластине 1, привариваем пластину 2, под углом 90°. Усиливаем ребрами жесткости 3. Привариваем к двум пластинам 1 и 2. (после сварки необходимо обработать сопрягаемые поверхности, просверлить отверстие под базирующий штифт 5) |
| 010 | СБ2 | Установить штифт 5 в СБ1 |
| 015 | СБ3 | Ось 4 вставляется в СБ2, прикручивается гайкой 7, необходимо предварительно одеть шайбу 6 |
| 020 | СБ4 | Цанга 8 одевается на ось 4. Фиксируется гайкой 10, необходимо предварительно одеть шайбу 9. |
| 025 | Установка на станок | Установить СБ4 на стол фрезерного станка ВМ-130. Закрепить болтами для Т-образных пазов. (Спецификация представлена в прил. А) |

Приспособление обеспечивает базирование детали по внутреннему диаметру втулки, не давая возможности проворота. Для фрезерования второго паза длиной 15,1мм необходимо ослабить гайку 7, повернуть ось на 180° (необходимо совместить отверстие со штифтом), закрутить гайку, с необходимым моментом, обработать второй паз.

Приспособление универсально и подходит для многих типов вертикально-фрезерных станков. К достоинствам такого зажимного устройства относится, простота эксплуатации, небольшая стоимость, ремонтпригодность и простота конструкции

Узлы и комплектующие к зажимному устройству взяты из источника [7, с.146], [8, с.51–54], [9, с.117].

2.4 Расчет приспособления на точность

Проведем расчет зажимного приспособления на точность. Чтобы определить точность приспособления для выдерживаемого на операции позиционного допуска, необходимо суммировать все погрешности, влияющие на точность. Распределение большинства погрешностей, составляющих суммарную, подчиняется закону нормального распределения и поэтому при расчетах можно воспользоваться уравнением:

$$E_{\text{пр}} = \left[T - K_T \cdot \left[(K_{T1} \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + (K_{T2} \cdot W)^2 \right]^{0,5} \right] \quad (2.1)$$

Где T -допуск соосности, $T=30\text{мкм}$;

K_T - коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $K_T = 1,2$;

K_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $K_{T1} = 0,6$;

K_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $K_{T2}= 0,7$;

W – экономическая точность обработки;

ε_6 – погрешность базирования заготовки в приспособлении;

ε_3 – погрешность за крепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима;

ε_y – погрешность установки приспособления на станке;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность от перекоса инструмента.

Погрешность базирования в данном случае возникает за счет установки приспособления. Наибольший зазор между пальцем и отверстием:

$$S_{max} = \delta_A + \delta_B + S_{min}, \quad (2.2)$$

Где δ_A – допуск на отверстие, $\delta_A = 43$ мкм;

δ_B – допуск на диаметр пальца, $\delta_B = 21$ мкм;

S_{min} – минимальный зазор, $S_{min} = 12$ мкм;

$S_{max} = 43 + 21 + 12 = 76$ мкм.

Погрешность базирования:

$$\varepsilon_6 = 30 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{S_{max}}{L} \right) = \frac{0,076}{444} = 51 \text{ мкм.}$$

Для рассматриваемого случая $\varepsilon_6 = 6$, т.к. силы закрепления действуют перпендикулярно и вдоль оси y , установочной плоскости;

$$\varepsilon_{п} = 12 \text{ мкм;}$$

Экономическая точность $W = 30$ мкм;

$$E_{пр} = [30 - 1,2 \cdot [(0,6 \cdot 51)^2 + 0,3^2 + (0,7 \cdot 30)^2]^{0,5}] = 4 \text{ мкм.}$$

2.5 Выбор зажимных элементов

По схеме приспособления (рис 2.5) составим уравнение относительно оси X .

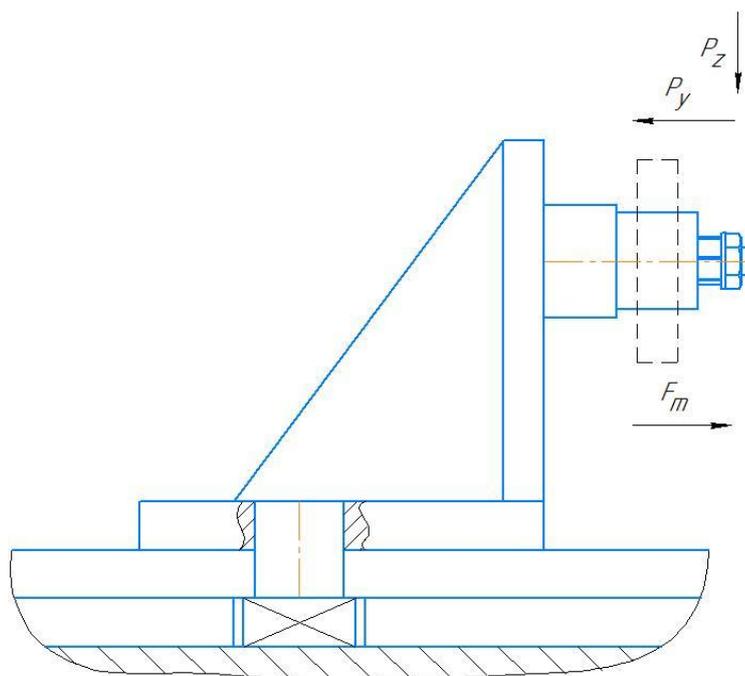


Рисунок 2.5 – Схема приспособления

$$\sum F_x = 0; \quad \sum F_y = 0; \quad P_{zy} - F_{тр} = 0;$$

Где P_{zy} – сила резания, при черновом фрезеровании плоскости, $P_{zy} = 42\text{Н}$;

$F_{тр}$ – сила трения шайбы о заготовку, $F_{тр} = Qk_{тр}$.

Где Q – сила действия шайбы о заготовку.

$k_{тр} = 1,6$ – коэффициент трения стали;

$93 = Q \cdot 0,16$, отсюда $Q = 582\text{Н}$.

Расчет силового привода.

В качестве силового привода в данном зажимном приспособлении используем, болт, который должен развивать соответствующую силу.

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{P_{\text{б}}}{\sigma}} = 1,2 \cdot 2,5 = 3\text{мм}.$$

где C – коэффициент для основной метрической резьбы, $C = 1,2$;

$P_{\text{б}}$ – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

σ – напряжение растяжения для болтов из стали 40Х с учетом износа резьбы 100 МПа.

Принимаем болт М10.

Рассчитаем момент, который необходимо развить на болте для получения за данной силы закрепления.

$$M = \tau_{\text{ср}} \cdot P_{\text{б}} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + M_{\text{тр}}, \quad (2.3)$$

Где $\tau_{\text{ср}}$ – средний радиус резьбы, $\tau_{\text{ср}} = 0,45d = 0,45 \cdot 10 = 4,5 \text{ мм}$;

α – угол подъема резьбы, для М10 $\alpha = 4$;

β – угол трения в резьбе, $\beta = 10,30$;

$M_{\text{тр}}$ – момент трения на опорном торце болта.

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f P_{\text{б}} \frac{D_{\text{н}}^3 - d_{\text{в}}^3}{D_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2}, \quad (2.4)$$

Где $D_{\text{н}}$ – номинальный диаметр болта, $D_{\text{н}} = 1,7d$;

$d_{\text{в}}$ – диаметр вершины резьбы, $d_{\text{в}} = d$

f – коэффициент трения, $f = 0,12$.

