



Институт электронного обучения
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Проектирование технологического процесса изготовления центровочного сверла для комбинированного инструмента и оснастки |
| УДК 621.951.4 – 047.84.001.63 |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|------------------------|---------|------|
| 3-8Л22 | Исаев Максим Сергеевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Коротков В.С. | К.т.н., доцент | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Шулинина Ю.И. | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|---------------|------------------------|---------|------|
| Профессор | Федорчук Ю.М. | Д.т.н., профессор | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------|--------------|------------------------|---------|------|
| Исполняющий обязанности | Вильнин А.Д. | | | |



Институт электронного обучения
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. зав. кафедрой
_____ Вильнин А.Д.
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|---------------------------|
| 3-8Л22 | Исаеву Максиму Сергеевичу |

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления центровочного сверла для комбинированного инструмента и оснастки

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| Исходные данные к работе | |
|---|---|
| <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i> | Чертеж детали, годовая программа выпуска 1000 штук в год, материал детали сталь быстрорежущая Р9. |

| | |
|--|--|
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>3D модель детали, чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карты технологического процесса, чертеж приспособления.</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Технологический</p> | <p>Коротков Владимир Сергеевич</p> |
| <p>Конструкторский</p> | <p>Коротков Владимир Сергеевич</p> |
| <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> | <p>Шулинина Юлия Игоревна</p> |
| <p>Социальная ответственность</p> | <p>Федорчук Юрий Митрофанович</p> |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p> | |
| <p> </p> | |
| <p> </p> | |

| | |
|--|----------------------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p>15.02.2017 г.</p> |
|--|----------------------|

Задание выдал руководитель:

| | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Должность</p> | <p>ФИО</p> | <p>Ученая степень, звание</p> | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>Доцент</p> | <p>Коротков В.С.</p> | <p>К.т.н., доцент</p> | <p> </p> | <p> </p> |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| <p>Группа</p> | <p>ФИО</p> | <p>Подпись</p> | <p>Дата</p> |
| <p>3-8Л22</p> | <p>Исаев Максим Сергеевич</p> | <p> </p> | <p> </p> |

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 6 |
| 1. Проектирование технологического процесса | 7 |
| 1.1 Исходные данные. Назначение детали и её конструкторско – технологическое описание..... | 7 |
| 1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ..... | 10 |
| 1.3 Анализ технологичности конструкции детали..... | 12 |
| 1.4 Выбор типового технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»..... | 13 |
| 1.5 Выбор исходной заготовки и методов её изготовления..... | 15 |
| 1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»..... | 16 |
| 1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций..... | 16 |
| 1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчёт допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки..... | 23 |
| 1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки..... | 40 |
| 1.8 Расчет режимов резания | 47 |
| 1.9 Нормирование технологического процесса..... | 56 |
| 1.10 Расчет технологической стоимости изготовления детали «Сверло центровочное»..... | 64 |
| 2. Проектирование станочного приспособления..... | 65 |
| 2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления..... | 65 |
| 2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления..... | 68 |
| 2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления..... | 70 |
| 2.4 Точностной расчёт приспособления..... | 71 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 2.5 | Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке..... | 73 |
| 2.6 | Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене..... | 74 |
| 2.7 | Выбор и расчет силового привода..... | 75 |
| 2.8 | Проектирование технологии сборки приспособления | 76 |
| 3. | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 77 |
| 3.1 | Потенциальные потребители результатов исследования..... | 77 |
| 3.2 | Анализ конкурентных технических решений..... | 78 |
| 3.3 | Структура работ в рамках научного исследования..... | 83 |
| 3.4 | Определение трудоемкости выполнения работ | 84 |
| 3.5 | Разработка графика проведения научного исследования..... | 86 |
| 3.6 | Бюджет разработки технологического процесса (ТП) изготовления детали «Сверло центровочное»..... | 93 |
| 3.7 | Определение эффективности исследования..... | 100 |
| 4. | Социальная ответственность..... | 101 |
| 4.1 | Анализ опасных и вредных факторов..... | 101 |
| 4.2 | Охрана окружающей среды..... | 113 |
| 4.3 | Эргономические требования к рабочему месту | 116 |
| 4.4 | Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 122 |
| 4.5 | Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 124 |
| | Заключение..... | 125 |
| | Список использованных источников..... | 126 |
| | Приложение | 127 |

Введение

В настоящее время в России добывается 526,8 млн. тонн нефти и газового конденсата в год. Большая часть добытого сырья транспортируется по трубопроводам. Сеть трубопроводов постоянно растет и меняется. Иногда необходимо произвести врезку в уже существующий трубопровод. Для врезки в трубы большого диаметра используют разнообразный инструмент, в том числе сборные комбинированные сверла. Компания ООО «Мион» занимается разработкой и производством различных вариантов такого инструмента. Потребность в нем высокая, поэтому в работе рассматриваются вопросы, связанные с проектированием технологического процесса изготовления центровочного сверла для комбинированного инструмента.

Выпускная квалификационная работа состоит из четырех частей: технологической, конструкторской, финансового менеджмента (ресурсоэффективность и ресурсосбережение) и социальной ответственности.

В технологической части определен тип производства, выполнен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали «Сверло центровочное», проведен размерный анализ технологического процесса.

В конструкторской части спроектировано станочное приспособления для вертикально – фрезерной операции.

В части финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение выполнен расчет затрат на выполнение проекта.

В части социальная ответственность произведен анализ вредных факторов и разработаны меры по обеспечению благоприятных для творческой работы инженера-технолога условий труда.

1 Проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

В данной работе требуется разработать технологический процесс изготовления сверла центровочного Ø32мм (рис.1) из быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 16265-73 массой 0,25кг.

Сверло центровочное является режущим инструментом и предназначено для центровки отверстий при сверлении труб. От точности изготовления центровочного сверла зависит и получаемое в ходе обработки отверстие.

Конструктивно сверло состоит из рабочей части, которое содержит режущую и калибрующую часть, а так же хвостовик. Режущая часть сверла представляет собой заостренные режущие кромки на торце, которые обеспечивают проникновение сверла центровочного в материал. Калибрующая часть расположена позади режущей и включает в себя канавки для удаления стружки и определяет диаметр и гладкость краев изготавливаемого отверстия.

Хвостовик сверла предназначен для закрепления сверла в корпусе основного инструмента.

Материал сверла - быстрорежущая сталь Р9 ГОСТ 19265-73 предназначена для изготовления инструментов простой формы, не требующих большого объема шлифовки, для обработки обычных конструкционных материалов. Химический состав представлен в таблице 1.