После всех преобразований и подстановок формула для момента примет вид:

$$M = 0,2d \cdot P_{\text{б}} = 0,02 \cdot 16 \cdot 582 = 186,24 \text{ Нм.}$$

Вывод по разделу

В ходе выполнения конструкторской части ВКР было спроектировано станочное приспособление для фрезерной операции. Объяснен принцип работы приспособления. Выбраны зажимные элементы. Произведен расчет на точность.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

| | |
|---------------|-------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-8Л52 | Яковлев Павел Андреевич |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------|
| Школа | ИШНПТ | Отделение (НОЦ) | |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|--|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Стоимость ресурсов научно-технической работы (НТР): материально-технических, финансовых и человеческих |
| 2. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов и отчислений</i> | Используемая система налогообложения, ставки налогов и отчислений |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала</i> | Потенциальные потребители результатов |
| 2. <i>Расчет себестоимости проектируемого проекта</i> | Расчет затрат на техническое проектирование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная) - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы |
| 3. <i>Анализ потенциальных рисков</i> | Разработка мер по управлению рисками |

Перечень графического материала: (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|--------------------------|------------------------|---------|------------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Креницына Зоя Васильевна | К.т.н., доцент | | 16.03.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------|---------|------------|
| 3-8Л52 | Яковлев Павел Андреевич | | 16.03.2020 |

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выполнения данного раздела является расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса детали типа «Втулка». Расчет проведен по данным и методике АО НПЦ «Полюс».

Проектирование и изготовление требует привлечения финансовых затрат и трудовых ресурсов, которые должны быть экономически оправданы. Это значит, что экономический эффект от внедрения технологического приспособления и оборудования на предприятии должен оправдывать затраты на создание и внедрение на предприятии.

Для поставленной цели необходимо найти следующие экономические показатели:

- Затраты на материалы, руб;
- Возвратные отходы, руб;
- Количество потребляемой электроэнергии, руб/шт;
- Полная зарплата работникам, задействованных на рассматриваемой технологии, руб;
- Отчисления в страховые фонды, %;
- Накладные расходы, руб.

3.1 Потенциальные потребители детали «втулка»

Втулка - плоское или прямоугольное кольцо с равномерно расположенными отверстиями для болтов и шпилек, служащие для прочного и герметичного соединения труб, трубопроводной арматуры, присоединения их друг к другу, к машинам, аппаратам и ёмкостям, для соединения валов и других вращающихся деталей (фланцевое соединение). Втулки используют попарно (комплект). Исполнение втулок регламентирует ГОСТ 12815-80, и оно зависит от рабочего давления, на которое рассчитывается втулка.

Втулки различаются по типам: плоские, воротниковые фланцы, на свободном кольце, фланцы сосудов и аппаратов.

Втулки изготавливаются по нормативным документам: плоские втулки - ГОСТ 12820-80; воротниковые втулки - ГОСТ 12821-80, свободные втулки на приварном кольце - ГОСТ 12822-80.

Применение втулок в подшипниках скольжения сокращает расход дорогостоящего и обычно дефицитного антифрикционного материала (оловянистые бронзы и баббиты), а также упрощает ремонт, сводя его к замене изношенной втулки новой. Поверхности детали выполняется по 14 качеству. После обработки деталь подвергают контролю.

Втулки находят применение во всех отраслях промышленности, таких как: автомобилестроение, станкостроение, нефтяная и газовая отрасль, энергетическая сфера и многих других.

Потенциальным потребителем детали «Втулка» являются машиностроительные предприятия.

Ключевым умением в финансовом менеджменте является умение рационально и эффективно использовать доступные ресурсы и является важнейшей частью ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

3.2 Стоимость материалов за вычетом возвратных отходов

В качестве заготовки применяется прокат - круг калиброванный горячекатанный (исходные данные берутся по ГОСТ 2590–2006).

В качестве заготовки применяется прокат - круг калиброванный горячекатанный (исходные данные берутся по ГОСТ 2590–2006).

Исходные данные:

Материал заготовки: сталь 40Х; $\rho_{40X}=7820 \cdot 10^{-7}$ кг/мм³

Масса 1м прутка: $m_0=31,96$ кг;

Площадь поперечного сечения: $40,72$ см²

Масса заготовки: $m_{заг}=0,098$ кг;

Длина 1 заготовки: 14 мм.

Прейскурант материала за 1 т. материала, данные по нормативам за 2020 год:

Базовая стоимость 1 т заготовок: $C_M=30000$ р.;

Цена 1 т отходов: $C_{отх}=6000$ р;

Расчёт программы с учетом неизбежных потерь (Q) производится по формуле:

$$Q = Q_{\text{вып}} \left(1 + \frac{\alpha_{\text{пл}}}{100}\right) = 100 \left(1 + \frac{10}{100}\right) = 110 \text{ шт/год,}$$

$Q_{\text{вып}}$ -программа выпуска, ($Q_{\text{вып}}=100$), шт;

$\alpha_{\text{пл}}$ -технологически неизбежных потерь, %.

Произведем расчеты длины прутка, и их количества:

Габаритный размер заготовки 14 мм, в 1 метре прутка, входит 71 деталь, и остается остаток равный 8мм:

$1000:14 = 71,4$ заготовки, принимаем 71 заготовок;

следовательно $1000-(24,8 \cdot 40) = 6$ мм

Так как, прокат изготовляют длиной от 2 до 6м – из высоколегированной стали.

При покупке проката-прутка на $\varnothing 30$ мм и длиной 2м, мы получим:

$2000:14=142,9$ заготовки, принимаем 110 заготовок и оставшееся отнесем к остаткам;

Следовательно, $2000-(14 \cdot 110) = 460$ мм,

$l_{\text{пр}} = 2$ м, $l_{\text{ост}} = 460$ мм;

$l_{\text{пр}}$ – длина прутка, $l_{\text{ост}}$ – остаток прутка;

Следовательно, необходимое взять 1пруток длиной 2м, и оставшуюся часть вернуть посредством вычета возвратных отходов.

Расчет стоимости материала:

Расходы на материалы, найдем из произведения цены за 1 кг, на количество требуемого материала:

$$Z_M = C_M \cdot G_H$$

где, C_M – стоимость материала, т/кг.

G_H - норма расхода материала, кг, найденного по формуле:

$$G_H = m_0 \cdot n \cdot l_{\text{пр}};$$

где, m_0 -масса 1 м прутка, м;

$l_{\text{пр}}$ -длина, используемого прутка, м;

n -количество, используемых прутков, шт;

$$Z_M = \frac{30000}{1000} \cdot 31,96 \cdot 2 \cdot 1 = 1976,6 \text{ руб}$$

Стоимость возвратных отходов:

$$Z_{\text{отх}} = C_{\text{отх}} \cdot G_{\text{отх}}$$

$C_{\text{отх}}$ - цена 1 т. отходов, руб;

$G_{\text{отх}}$ -норма отходов материала, кг, найденного по формуле:

$$G_{\text{отх}} = m_{\text{отх}} \cdot n$$

n - количество, остатков от прутков, шт;

В отходы ($m_{\text{отх}}$) включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за некратности длины заготовки длине прутка:

$$m_{\text{отх}} = (m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}})N + m_{\text{ост}};$$

$$m_{\text{ост}} = m_0 \cdot l_{\text{ост}} \cdot n = 31,96 \cdot 0,46 \cdot 1 = 14,7 \text{ кг}$$

$l_{\text{ост}}$ – длина остатка от прутка, мм; S_0 -площадь поперечного сечения, мм²

N - количество,

n - количество, остатков от прутков, шт;

$$Z_{\text{отх}} = \frac{6000}{1000} \cdot ((0,098 - 0,026) \cdot 110 + 14,7) = 135,7 \text{ руб},$$

Следовательно, расходы на материалы за вычетом возвратных отходов

($Z_{M \text{ полн}}$) будет:

$$Z_{M \text{ полн}} = Z_M - Z_{\text{отх}} = 1976,6 - 135,7 = 1840,9 \text{ руб}$$

3.3 Количество потребляемой электроэнергии

Для того чтобы нормально, бесперебойно работать, каждое предприятие должно своевременно получать необходимые ему материалы, топливо, энергию в том составе и объеме, которые нужны для ведения процесса производства. Эти материальные и энергетические ресурсы должны быть рационально использованы, чтобы увеличить выпуск продукции при том же количестве выделенных материалов, топлива, электроэнергии и снизить ее себестоимость.

$$\mathcal{E} = \frac{N_i \cdot t_{шт-к i} \cdot k_z \cdot k_c}{60\eta} \cdot \mathcal{C}_э$$

где, N_i - мощность действующих электроустановок на i -той операции, кВт;

$Q = 510$ -программа выпуска с учетом брака, шт;

$t_{шт-к i}$ - штучно-калькуляционное время работы оборудования за i -тую операцию, мин;

k_z, k_c -коэффициент загрузки оборудования по времени и коэффициент, учитывающий потери в сети, соответственно ($k_z = 0,6-0,7$; $k_c = 1,05$);

η -коэффициент полезного действия станка;

$\mathcal{C}_э$ -цена за 1 кВт×ч, руб ($\mathcal{C}_э = 5,15$ руб);

В проектируемом технологическом процессе детали, отсутствует самая длительная операция шлифования, и в два раза уменьшается норма работы токарной операции с ЧПУ.

$$T = \frac{\sum t_{шт-к i}}{\sum m} \cdot Q = \frac{3,25+2,97+3,1+3,08+1,6+1,49+1,52}{7} \cdot 110 = 267,3 \text{ мин (4,46ч)};$$

T -трудоемкость, необходимая на выполнение существующего технологического процесса изготовления детали, ч;

$\sum m$ -сумма операции, шт;

Анализ расходов по электрической энергии, затрачиваемого станком на i -той операции предприятия № 1 за 2020 г представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Анализ расходов по электрической энергии

| № оп | Модель станка | η | Мощность N, кВт | $t_{шт-к}$, мин | Затраты на электроэнергию, руб/деталь |
|-------------|---------------|--------|-----------------|------------------|---------------------------------------|
| 1 | 8230 | 0,91 | 7,5 | 3,25 | 1,69 |
| 2 | 16K20Ф1 | 0,95 | 9,8 | 2,97 | 1,93 |
| 3 | 16K20Ф1 | 0,95 | 9,8 | 3,1 | 2,02 |
| 4 | 7A420 | 0,93 | 3,0 | 3,08 | 0,63 |
| 5 | BM-130 | 0,94 | 2,2 | 1,6 | 0,24 |
| 6 | 2A112 | 0,97 | 0,55 | 1,49 | 0,06 |
| 7 | 2A112 | 0,97 | 0,55 | 1,52 | 0,05 |
| Итого (ΣЭ): | | | | 17,01 | 6,62 |

Расчет используемой электроэнергии на партию деталей:

$$\Sigma \text{Э} \cdot N = 6,62 \cdot 110 = 728,2 \text{руб}$$

3.4 Полная зарплата основным рабочим

Заработная плата непосредственно участвующих в выполнении работ по разработке технологического процесса изготовления детали «Втулка» (включая премии, доплаты), включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

где $Z_{\text{осн}}$, $Z_{\text{доп}}$ - основная заработная плата и дополнительная заработная плата.

($Z_{\text{доп}} = 14\% \cdot Z_{\text{осн}}$), соответственно, руб;

Полная заработная плата рассчитана по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{тар}} \cdot k_{\text{пр}} \cdot k_{\text{д}} \cdot k_{\text{р}} \cdot Q_{\text{зап}}$$

$$Z_{\text{тар}} = t_{\text{шт-к}} \cdot C_{\text{час}}$$

где, $Z_{\text{тар}}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ - премиальный коэффициент ($k_{\text{пр}} = 1,4$);

$k_{\text{д}}$ - коэффициент доплат и надбавок ($k_{\text{д}} = 1,14$);

$k_{\text{р}}$ - районный коэффициент ($k_{\text{р}} = 1,3$).

Операции технологического процесса изготовления детали «Втулка», с указанием штучно-калькуляционного времени (ТШ-К), разряда работы, стоимости работы (в соответствии с тарифной сеткой завода) представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Тарифные ставки работников.

| № Оп. | Наименование операции | Разряд раб. | С _{час} , руб | Деталь | | | |
|------------------------------|--------------------------|----------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | | | | t _{шт-к} , мин | Z _{осн} , руб | Z _{доп} , руб | Z _{полн} , руб |
| 1 | Ленточно-отрезная | 3 | 114,7 | 3,25 | 12,88 | 1,8 | 14,68 |
| 2 | Токарная с ЧПУ | 4 | 126,5 | 2,97 | 12,98 | 1,82 | 14,8 |
| 3 | Токарная с ЧПУ | 4 | 126,5 | 3,1 | 13,56 | 1,9 | 15,46 |
| 4 | Долбежная | 3 | 121,5 | 3,08 | 12,95 | 1,81 | 14,76 |
| 5 | Фрезерная | 4 | 125,4 | 1,6 | 6,93 | 0,97 | 7,9 |
| 6 | Сверлильная | 3 | 118,4 | 1,49 | 6,1 | 0,85 | 6,95 |
| 7 | Резьбонарезная | 3 | 118,4 | 1,52 | 6,2 | 0,87 | 7,07 |
| Итого (ΣZ _{полн}): | | | | | | | 81,62 |

Расчет заработной платы на партию деталей ($Q_{\text{вып}}=100$):

$$\Sigma Z_{\text{полн}} = 81,62 \cdot 100 = 8\,162 \text{ руб.}$$

Решение об объеме годового фонда рабочего времени на 2020 год принимается Правительством РФ и визуализируется в виде производственного календаря.

Объем смен в часах принят на прежнем уровне:

8 часов - при 40-часовой неделе;

Исходя из этого, складывается следующий фонд рабочего времени на 2020-й: Рабочих дней по производственному календарю - 224. Нерабочих - 142. В их число вошли праздники и календарные выходные.

В перерасчете на часы получается 136 рабочих часов для сорокачасовой недели.

3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина обязательных отчислений по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников определена исходя из следующей формулы:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$

где, $K_{\text{соц}}$ – коэффициент единого социального налога, ($K_{\text{соц}} = 31,5\%$)

$$C_{\text{соц}} = 8\,162 \cdot 31,5\% = 2\,571,1 \text{ руб};$$

3.6 Накладные расходы

Прямые затраты ($C_{\text{п}}$) составят:

$$C_{\text{п}} = Z_{\text{м}} + Z_{\text{з}} + Z_{\text{соц}} + Э$$

$$C_{\text{п}} = 1\,840,9 + 8\,162 + 2\,571,1 + 728,2 = 13\,302,2 \text{ руб};$$

Общепроизводственные расходы ($C_{\text{пр}}$).