Механические свойства быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 19265-73 представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав быстрорежущей стали Р9

| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Mo | W | V | Co | Fe |
|-----------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------|------|-----------|-----------|--------|-----|
| 0,85-0,95 | до 0,5 | до 0,5 | до 0,4 | до 0,03 | до 0,03 | 3,8 - 4,4 | до 1 | 8,5 - 9,5 | 2,3 - 2,7 | до 0,5 | ~80 |

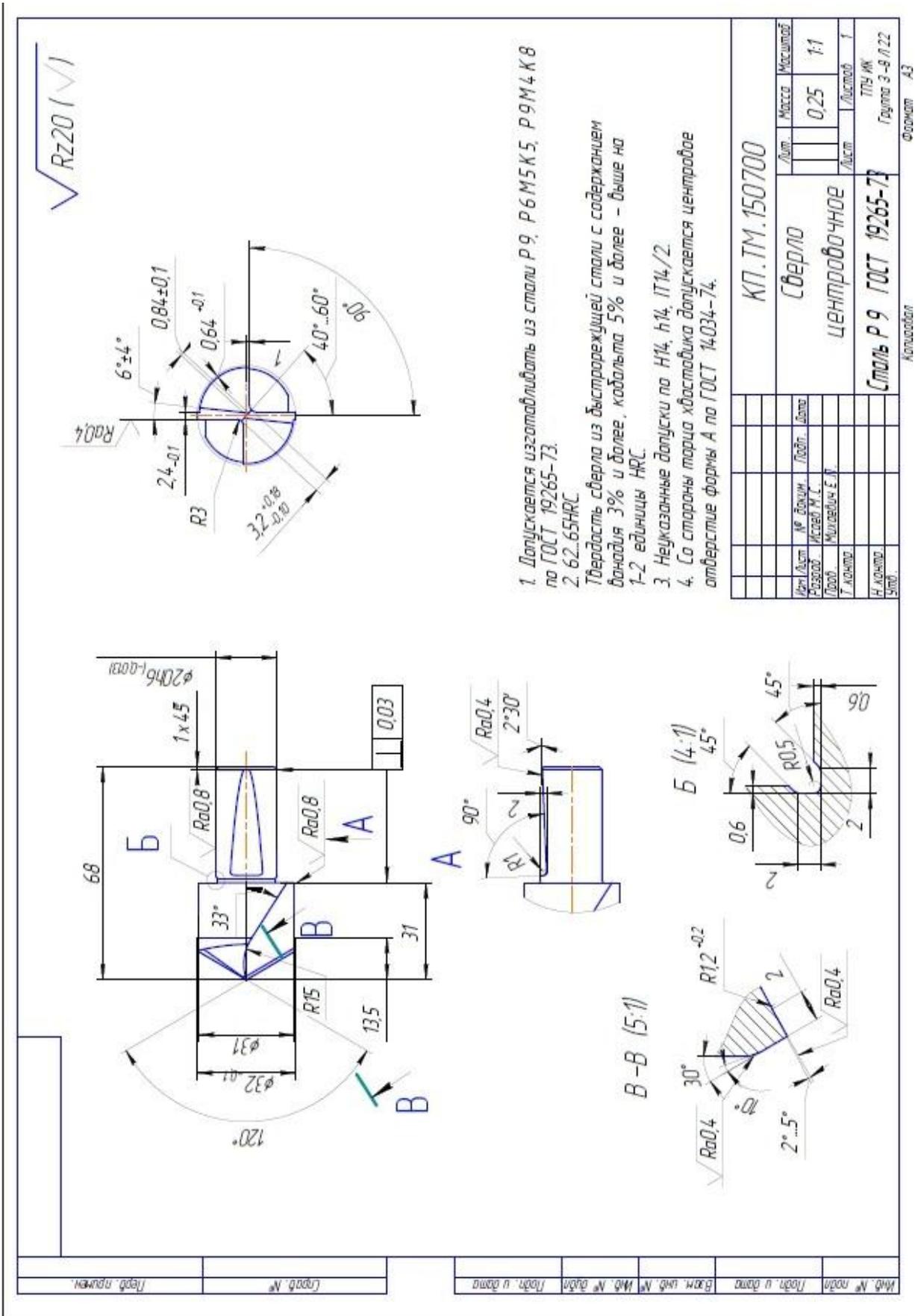


Рисунок 1 – «Сверло центровочное» Ø32мм.

Таблица 2 - Механические свойства быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 19265-73 в состоянии поставки (после отжига) при 20 °С

| $\sigma_{0,05}$, МПа | $\sigma_{0,2}$, МПа | σ_B , МПа | δ_5 , % | ψ , % | $\sigma_{сж0,2}$, МПа | $\sigma_{сж}$, МПа | ϵ , % | T_k , МПа | γ , % | КСУ, Дж/ см ² |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------------------|------------------------|----------------|----------------|--------------|--------------------------------|
| 210 (5) | 490 (20) | 840 (30) | 10 (1) | 29 (2) | 620 (13) | 2500 (75) | 56 (17) | 560 (17) | 60 (1,4) | 26 (1) |

Технологические свойства быстрорежущей стали Р9 ГОСТ 19265-73:

- температураковки - начала 1200°, конца 900°. Охлаждение в колодцах при 750-800°С;

- свариваемость - при стыковой электросварке со сталью 45 и 40Х хорошая;

- обрабатываемость резанием - при НВ 205-255 $K_{ц\text{ тв.спл}}=0.8$, $K_{ц\text{ б.ст.}}=0.6$;

- шлифуемость – пониженная.

Сверло центровочное так же может изготавливаться из быстрорежущей стали Р6М5К5, Р9М4К8 по ГОСТ 19265-73.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле[1,стр.19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}},$$

где $t_{в}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{ср}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_{г} \cdot K_{н} \cdot 60}{N_{г}}$$

где $F_{г}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.; $K_{н}$ – коэффициент, учитывающий потери времени по организационно-техническим причинам, потери от переналадки и другие. Принимается $K_{н}=0,78$;

$N_{г}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_{г} = 4029$ ч.

Тогда

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4029 \cdot 0,78 \cdot 60}{1000} = 188,5 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n},$$

где $T_{ш.к.i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин. n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 2 операции ($n=2$): токарная, фрезерные операции (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{0.i},$$

где $\varphi_{к.i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{0.i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

Для первой токарной операции (токарных с ЧПУ) $\varphi_{к.1} = 2,14$.

Для второй фрезерной - $\varphi_{к.2} = 1,84$.

Основное технологическое время:

- токарная операция ЧПУ - $T_{0.1} = 0,521$ мин

- фрезерная с ЧПУ $T_{0.2} = 4,98$ мин

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 0,521 = 1,11 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции :

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{0.2} = 1,84 \cdot 4,98 = 9,16 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{T_{ш.к.1} + T_{ш.к.2}}{2} = \frac{1,11 + 9,16}{2} = 5,14 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем:

$$K_{з.0} = \frac{t_B}{T_{ср}} = \frac{188,5}{5,14} = 36,6$$

Так как $K_{з.0} = 20 < 36,6 < 40$, то тип производства мелкосерийное.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь имеет простую конструкцию.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Все поверхности детали доступны для обработки на станках и непосредственного измерения.

Конструкция детали обеспечивает свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, обеспечивается нормальный подвод и выход режущего инструмента

Все измерения возможно произвести с помощью универсальных измерительных средств.

Обработка может производиться с помощью стандартного режущего инструмента. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Форма детали позволяет использовать прокат в качестве заготовки и не требует применения литья или штамповки.

На всех операциях, кроме вертикально-фрезерной с обработкой лыски применяется стандартная оснастка.

Трудностями при изготовлении детали являются высокие требования к точности и качеству некоторых поверхностей, обеспечение точности изготовления геометрических параметров зубьев сверла и их заточки.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

1.4 Выбор типового технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»

Разработка маршрутного технологического процесса сводится к установлению необходимого количества технологических переходов для обеспечения требуемого качества поверхности, в зависимости от ее точности, способа обработки, относительного положения, шероховатости, качества поверхностного слоя.