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов. Общепроизводственные расходы составляют 300% от основной заработной платы. Сюда входят затраты на заработную плату вспомогательного персонала и прочие:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{осн}} \cdot 300\%$$

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{осн}} \cdot 300\% = 8\,162 \cdot 300\% = 24\,468 \text{ руб};$$

Производственная себестоимость ($C_{\text{о.пр}}$) включает в себя прямые затраты, общепроизводственные расходы затраты на электроэнергию для i -го ТП:

$$C_{\text{о.пр.}} = C_{\text{п}} + C_{\text{пр}}$$

$$C_{\text{о.пр.1}} = C_{\text{п1}} + C_{\text{пр.1}} = 13\,302,2 + 24\,468 = 37\,778,2 \text{ руб};$$

Общехозяйственные расходы ($C_{\text{о.х}}$) составляют 200% от основной зарплаты:

$$C_{\text{о.х.}} = Z_{\text{осн}} \cdot 200\%$$

$$C_{o.x.1} = 8\,162 \cdot 200\% = 16\,324 \text{ руб.};$$

Полная себестоимость ($C_{\text{полн}}$):

$$C_{\text{полн}} = C_{o.pr} + C_{o.x}$$

$$C_{\text{полн } 1} = C_{o.pr1} + C_{o.x1} = 37\,778,2 + 16\,324 = 54\,102,2 \text{ руб.};$$

Следовательно, полная себестоимость на единицу изделия ($C_{\text{изд}}$) будет равна:

$$C_{\text{изд}} = C_{\text{полн}} : Q_{\text{вып}}$$

$$C_{\text{изд } 1} = C_{\text{полн}} : Q_{\text{вып}} = 54\,102,2 : 100 = 541 \text{ руб.};$$

Рыночная цена одной детали ($C_{\text{рын}}$):

$$C_{\text{рын}} = 600 \text{ руб.};$$

Себестоимость технологического процесса представлена в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Технологическая себестоимость (руб)

| № | Наименование статей расходов | Q _{вып} =100шт | Пояснения |
|----|--|-------------------------|---|
| 1 | Затраты на материалы за вычетом возвратных отходов, руб; | 1840,9 | |
| 2 | Количество потребляемой электроэнергии | 728,2 | |
| 3 | Полная зарплата основным рабочим | 8 162 | |
| 4 | Отчисления в страховые фонды | 2 571,1 | |
| 5 | Прямые затраты | 13 302,2 | |
| 6 | Общепроизводств. затраты | 24 468 | |
| 7 | Общая производственная себестоимость | 37 778,2 | 200% от переменных затрат |
| 8 | Общехозяйственн. расходы | 16 324 | 120–150% от переменных затрат |
| 9 | Полная себестоимость партии | 54 102,2 | |
| 10 | Полная себестоимость изделия | 541 | |
| 11 | Коммерческие расходы | 3 777,8 | 5–10% от производственной себестоимости |
| 13 | Планируемая трансфертная цена | 700 | |
| 14 | Балансовая прибыль | 15 900 | (за партию) |

Продолжение таблицы 3.3

| | | | |
|----|--------------------------|------|----------------------|
| 15 | Чистая прибыль | 4000 | 20% налог на прибыль |
| 16 | Рентабельность продукции | 159 | |

3.7 Анализ потенциальных рисков и разработка мер по управлению ими

На пути реализации проекта могут возникнуть разного рода риски, представляющие опасность того, что поставленные цели проекта могут быть не достигнуты полностью или частично. Полностью избежать риска практически невозможно, но снизить их угрозу руководитель способен, уменьшая действие неблагоприятных факторов. Необходимо в этом разделе составить перечень простых рисков, а также мероприятия по их снижению.

На данный момент единой классификации проектных рисков предприятия не существует. Однако можно выделить следующие основные риски, присущие практически всем проектам:

- маркетинговый риск,
- риск несоблюдения графика проекта,
- риск превышения бюджета проекта, а также
- общеэкономические риски.

Результатом качественного анализа рисков является описание неопределенностей, присущих проекту, причин, которые их вызывают, и, как результат, рисков проекта.

Таблица 3.4 – Классификация рисков

| Виды рисков | Меры по ограничению последствий рисков |
|---|--|
| Появление альтернативного продукта Снижение платежеспособности потребителей Изменения законодательства Непредвиденные обстоятельства (аварии, стихийные бедствия, политическая нестабильность) Рост цен на ресурсы Небрежность и недобросовестность работников Нарушение технологии или освоение новой технологии | Изучение изменений в российском законодательстве Расширение состава поставщиков Создание резерва для покрытия непредвиденных расходов Систематическое изучение конъюнктуры рынка Обучение персонала работе на новом технологическом оборудовании Определение мер воздействия к неисполнительным работникам Активные маркетинговые действия |

Вывод по разделу

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был определен расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса детали типа «Втулка». Расчет проведен по данным и методике, принятой в АО НПЦ «Полюс».

Кроме этого, была рассчитана калькуляция технологических процессов, которая включает материальные затраты, затраты по основной и дополнительной заработной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|---------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-8Л52 | Яковлеву Павлу Андреевичу |

| | | | |
|----------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------|
| Школа | ИШНПТ | Отделение (НОЦ) | Материаловедение |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | 15.03.01 Машиностроение |

Тема ВКР:

| | |
|--|---|
| Разработка технологического процесса изготовления детали «втулка» | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения | Объектом исследования является производственный технологический процесс изготовления детали типа «втулка». Деталь «втулка» применяется в кронштейне гидроцилиндра наклона. |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | -Рабочие места должны соответствовать техническим требованиям и нормам. ГОСТ 12.0.003-2015, СП 52.13330.2016, СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 |
| 2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия | Отклонение показателей микроклимата; Опасность и вредность воздействия газовых компонентов; повышенный уровень шума на рабочих местах; недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека. Движущиеся машины и механизмы. |
| 3. Экологическая безопасность: | Источники загрязнения гидросферы: использованная смазочно – охлаждающая жидкость для механической обработки деталей. Ликвидация отходов стружки путем переплава в ротационных наклоняющихся печах. |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Типичная ЧС на производстве: пожар. Предприятие обеспечено: огнетушителями, датчиками дыма, сигнальными системами оповещения пожара. |

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент, ООД | Белоенко Елена Владимировна | к.т.н. | | 16.03.2020 |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 3-8Л52 | Яковлев Павел Андреевич | | 16.03.2020 |

4 Социальная ответственность

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно Трудовому Кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных Трудовым Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

Организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ «Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», определяются общие эргономические положения при работе стоя, такие как:

– рабочее место для выполнения работ стоя организуют при физической работе средней тяжести и тяжелой, а также при технологически обусловленной величине рабочей зоны, превышающей ее параметры при работе сидя. Категория работ по ГОСТ12.1.005-88;

– конструкция, взаимное расположение элементов рабочего места (органы управления, средства отображения информации и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы;

– рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.

Также в данном ГОСТе указаны общие характеристики рабочего места, требования к размещению органов управления и средств отображения информации.

Согласно ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ «Оборудование производственное. Общие эргономические требования», существует ряд общих положений, которые предъявляются к системе «человек – машина – среда», таких как:

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливать его соответствие антропометрическим, физиологическим, психофизиологическим и психологическим свойствам человека и обусловленным этими свойствами гигиеническим требованиям с целью сохранения здоровья человека и достижения высокой эффективности труда;

– эргономические требования к производственному оборудованию должны устанавливаться к тем его элементам, которые сопряжены с человеком при выполнении им трудовых действий в процессе эксплуатации, монтажа, ремонта, транспортирования и хранения производственного оборудования;

4.2. Производственная безопасность

Для выбора опасных факторов на производстве, где изготавливается деталь «втулка» используем ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Проанализировав всевозможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 4.1.

Таблица 4.1. Опасные и вредные производственные факторы.
Классификация. ГОСТ 12.0.003-2015

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Этапы работ | | | Нормативные документы |
|--|-------------|--------------|--------------|--|
| | Разработка | Изготовление | Эксплуатация | |
| 1.Отклонение показателей микроклимата | + | + | + | Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГОСТ12.1.005-88 [14] |
| 2. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей | | + | + | Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.3532-18 [14] |
| 3.Превышение уровня шума на рабочих местах | | + | + | Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 [12] и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. [12] |
| 4.Недостаточная освещенность рабочей зоны | + | + | + | Нормы освещенности по СП 52.13330.2016 [14] для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки ОТК. |
| 5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | | + | + | Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление ГОСТ 12.1.030-81. [14] |
| 6.Движущиеся машины и механизмы | | + | + | Знаки безопасности ГОСТ 12.4.026-76 [13] |

Далее более подробно изучим выявленные вредные и опасные факторы. Рассмотрим каждый фактор на предмет источника возникновения фактора и характера природы фактора. Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

4.3. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата

Длительное воздействие высокой температуры при повышенной влажности может привести к гипертермии, или накоплению теплоты и перегреву организма, а пониженные показатели температуры, особенно при повышенной влажности воздуха, могут быть причиной гипотермии, или переохлаждения.

Недостаточная влажность, в свою очередь, может негативно отражаться на организме, становясь причиной пересыхания и растрескивания кожи и слизистой, а также последующего заражения болезнетворными микроорганизмами.

Основные виды работ, выполняемые рабочими на каждый переход изготовления детали «втулка», по степени физической тяжести, относятся к категории средних работ. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений, в соответствии с периодом года и категорией работ, согласно СанПиН 2.2.4.548-96 предоставлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата

| Период года | Категория работ по уровню энергозатрат, Вт | Температура воздуха, С | Температура поверхн., С | Относ. влажность воздуха, % | Скорость движ. воздуха, м/с |
|-------------|--|------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Холодный | Категория II б (233...290) | 17-19 | 16-20 | 40-60 | 0,2 |
| Теплый | Категория II б (233...290) | 19-21 | 18-22 | 40-60 | 0,2 |

В помещении должны быть предусмотрены система отопления, функционирующая в зимнее время, которая обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха и система вентилирования и кондиционирования в летнее время.

Превышение уровней шума

Источником возникновения данного фактора является все станочное оборудование. Фактор будет возникать при обработке детали «втулка». Данный фактор относится к природе физического характера. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ.

Специфическое воздействие шума (действие на слуховой анализатор). Длительное воздействие шума (выше 80 дБ) на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Неспецифическое воздействие шума. Шум воздействует не только на орган слуха. Через волокна слуховых нервов раздражение шумом передается в центральную и вегетативную нервную системы, а через них воздействует на внутренние органы, приводя к значительным изменениям в функциональном состоянии организма, влияет на психическое состояние человека, вызывая чувство беспокойства и раздражения.

В качестве мер ликвидации данного фактора будут использованы беруши. Т.к. на производстве не предполагается использование подъемных механизмов и механизмов, которые используют предупреждающие звуки.

Недостаточная освещенность

Хорошее освещение действует тонизирующее, создаёт хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов нервной высшей деятельности. Улучшение освещённости способствует улучшению работоспособности даже в тех случаях, когда процесс труда практически не зависит от зрительного восприятия.

Работая при освещении плохого качества или низких уровней, люди могут ощущать усталость глаз и переутомление, что приводит к снижению работоспособности. В ряде случаев это может привести к головным болям. Причинами во многих случаях являются слишком низкие уровни освещенности, слепящее действие источников света и соотношение яркостей, которое недостаточно хорошо сбалансировано на рабочих местах.

В производственных помещениях, в случаях преимущественной работы с деталями «втулка», допускается применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения деталей, инструментов и тд.).

Освещенность на рабочих поверхностях столов в зоне размещения детали согласно ГОСТ Р 55710-2013 должна быть 300лк с коэффициентом пульсации освещенности не более 20%.

Электрический ток

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и

опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Цех, где изготавливается деталь «втулка» относится к категории помещений с повышенной опасностью, т.к. в помещении имеются токопроводящие пола, повышенная влажность и т.д. Оборудование должно подключаться к сети, которая имеет защитное заземление.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает тепловое (ожоги, нагрев сосудов), механическое (разрыв тканей, сосудов при судорожных сокращениях мышц), химическое (электролиз крови), биологическое (раздражение и возбуждение живой ткани) или комбинированное воздействие.

Основными средствами и способами защиты от поражения электрическим током являются: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения; защитное заземление, зануление или отключение; вывешивание предупреждающих надписей; контроль за состоянием изоляции электрических установок.

Термическая опасность

Источником данного фактора может возникнуть горячий инструмент, заготовка, поверхности оборудования, используемые в ходе изготовления детали «втулка». Характер фактора – физический.

Термические опасности могут приводить к:

- ожогам и ошпариванию из-за соприкосновения с предметами или материалами, имеющими чрезвычайно высокую или низкую температуру, вызванную, например, пламенем или взрывом, а также излучением источников тепла;
- ущербу здоровью из-за воздействия высокой или низкой температуры окружающей производственной среды.

Работники, связанные с термической обработкой заготовки (детали) «втулка» должны иметь при себе средства индивидуальной защиты: специальные защитные очки, индивидуальные средства защиты органов дыхания, перчатки, прихваты, прижимы и др. Данные средства защиты подойдут и для защиты от механических повреждений, таких как, острые кромки, шероховатость поверхностей заготовки и др.

4.4 Экологическая безопасность

В результате изготовления детали «втулка» по технологическому процессу рассмотренному в данной работе, были выявлены источники загрязнения гидросферы – использованная смазочно-охлаждающая жидкость для обработки детали.

Приготовление жидкости состоит в смешении масла с водой и эмульгатором. Все масляные эмульсии обладают большой устойчивостью. При обычном отстаивании в течение 3 месяцев концентрация масла снижается всего на 10-20 %. Обычно срок службы эмульсий не превышает 1 мес.

Предприятия производят сброс отработанных СОЖ в канализацию и наносит вред окружающей среде. Для утилизации, отработанной СОЖ применяют следующие методы: центрифугирование, реагентную коагуляцию, термический метод, а также их комбинацию.

Таким образом, проблема с экологической безопасностью является решенной.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

Все производства по пожарной опасности подразделяются на 5 категорий: А, Б, В, Г, Д. Производственное помещение, в котором выполняется технологический процесс изготовления детали «втулка», относится к категории Г.

К причинам пожара относятся: токи короткого замыкания, выделение тепла в процессе обработки, искрение в местах плохих контактов, курение в неположенных местах.

4.6 Обоснование мероприятий по предотвращению пожара

Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляться имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы поводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения;
- противопожарный инструктаж сотрудников аудитории;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий;

- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации.

Вывод по разделу

В ходе разработки технологического процесса изготовления детали «втулка» особое внимание уделяется экологическим аспектам процессов производства и эксплуатации этой детали, чтобы определить их степень влияния на природу и человека. В ходе работы следует учитывать государственные стандарты эксплуатации тех или иных устройств и механизмов. Разработка должна быть безопасной в использовании, надёжной и не должна быть источником чрезвычайных ситуаций. В разделе социальной ответственности были рассмотрены основные вредные и опасные факторы при эксплуатации оборудования применяемого при изготовлении детали «втулка». Выявлены факторы загрязнения окружающей среды и предложены варианты снижения загрязнения отходами. Представлены рекомендации по действию в чрезвычайных ситуациях, а также описаны правовые нормы и рекомендации по компоновке рабочей зоны.

Заключение

По итогам проведенной выпускной квалификационной работы разработан технологический процесс изготовления детали «Втулка» на основании исходных данных с заданными характеристиками.

В первом разделе, определен тип производства (мелкосерийное), произведен анализ технологичности конструкции детали и выбор исходной заготовки. Затем был разработан маршрутный технологический процесс и выполнен его размерный анализ. Выбрано оборудование, рассчитаны режимы резания и произведено нормирование операций.