Базовый (заводской) вариант техпроцесса механической обработки детали «Сверло центровочное» представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Базовый (заводской) вариант техпроцесса механической обработки детали «Сверло центровочное».

| № операции | Наименование операции | Краткое содержание операции | Наименование и модель оборудования |
|------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| 005 | Заготовительная | Отрезать круглый прокат, выдержав размер 80 _{-0.1} мм | 8631 |
| 010 | Токарная с ЧПУ | Точить Ø20 и торец Ø20 / Ø31 предварительно. | 16К20Ф3 |
| 015 | Токарная с ЧПУ | Точить Ø20, торец Ø20 / Ø31 и торец детали окончательно. Точить фаску. Точить канавку. Точить Ø31. Сверлить центровое отверстие. | 16К20Ф3 |
| 020 | Токарная с ЧПУ | Точить вспомогательный центр Ø6, конус Ø6/ Ø32, Ø32 и торец детали окончательно. Сверлить центровое отверстие. | 16К20Ф3 |
| 025 | Вертикально-фрезерная | Фрезеровать лыску. | 6P12 |
| 030 | Фрезерная с ЧПУ | Фрезеровать переднюю поверхность зуба, затылок зуба, торец зуба | МС-032 |
| 035 | Слесарная | Зачистить заусенцы | Верстак |
| 040 | Термическая | Закалить до HRC 62..65 | Печь |
| 045 | Круглошлифовальная | Шлифовать Ø20, торец Ø20/ Ø31 | 3М174 |
| 050 | Круглошлифовальная | Шлифовать Ø32 | 3М174 |
| 055 | Заточная | Заточить переднюю поверхность зуба, удалить вспомогательный центр | 3А64Д |
| 060 | Контрольная | Контроль размеров окончательный | Контрольный стол |

1.5 Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали сталь быстрорежущая сталь Р9), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный, рис. 2. Перепад диаметров получаемой детали небольшой.

По ГОСТ 2590-2006 «Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент», выбираем прокат обычной точности $\varnothing 34^{+0,4}_{-0,7}$.

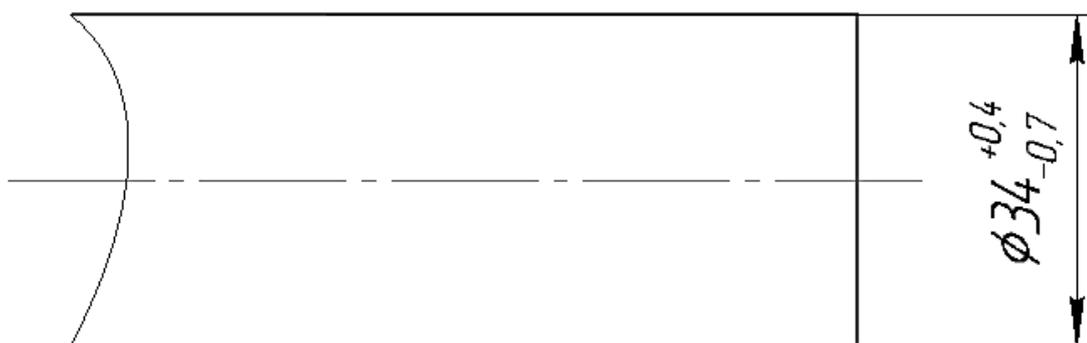


Рисунок 2 – Исходная заготовка

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхности заготовки и содержания технологических операций

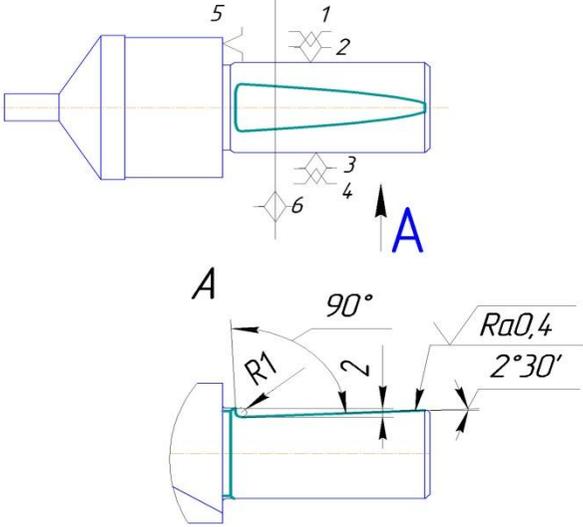
Маршрут технологии изготовления сверла представлен в виде таблицы 4, где также обозначены технологические базы.

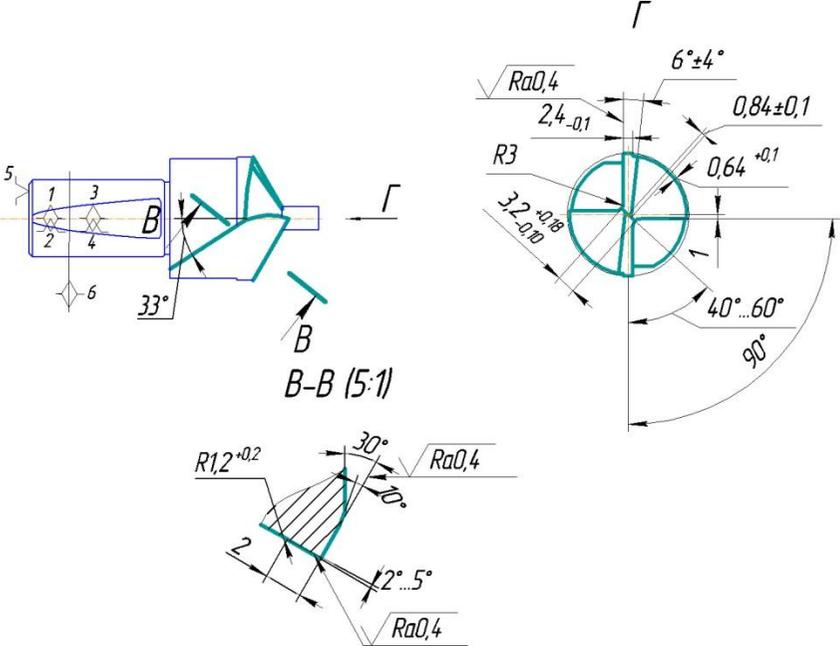
Для токарной операции выбираем базирование по оси детали с упором в торец. Для вертикально-фрезерной операции при обработке лыски выбираем базирование по диаметру $\varnothing 20$ с упором в торец $\varnothing 20/\varnothing 31$, для фрезерной при обработке зубьев сверла по оси детали с упором в торец. Для кругло-шлифовальной операции выбираем базирование по центровым отверстиям.

Таблица 4 – Проектный вариант техпроцесса механической обработки детали «Сверло центровочное».

| № операции | Наименование операции | Краткое содержание операции | Наименование и модель оборудования | Эскиз |
|------------|-----------------------|---|------------------------------------|-------|
| 005 | Заготовительная | Отрезать круглый прокат, выдержав размер $80_{-0,1}$ мм | 8А631 | |

| | | | | |
|-----|----------------|--|---------|--|
| 010 | Токарная с ЧПУ | <p>Установ А.</p> <p>Точить $\varnothing 20$ и торец $\varnothing 20 / \varnothing 31$ предварительно.</p> <p>Точить $\varnothing 20$, торец $\varnothing 20 / \varnothing 31$ и торец детали окончательно.</p> <p>Точить фаску. Точить канавку. Точить $\varnothing 31$.</p> <p>Сверлить центровое отверстие.</p> <p>Установ Б.</p> <p>Точить вспомогательный центр $\varnothing 6$, конус $\varnothing 6 / \varnothing 32$, $\varnothing 32$ и торец детали окончательно.</p> <p>Сверлить центровое отверстие.</p> | 16K20Ф3 | <p>The drawing consists of two parts, A and B, showing different stages of a turned part.</p> <p>Part A: Shows a cylindrical part with a diameter of $\varnothing 20_{h8}$ and a length of 36. A larger diameter section of $\varnothing 31_{-0,62}$ has a length of 54.5. The total length is 78. A chamfered end is shown with a $1 \times 45^\circ$ chamfer. A detail view shows a chamfer with a radius of R0.5, a width of 0.6, and a 45° angle. Surface texture is specified as $\sqrt{Rz20}$.</p> <p>Part B: Shows a part with a diameter of $\varnothing 6$ and a length of 13.5. A conical section has a diameter of $\varnothing 32_{-0,74}$ and a length of 76. The cone angle is $30^\circ \pm 30'$. The diameter of the conical section is $\varnothing 2,5_{+0,25}$. The diameter of the cylindrical part is $\varnothing 6_{-0,75}$. Surface texture is specified as $\sqrt{Rz20}$.</p> |
|-----|----------------|--|---------|--|

| | | | | |
|-----|---------|--------------------|------|---|
| 015 | Ошибка! | Фрезеровать лыску. | 6P12 |  |
|-----|---------|--------------------|------|---|

| | | | | |
|-----|-----------------|--|---------|--|
| 020 | Фрезерная с ЧПУ | Фрезеровать переднюю поверхность зуба, затылок зуба, торец зуба. | МС-032 |  <p>The technical drawing illustrates the manufacturing process for a gear tooth. It includes:</p> <ul style="list-style-type: none"> Step 1: A cross-sectional view of the tooth with numbered regions (1, 2, 3, 4) and a 33° angle. Step 2: A perspective view of the tooth with a section line B-B and a magnification of 5:1. Step 3: A circular cross-section of the gear with various dimensions: <ul style="list-style-type: none"> Outer diameter: $32^{+0.18}$ Inner diameter: $2.4_{-0.1}$ Radial thickness: 0.84 ± 0.1 Inner radius: $R3$ Inner chamfer: $0.64^{+0.1}$ Outer chamfer: $6^{\pm 4^{\circ}}$ Inner chamfer: $40^{\circ} \dots 60^{\circ}$ Inner chamfer: 90° Surface texture: $Ra0,4$ Step 4: A detail view of the tooth's tip with dimensions: <ul style="list-style-type: none"> Radius: $R1,2^{+0.2}$ Angle: 30° Surface texture: $Ra0,4$ Angle: $2^{\circ} \dots 5^{\circ}$ Surface texture: $Ra0,4$ Dimension: 2 |
| 025 | Слесарная | Зачистить заусенцы | Верстак | |
| 030 | Термическая | Закалить до HRC 62..65 | Печь | |

| | | | | |
|-----|-------------|---|------------------|--|
| 040 | Заточная | Заточить переднюю поверхность зуба, удалить вспомогательный центр | ЗА64Д | |
| 045 | Контрольная | Контроль размеров окончательный | Контрольный стол | |

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Расчет припусков и технологических размеров проводится с целью обеспечения требуемой точности конструкторских размеров и требуемого качества поверхности. Припуски на обработку и технологические размеры назначаются из значений минимально допустимых припусков на обработку, а так же точности конструкторских размеров.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$$2 \cdot Z_{i\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}),$$

где R_{zi-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Расчет припусков и технологических размеров для поверхности

$\varnothing 20h_{6(-0,013)}$ мм

Расчет припусков на обработку сводим их в таблицу 5.

Шероховатость и глубину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем в соответствии с рекомендациями табл. 4.3.

[1, стр. 63].

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки на длину, табл. 9 [1, с. 95]. Для проката обычной точности $\Delta_k = 0,5$ мкм/мм. Вылет заготовки из патрона $L \approx 80$ мм. Таким образом:

$$\rho_{кор} = \rho_{ф} = \Delta_{к} \cdot L = 60 \cdot 0,5 = 30 \text{ мкм.}$$

Для всех остальных операций суммарное отклонение поверхностей определяется с учетом коэффициента уточнения.

Для чернового точения $\rho = 30 \cdot 0,06 = 1,8$ мкм;

Для чистового точения $\rho = 1,8 \cdot 0,04 = 0,072$ мкм;

Таблица 5 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам для размера $\varnothing 20h6$

| Переход | Квал. | Элементы припуска, мкм | | | | $2Z_{\min}$, мм | Допуск мкм | Средний размер в мм. | Технологический размер, мм | Припуск на обработку, мм |
|-----------|-------|------------------------|-------|--------|---------------|------------------|------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | R_z | h_i | ρ | ε | | | | | |
| Прокат. | - | 150 | 250 | 30 | - | - | 1100 | 33,7 | $34^{+0,4}_{-0,7}$ | - |
| Черн. точ | h12 | 50 | 50 | 1,8 | 370 | 1,542 | 210 | 26,199 | $22,46_{-0,21}$ | $10^{+0,61}_{-0,7}$ |
| Чист. точ | h10 | 30 | 25 | 0,072 | 370 | 0,94 | 84 | 22,567 | $20,54_{-0,084}$ | $3,46^{+0,084}_{-0,21}$ |
| ТО | - | - | - | 8 | - | - | - | | | |
| Чист. шл | h6 | 5 | 15 | 0,16 | 80 | 0,27 | 13 | 19,9935 | $20_{-0,013}$ | $0,54^{+0,013}_{-0,084}$ |

После ТО суммарное отклонение поверхностей рассчитывается по формуле:

$$\rho_{ТО} = \sqrt{(\rho_{\text{точ}}^{\text{пред}})^2 + (l_{\text{заг}} \cdot \Delta_k)^2}$$

Где $l_{\text{заг}}$ - длина заготовки, $l_{\text{заг}} = 80$ мм; Δ_k - погонная кривизна, $\Delta_k = 0,1$ мкм/мм

$$\rho_{ТО} = \sqrt{(\rho_{\text{точ}}^{\text{пред}})^2 + (l_{\text{заг}} \cdot \Delta_k)^2} = \sqrt{(0,072)^2 + (80 \cdot 0,1)^2} = 8 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования $\rho = 8 \cdot 0,02 = 0,16$ мкм.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность

закрепления определяем по таблице 4.10 [1, с.76]. В данном случае для точения $\varepsilon = 370$ мкм; для шлифования $\varepsilon = 80$ мкм, так как обработка ведется в центрах.

Минимальный припуск на черновое точение:

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(150 + 250 + \sqrt{30^2 + 370^2} \right) = 1542 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на чистовое точение:

$$2 \cdot z_{2 \min} = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{1,8^2 + 370^2} \right) = 940 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск на шлифование:

$$2 \cdot z_{3 \min} = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(30 + 25 + \sqrt{0,072^2 + 80^2} \right) = 270 \text{ мкм.}$$

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на рисунке 3.