Во втором разделе работы было спроектировано и рассчитано станочное приспособление. В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» разработан график проведения технического проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

Раздел «Социальная ответственность» содержит анализ вредных и опасных факторов производственной среды, рассмотрены также вопросы обеспечения экологической безопасности и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Список используемых источников:

1. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / В. П. Должиков. - 2-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар: Лань, 2016. - 327 с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие. – Минск: Выш. шк, 1975, 1983, 2007.
3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001.– Т. 1. – 912 с.; Т. 2. – 944 с.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. – М., 1976. – 277 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974–1978.
6. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2006. – 99 с.
7. Султан-заде, Н.М. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров / Н.М. Султан-заде, А.Г. Схиртладзе. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 288 с.
8. Анализ технологичности детали [Электронный ресурс] – URL: https://studwood.ru/1601758/tovarovedenie/analiz_tehnologichnosti_detali (дата обращения 12.03.2019).
9. Блюмберг, В.А., Справочник фрезеровщика / В.А. Блюмберг, Е. И. Зазерский – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 288 с.

10. Криницына З.В. Ресурсоэффективность отрасли: Учебное пособие/З.В.Криницына. – Томск, издательство Томского политехнического университета, 2013. – 182 с.

11. Шепеленко Г.И. Экономика, организация и планирование производства на предприятии: Учебное пособие / Г. И. Шепеленко.—2-е изд., доп. и перераб.—Ростов-на-Дону: МарТ, 2000.—544 с.

12. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

13. Корнилович, Олег Павлович. Техника безопасности при работе с инструментами и приспособлениями / О. П. Корнилович. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 93 с.: ил. — Библиотека электромонтера; Вып. 633. — Библиогр.: с. 94.

14. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. – М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. – 284 с.

ИШНПТ.005.00.00.001

$\sqrt{Rz 20 (\checkmark)}$

Перв. примен.

Справ. №

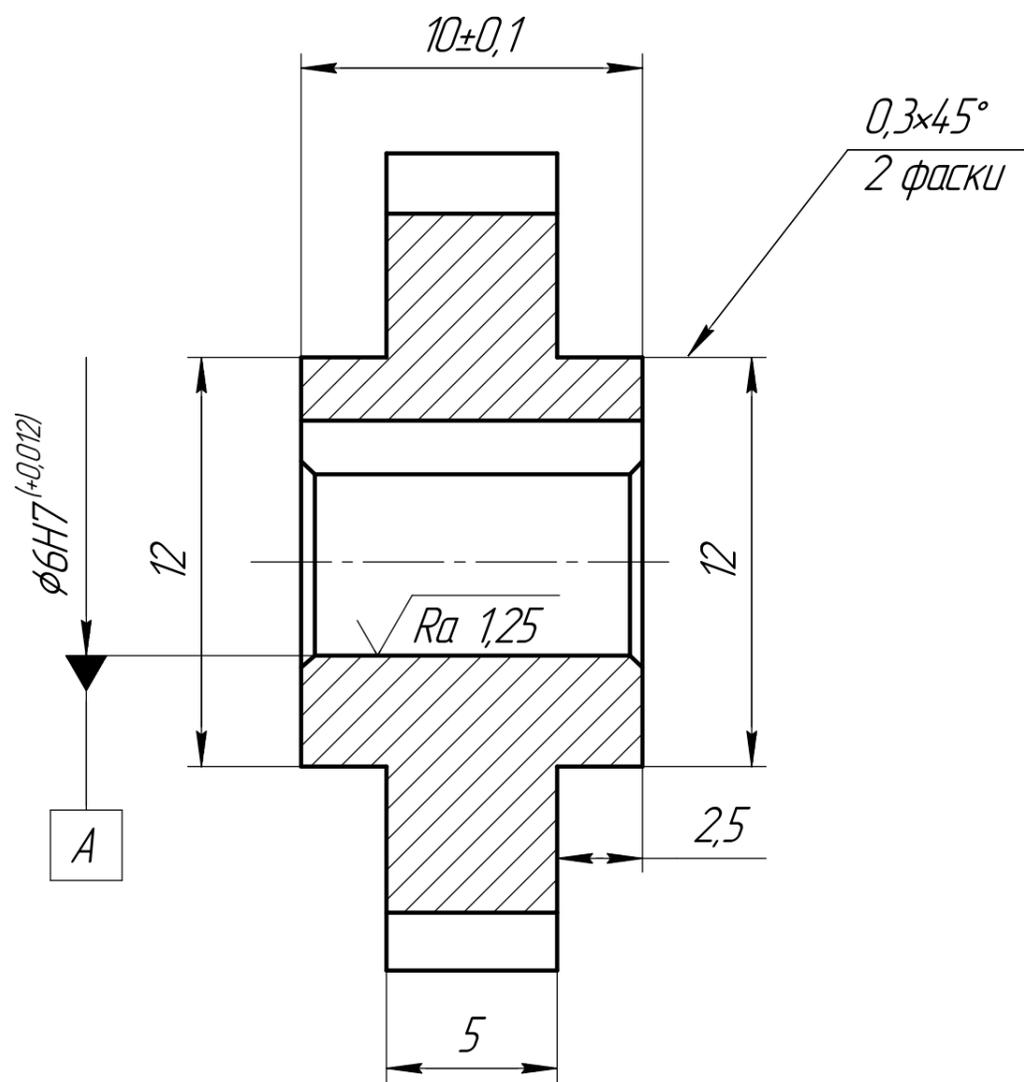
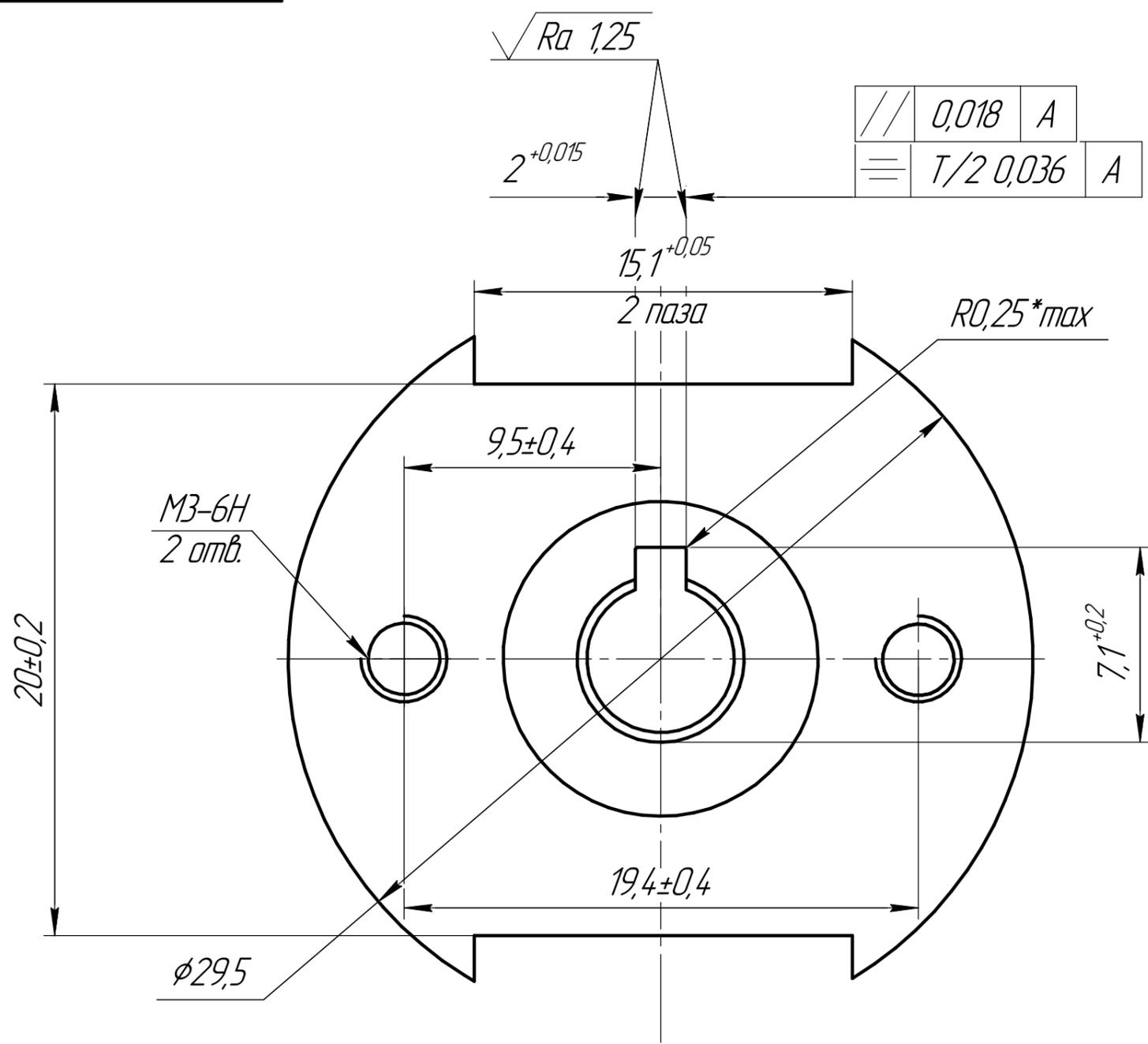
Подп. и дата