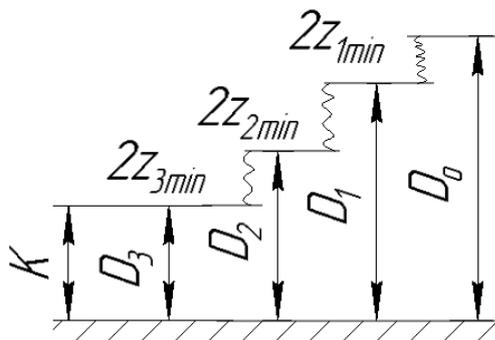


Рисунок 3 – Размерная схема обработки поверхности Ø20k6 мм.

Допуск и предельные отклонения на заготовку: $D_0 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix}$

Сначала определяем технологический размер под чистовое точение – D_2 .

Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры:

$$D_2 = K, D_3, 2 \cdot Z_{3 \min}.$$

$$D_3^c = 3 + \frac{BOD_3 + HOD_3}{2} = 20 + \frac{0 - 0,013}{2} = 19,9935 \text{ мм;}$$

$$2 \cdot Z_3^c = 2 \cdot Z_{3 \min} + \frac{TD_3 + TD_2}{2} = 0,54 + \frac{0,013 + 0,084}{2} = 0,5885 \text{ мм;}$$

$$D_2^c = D_3^c + 2 \cdot Z_3^c = 19,9935 + 0,5885 = 20,582 \text{ мм.}$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_2 = D_2^c + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 20,582 + \frac{0 - 0,084}{2} = 20,54 \text{ мм.}$$

Расчетное значение этого звена составит: $D_2 = 20,54_{-0,084}$ мм.

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_2 = D_2 - D_3 = 20,54_{-0,084} - 20_{-0,013} = 0,54_{-0,084}^{+0,013} \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 0,456 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 0,553 \text{ мм}$$

Далее определяем величину D_1 – технологический размер под черновое точение. Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: $D_1 = K$, D_2 , $2 \cdot Z_{2min}$:

$$2 \cdot Z_2^c = 2 \cdot Z_{2min} + \frac{TD_3 + TD_2}{2} = 1,88 + \frac{0,084 + 0,21}{2} = 2,027 \text{ мм;}$$

$$D_1^c = D_2^c + 2 \cdot Z_2^c = 20,54 + 2,027 = 22,567 \text{ мм.}$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_1 = D_1^c + \frac{BOD_1 + HOD_1}{2} = 22,567 + \frac{0 - 0,21}{2} = 22,462 \text{ мм.}$$

Расчетное значение этого звена составит: $D_1 = 22,46_{-0,21}$ мм.

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_2 = D_1 - D_2 = 22,46_{-0,21} - 20,54_{-0,084} = 1,92_{-0,21}^{+0,084} \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } 2 \cdot Z_1 = 3,46_{-0,21}^{+0,084} \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 3,25 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 3,544 \text{ мм}$$

Далее определяем величину D_0 – технологический размер под заготовку. Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: $D_0 = K$, D_1 , $2 \cdot Z_{1min}$:

$$2 \cdot Z_1^c = 2 \cdot Z_{1min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 3,084 + \frac{0,21 + 1,1}{2} = 3,739 \text{ мм;}$$

$$D_0^c = D_1^c + 2 \cdot Z_1^c = 22,46 + 3,739 = 26,199 \text{ мм.}$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_0 = D_0^c + \frac{BOD_0 + HOD_0}{2} = 26,199 + \frac{0 - 1,1}{2} = 25,649 \text{ мм.}$$

Расчетное значение этого звена составит: $D_0 = 25,65_{-0,7}^{+0,4}$ мм.

Примем в соответствии со стандартом: $D_0 = 34_{-0,7}^{+0,4}$ мм.

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = 34_{-0,7}^{+0,4} - 22,46_{-0,21} = 11,54_{-0,7}^{+0,61} \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } 2 \cdot Z_1 = 10_{-0,7}^{+0,61} \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 9,3 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 16,61 \text{ мм}$$

Расчет припусков и технологических размеров для поверхности $\text{Ø}31_{-0,62}$ мм

Расчет припусков на обработку сводим их в таблицу 6.

Таблица 6 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам для размера $\text{Ø}31\text{h}14$

| Переход | Квал | Элементы припуска, мкм | | | | $2Z_{min}$, мм | Допуск мкм | Средний размер в мм. | Ошибка! размер, мм | Припуск на обработку, мм |
|-----------|------|------------------------|-------|--------|---------------|-----------------|------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| | | R_z | h_i | ρ | ε | | | | | |
| Прокат. | - | 150 | 250 | 30 | - | - | 1100 | 33,7 | $34_{-0,7}^{+0,4}$ | - |
| Черн. точ | h14 | 50 | 50 | 1,8 | 370 | 1,542 | 620 | 30,69 | $31_{-0,62}$ | $3,0_{-0,7}^{+1,02}$ |

Минимальный припуск на черновое точение:

$$2 \cdot z_{1min} = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(150 + 250 + \sqrt{30^2 + 370^2} \right) = 1542 \text{ мкм.}$$

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на рисунке 4.

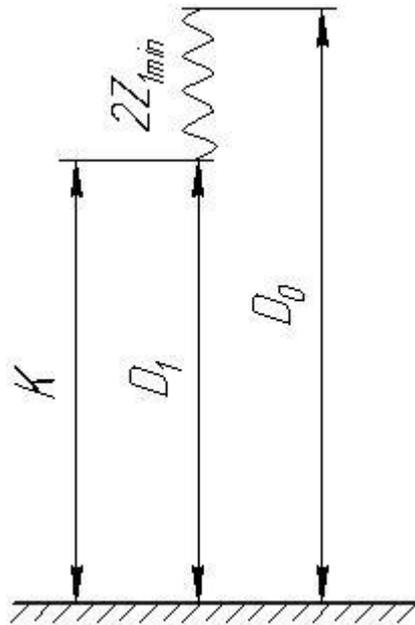


Рисунок 4 – Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}31\text{h}14$ мм.

Допуск и предельные отклонения на заготовку:

$$D_0 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix}$$

$$D_1^c = D_1 + \frac{BOD_1 + HOD_1}{2} = 31 + \frac{0 - 0,62}{2} = 30,69 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_1^c = 2 \cdot Z_{1\min} + \frac{TD_1 + TD_0}{2} = 3,084 + \frac{0,62 + 1,1}{2} = 3,944 \text{ мм};$$

$$D_0^c = D_1^c + 2 \cdot Z_1^c = 30,69 + 3,944 = 34,634 \text{ мм}.$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_0 = D_0^c + \frac{BOD_0 + HOD_0}{2} = 34,634 + \frac{0,4 - 0,7}{2} = 34,484 \text{ мм}.$$

Расчетное значение этого звена составит: $D_0 = 34,484 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix}$ мм.

Примем в соответствии со стандартом: $D_0 = 34 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix}$ мм.

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = 34 \begin{matrix} +0,4 \\ -0,7 \end{matrix} - 31 \begin{matrix} -0,62 \end{matrix} = 3,0 \begin{matrix} +1,02 \\ -0,7 \end{matrix} \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 2,3 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 4,02 \text{ мм}$$

Расчет припусков и технологических размеров для поверхности $\text{Ø}32_{-0,1}$ мм

Расчет припусков на обработку сводим их в таблицу 7.

После ТО суммарное отклонение поверхностей рассчитывается по формуле:

$$\rho_{ТО} = \sqrt{(\rho_{ТОЧ}^{пред})^2 + (l_{заг} \cdot \Delta\kappa)^2}$$

Где $l_{заг}$ - длина заготовки, $l_{заг}=80\text{мм}$; $\Delta\kappa$ - погонная кривизна, $\Delta\kappa=0,1\text{мкм/мм}$

$$\rho_{ТО} = \sqrt{(\rho_{ТОЧ}^{пред})^2 + (l_{заг} \cdot \Delta\kappa)^2} = \sqrt{(1,8)^2 + (80 \cdot 0,1)^2} = 8,2\text{мкм}$$

Для шлифования $\rho = 8,2 \cdot 0,02 = 0,164\text{ мкм}$.

Таблица 7 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам для размера $\text{Ø}32\text{h}10$

| Переход | Квал | Элементы припуска, | | | | $2Z_{\min}$, мм | Допуск мкм | Средний размер в мм. | Ошибка! размер, мм | Припуск на обработку, мм |
|--------------|------|--------------------|-------|--------|---------------|---------------------|---------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| | | R_z | h_i | ρ | ε | | | | | |
| Прокат. | - | 150 | 250 | 30 | - | - | 1100 | 33,7 | $34^{+0,4}_{-0,7}$ | - |
| Черн. Точ | h12 | 50 | 50 | 0 | 370 | 1,542 | 250 | 31,725 | $32,35_{-0,25}$ | $1,65^{+1,02}_{-0,7}$ |
| ТО | - | - | - | 8 | - | - | - | | | |
| шлиф | h10 | 20 | 15 | 0 | 80 | 0,27 | 100 | 31,95 | $32_{-0,1}$ | $0,35^{+0,1}_{-0,25}$ |

Минимальный припуск под чистовое точение:

$$2 \cdot z_{1 \min} = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(150 + 250 + \sqrt{30^2 + 370^2} \right) = 1542 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под шлифование:

$$2 \cdot z_3 \min = 2 \cdot \left(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2} \right) = 2 \left(30 + 25 + \sqrt{0 + 80^2} \right) = 270 \text{ мкм.}$$

Для расчета диаметральных технологических размеров воспользуемся размерной схемой представленной на рисунке 5.

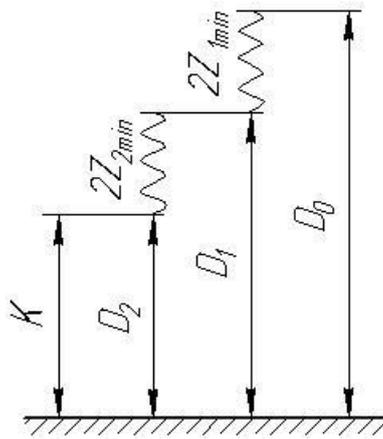


Рисунок 5 – Размерная схема обработки поверхности Ø32 к6 мм.

Сначала определяем технологический размер под чистовое точение – D_1 .

Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: $D_2 = K$, D_1 , $2 \cdot Z_{2min}$.

$$D_2^c = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 32 + \frac{0 - 0,1}{2} = 31,95 \text{ мм};$$

$$2 \cdot Z_2^c = 2 \cdot Z_{2min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0,54 + \frac{0,25 + 0,1}{2} = 0,715 \text{ мм},$$

и вычисляем

$$D_1^c = D_2^c + 2 \cdot Z_2^c = 31,95 + 0,715 = 32,665 \text{ мм}.$$

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_1 = 32,35_{-0,25}$ мм.

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_2 = D_1 - D_2 = 32,35_{-0,25} - 32_{-0,1} = 0,35_{-0,25}^{+0,1} \text{ мм}.$$

$$2 \cdot Z_{2min} = 0,1 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{2max} = 0,45 \text{ мм}$$

Далее определяем величину D_0 – технологический размер под черновое точение. Здесь необходимо рассмотреть размерную цепь, в которую входят размеры : D_1 , D_0 , $2 \cdot Z_{1min}$:

$$2 \cdot Z_1^c = 2 \cdot Z_{1min} + \frac{TD_1 + TD_0}{2} = 3,084 + \frac{0,25 + 1,1}{2} = 3,759 \text{ мм},$$

и вычисляем

$$D_0^c = D_1^c + 2 \cdot Z_1^c = 32,67 + 3,759 = 36,429 \text{ мм.}$$

Так как для валов принято использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_0 = 36,429_{-0,7}^{+0,4}$ мм. Окончательно запишем:

$$D_0 = 34_{-0,7}^{+0,4} \text{ мм.}$$

Фактическое значение припуска:

$$2 \cdot Z_1 = D_0 - D_1 = 34_{-0,7}^{+0,4} - 32,35_{-0,62} = 1,65_{-0,7}^{+1,02} \text{ мм.}$$

$$2 \cdot Z_{1\min} = 0,95 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{1\max} = 2,67 \text{ мм}$$

На диаметр 8 мм припуск не рассчитываем, т.к. он является вспомогательной поверхностью и точность получаемого размера не важна.

Расчет припусков и технологических размеров в осевом направлении.

Формула для расчета минимальных припусков на обработку плоскостей:

$$Z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}$$

Изображение поверхностей, на которые рассчитываем припуски на рис. 6.

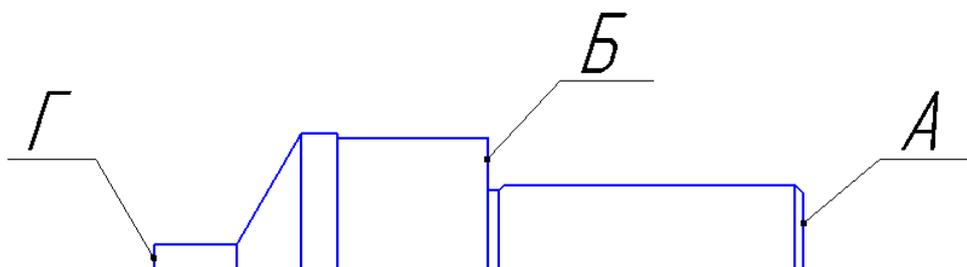


Рисунок 6 – Деталь с указанием расчётных припусков в осевом направлении

Расчет припуска на обработку торца А сводим в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет припуска на обработку торца А

| Переходы обработки торца А | Элементы минимального припуска, мкм | | | Минимальный припуск Z_{min} , мкм |
|----------------------------|-------------------------------------|-----|--------|-------------------------------------|
| | Rz | h | ρ | |
| Заготовка | 150 | 250 | 30 | |
| Подрезка: Черновая: | 50 | 50 | | 430 |

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.4 [1, с.64]: $R_z + h = 400$ мкм.

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления (таблица 4.7 [1, стр.68]), которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$$\rho = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание, формула (5):

Черновое:

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_0 = 150 + 250 + 30 = 430 \text{ мкм.}$$

Для торца Г (см. рисунок 6) принимаем минимальный припуск на обработку такой же как для торца А: $Z_{\min} = 430$ мкм.