Изм. № дораб.

Взам. инв. №

Подп. и дата

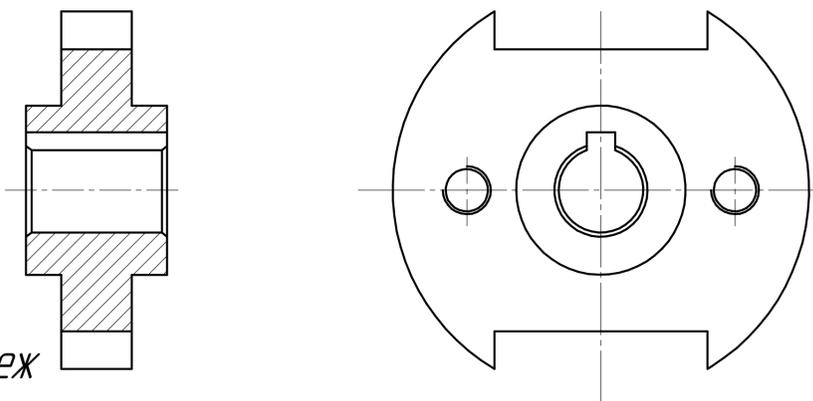
Изм. № подл.



1. Материал-заменитель: Круг 30-В ГОСТ 2590-2006
2. Стабилизировать 26...32 HRC.
3. *Размер обеспеч. инстр.
4. H14, h14, IT14/2
5. Покрытие: Хим. Пас.

| | | | | | | | | |
|-----------|---------------|----------|-------|---------------------|--------------------------|-----------|--------|---------|
| | | | | ИШНПТ.005.00.00.001 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Втулка | Лист | Масса | Масштаб |
| Разраб. | Яковлев П.А. | | | | | у | 262 | 10:1 |
| Проб. | Черкасов А.И. | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Т.контр. | | | | | | | | |
| И.контр. | | | | | 30-В ГОСТ 2590-2006 | ИШНПТ | | |
| Утв. | | | | | Круг 40Х ГОСТ 33260-2015 | ИШНПТ | | |
| Копировал | | | | | | Формат А3 | | |

Карта технологического процесса



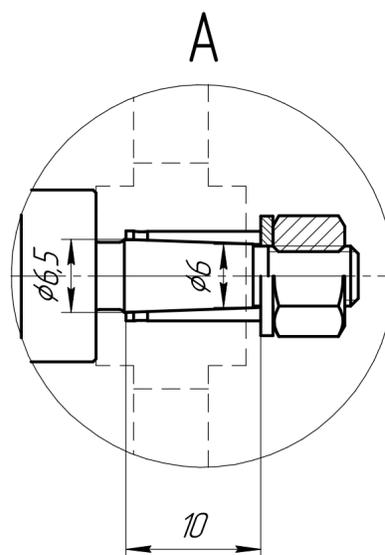
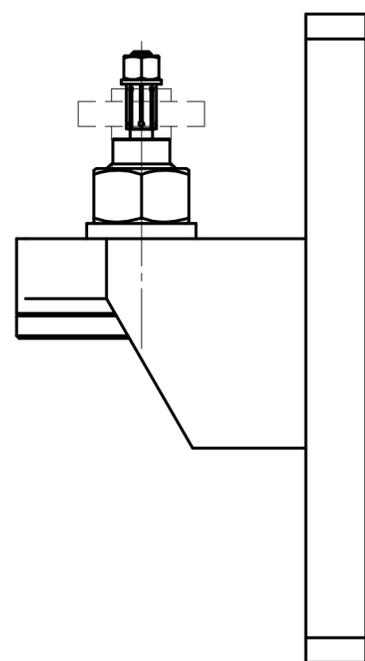
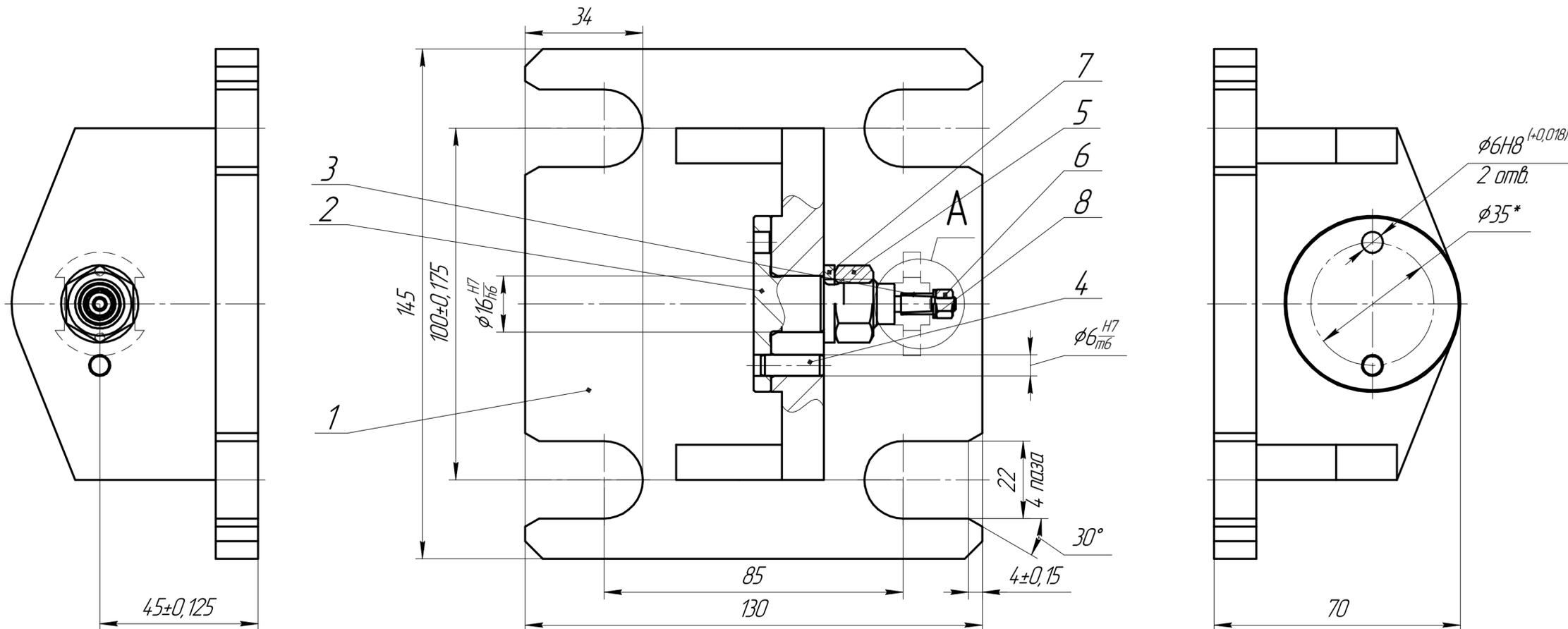
См. чертеж

| | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-----------|-----------------|---------|
| Материал | Код ед. величины | Масса детали, кг | Заготовка | | |
| | | | Код и вид | Профиль Размеры | Масштаб |
| Наименование марка | | | | | |
| Сталь 40Х | | 0,026 | | | 0,098 |

| № перехода | № операции | Наименование операции и содержание перехода | Эскиз обработки | Приспособление | Приспособление | Инструмент | | Количество деталей в партии | Диаметр (ширина), мм | Расчетная длина, мм | Число рабочих ходов | Глубина резания, мм | Режим обработки | | | Нормы времени | | | | | |
|------------|------------|---|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--|-----------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------|-------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | Режущий | Измерит. | | | | | | Поддача | mm/мин | mm/об | Частота, об/мин | Скорость резания, м/мин | T ₀ | T _{ас} | T _{на} | T _{шт} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 005 | | <p>Заготовительная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размеры</p> | | Ленточно-отрезной станок 8230 | Тиски | Отрезная пила φ30 | Штангенциркуль ШИ-1-0,125-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка | 100 | 30 | 12 | | | 50 | | 127 | 12 | 15 | 0,4 | 0,35 | 0,5 | 3,25 |
| 010 | | <p>Токарная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Проточить торец</p> <p>Проточить наружную поверхность φ12_{-0,43} мм, на длину 2,5_{-0,25} мм</p> <p>Проточить φ29,5_{-0,52} мм, на длину 5_{-0,3} мм</p> | | Токарно-винторезный станок 16К20Ф1 | Станочное приспособление | Резец Т30К4 ГОСТ 18883-73 Развертка Р6М5 ГОСТ 7722-77 Сверло центральное φ3,15 ГОСТ 14-952-75 | Штангенциркуль ШИ-1-0,125-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка | 100 | 30 | 1 | | 0,4 | | 2737 | 275 | 0,42 | 0,68 | 11,3 | 2,92 | 2,97 | |
| | | <p>Переустановить заготовку</p> <p>Проточить торец</p> <p>Проточить наружную поверхность φ12 мм, на длину 2,5 мм</p> <p>Рассточить отверстие φ6^{+0,012} мм, на длину 10_{-0,36} мм</p> <p>Снять фаски</p> | | Токарно-винторезный станок 16К20Ф1 | Станочное приспособление | Резец Т15К6 ГОСТ 18883-73 | Штангенциркуль ШИ-1-0,125-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка | 100 | 30 | 1 | | | 0,4 | | 2087 | 38 | 0,46 | 0,68 | 11,3 | 2,97 | 3,1 |
| 015 | | <p>Долбежная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Долбить шпоночный паз выдерживая размеры</p> | | Долбежный станок 7А420 | Патрон самоцентрирующий спиральный | Долбяк Р18 ГОСТ 9323-79 | Штангенциркуль ШИ-1-0,125-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка | 100 | 2 | 10 | | | 0,2 | | 532 | 16,7 | 0,14 | 1,48 | 10,5 | 3,02 | 3,08 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-----|---|---|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|---|-----|------|------|----|------|----|------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| 020 | | <p>Фрезерная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Фрезеровать 2 паза 15,1^{+0,05} мм, выдерживая размеры</p> | | Фрезерный станок ВМ-130 | Поворотный стол | Концевая фреза Р6М5 φ15 ГОСТ 17025-71 | Штангенциркуль ШИ-1-0.125-0.05 ГОСТ 166-89 | 100 | 4,75 | 15,1 | | | | 0,16 | 500 | 14 | 0,25 | 1,2 | 8 | 155 | 16 |
| 025 | | <p>Сверлильная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Сверлить 2 отверстия φ3^{+0,25} мм, выдерживая размеры</p> | | Вертикально-сверлильный станок 2А112 | Специальное приспособление | Сверло спиральное Р6М5 φ3 ГОСТ 1092-67 | Штангенциркуль ШИ-1-0.125-0.05 ГОСТ 166-89 | 100 | 3 | 5 | | 1,25 | | 1290 | 27,5 | 0,22 | 0,7 | 7,5 | 144 | 149 | |
| 030 | | <p>Резьбонарезная</p> <p>Установить заготовку</p> <p>Нарезать резьбу М3, 2 отверстия</p> | | Вертикально-сверлильный станок 2А112 | Патрон самоцентрирующий спиральный | Метчик Р6М5 М3 ГОСТ 3266-81 | Штангенциркуль ШИ-1-0.125-0.05 ГОСТ 166-89 | 100 | 3 | 5 | | 1,25 | | 1290 | 27,5 | 0,26 | 0,7 | 7,5 | 145 | 152 | |
| 035 | | <p>Термическая</p> <p>Закалить+низкий отпуск HRC 26...32</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 060 | | <p>Контрольная</p> | | Стан ОТК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Изд. № 001
Листы и дата
Всех инд. №



Технические характеристики:

1. Назначение: фрезерование торцев;
2. Необходимый момент затяжки гайки М14: 187 Нм;

Технические требования:

1. Неуказанные предельные отклонения отверстий Н14, валов h14, остальные ±IT14/2;
2. * – размер для справок;
3. Общие требования согласно ГОСТ 30893.1.

| | | | | | | | | |
|----------|------|---------------|-------|---------------------|---|--------|-------|---------|
| | | | | ИШНПТ 005.00.00.003 | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Приспособление для фрезерной операции | Лист | Масса | Масштаб |
| Разраб. | Ч | Яковлев П.А. | | | | 2,31 | 1:1 | |
| Проб. | Лист | Черкасов А.И. | | | | Листов | 1 | |
| Т.контр. | | | | | | ИШНПТ | | |
| Н.контр. | | | | | | ИШНПТ | | |
| Утв. | | | | | | ИШНПТ | | |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Иш. № д/дл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Иш. № подл.

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|----------|------|---------------|---------------------------|---|-----------------|------------|
| | | | | | | |
| | | | | <u>Документация</u> | | |
| A2 | | | ИШНПТ 005.01.00.00 | | 1 | |
| | | | | <u>Детали</u> | | |
| Б4 | 1 | | ИШНПТ 005.01.00.01 | Основание | 1 | |
| Б4 | 2 | | ИШНПТ 005.01.00.02 | Ось | | |
| Б4 | 3 | | ИШНПТ 005.01.00.03 | Цанга | 1 | |
| | | | | <u>Стандартные изделия</u> | | |
| | | 4 | | Штифт ISO 2338-6 m6 x 18 | 1 | |
| | | 5 | | Гайка М14-6Н ГОСТ 15521-70 | 1 | |
| | | 6 | | Гайка М4-6Н ГОСТ 15523-70 | 1 | |
| | | 7 | | Шайба 14.37 ГОСТ 9649-78 | 1 | |
| | | 8 | | Шайба 14.37 ГОСТ 9649-78 | 1 | |
| | | | ИШНПТ 035.01.00.00 | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разраб. | | Яковлев П.А. | | | Лит. | Лист |
| Проб. | | Черкасов А.И. | | | У | Листов |
| Н.контр. | | | | | 1 | |
| Утв. | | | | | НИ ТПУ ИШНПТ | |
| | | | | Приспособление для фрезерной операции | | |