Расчет припусков на обработку торца Б сводим в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет припуска на обработку торца Б

| Переходы обработки торца В | Элементы минимального припуска, мкм | | | Минимальный припуск Z_{min} , мкм |
|----------------------------|-------------------------------------|-----|--------|-------------------------------------|
| | Rz | h | ρ | |
| Заготовка | 150 | 250 | 35 | |
| Подрезка: | | | | |
| Черновая: | 20 | 50 | 2 | 72 |
| Шлифование | 5 | 15 | 0,04 | 20,04 |

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.4 [1, с.64]: $Rz = 150$ мкм, $h = 250$ мкм.

Торец Б обрабатывается за один проход: черновой с последующим шлифованием.

Суммарное пространственное отклонение находим по формуле:

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}},$$

где $\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности;

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения обрабатываемой поверхности.

Из Приложения 3 [1, с.75] для $l \approx (160 \dots 300)$ мм:

$$\rho_{\phi_{i-1}} = 12 \text{ мкм}, \text{ а } \rho_{p_{i-1}} = 23 \text{ мкм}.$$

Таким образом

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}} = 12 + 23 = 35 \text{ мкм}.$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение поверхности после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1, с. 73]:

$$\text{черновое точение: } \rho_1 = k_y \cdot \rho_{зар} = 0,06 \cdot 35 = 2 \text{ мкм},$$

$$\text{чистовое точение: } \rho_2 = k_y \cdot \rho_{зар} = 0,02 \cdot 35 = 0,04 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск на подрезку торца, по формуле (6):

Черновая:

$$Z_{1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 20 + 50 + 2 = 72 \text{ мкм}.$$

Шлифование:

$$Z_{1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 5 + 15 + 0,04 = 20,04 \text{ мкм.}$$

Для расчета строится размерная схема технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное» в продольном направлении (рис. 7) и граф технологических размерных цепей (рис. 8), облегчающих их выявление.

Размер $76_{-0,74}$ мм добавляем конструкторский для изготовления вспомогательного центра диаметром 8мм, который на последующих операциях будет удален.

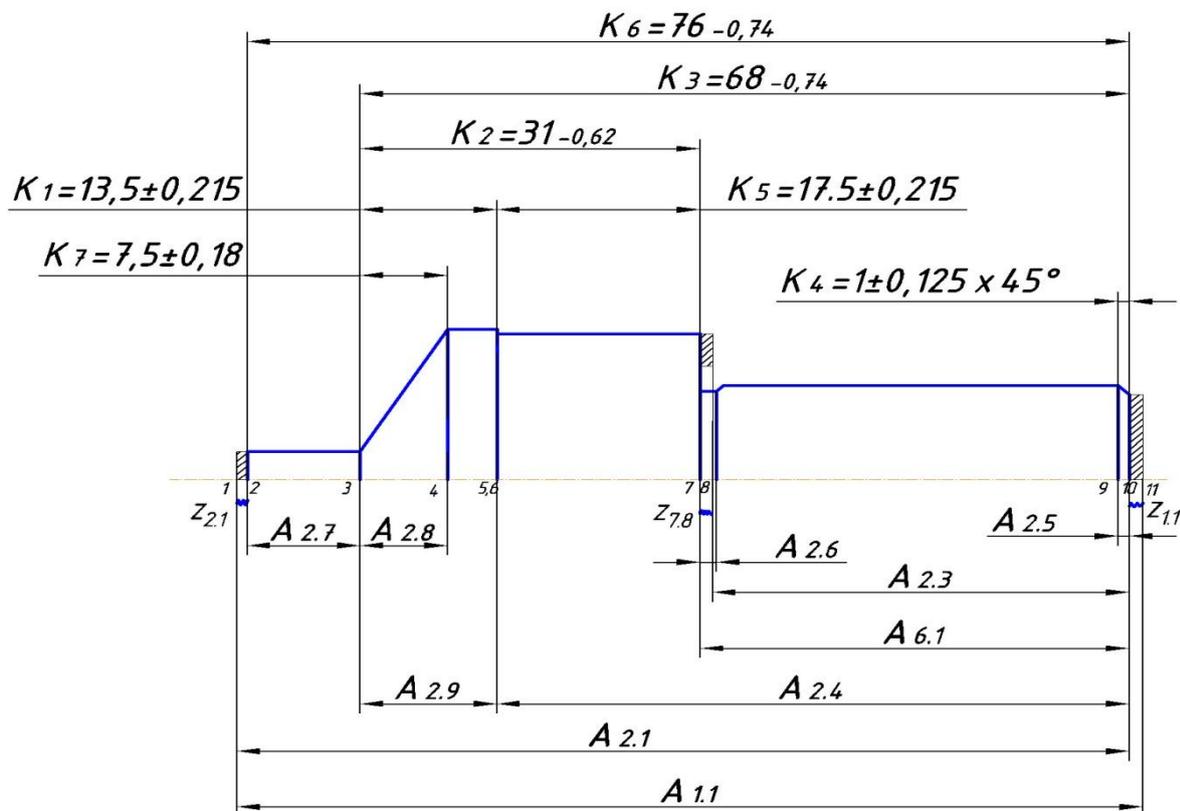


Рисунок 7 – Размерная схема детали «Сверло центровочное».

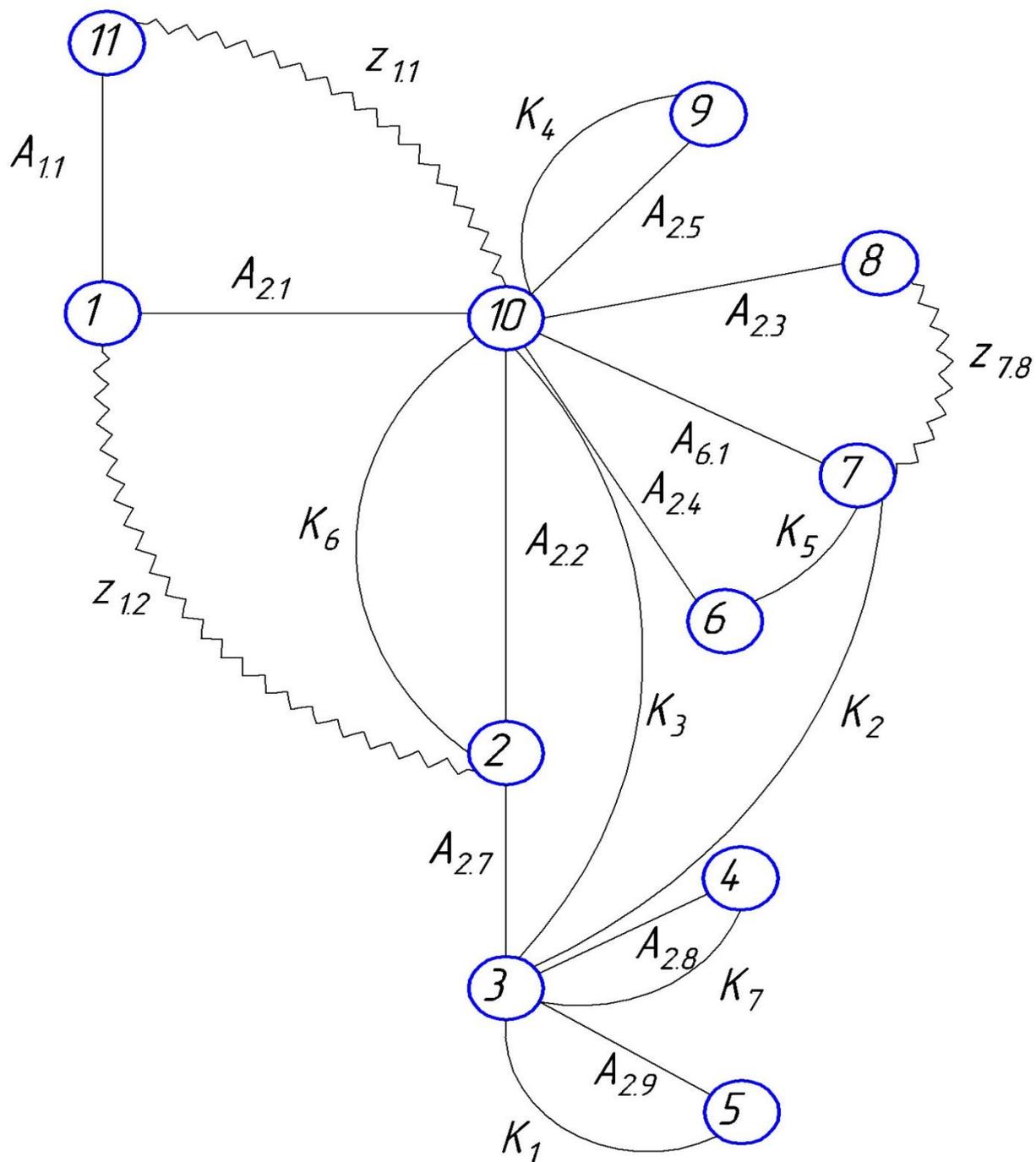


Рисунок 8 - Граф технологических размерных цепей, формирующихся при изготовлении детали «Сверло центровочное» (продольное направление).

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i,$$

Для размера K_1 (см. рисунок 9): $TK_1 = 0,43 \geq TA_{2,9}$, $0,43 \geq 0,2$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

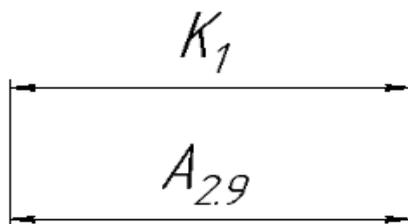


Рисунок 9 – Размерная схема для K_1

Для размера K_2 (см. рисунок 10):

$TK_2 = 0,62 \geq -TA_{6,1} + TA_{2,9} + TA_{2,4} = -0,2 + 0,2 - 0,1 = 0,4$ мм, $0,62 \geq 0,4$ т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

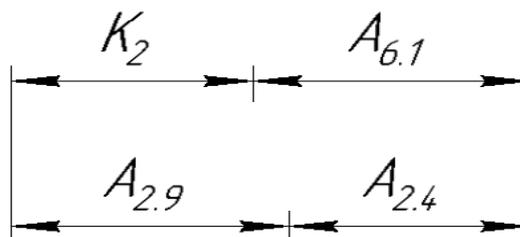


Рисунок 10 – Размерная схема для K_2

Для размера K_3 (см. рисунок 11):

$TK_3 = 0,74 \geq TA_{2,9} + TA_{2,4} = 0,2 + 0,2 = 0,4$ мм, $0,74 \geq 0,4$ т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

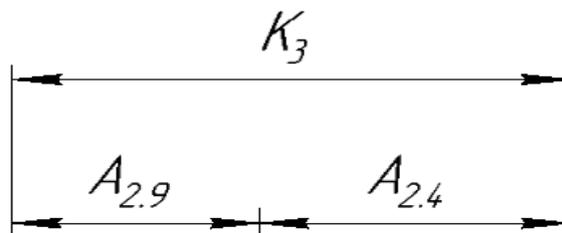


Рисунок 11 – Размерная схема для K_3

При шлифовании наружной поверхности $\varnothing 20\text{мм}$ происходит изменение размера фаски. Указанное изменение при угле фаски 45° может быть принято равным половине удаляемого при шлифовании припуска на диаметр $Z_{D6.5}/2$. Учитывая, что $Z_{D6.5}/2 = 0,54^{+0,013}_{-0,084}$ мм, имеем $A^* = \frac{Z_{D6.5}}{2} = 0,27^{+0,0065}_{-0,042} \approx 0,27^{+0,01}_{-0,04}$ мм. Для размера K_4 (см. рисунок 12): $TK_4 = 0,25 \geq TA_{2.5} + TA^{**} = 0,04 + 0,2 = 0,24$ мм, размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

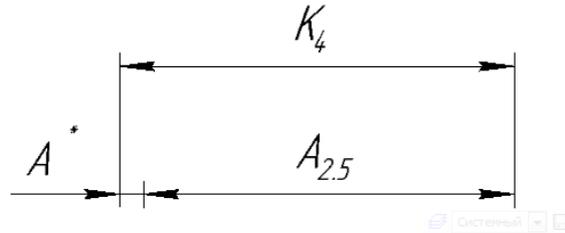


Рисунок 12 – Размерная схема для K_4

Для размера K_5 (см. рисунок 13):

$TK_5 = 0,43 \geq TA_{2.4} - TA_{6.1} = 0,2 - 0,1 = 0,1$ $0,43 \geq 0,1$ мм, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

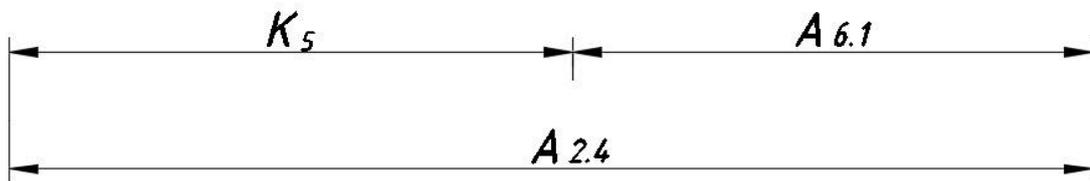


Рисунок 13 – Размерная схема для K_5

Для размера K_6 (см. рисунок 14):

$TK_6 = 0,74 \geq TA_{2.7} + TA_{2.9} + TA_{2.4} = 0,25 + 0,2 + 0,2 = 0,65$ мм, $0,74 \geq 0,65$ т. е. размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

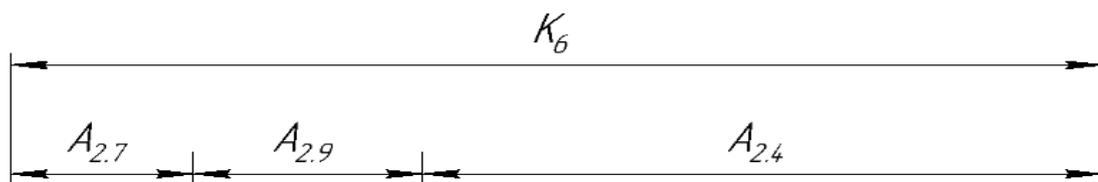


Рисунок 14 – Размерная схема для K_6

Для размера K_7 (см. рисунок 15): $TK_7 = 0,36 \geq TA_{2.8} = 0,2$ мм, $0,36 \geq 0,2$ т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

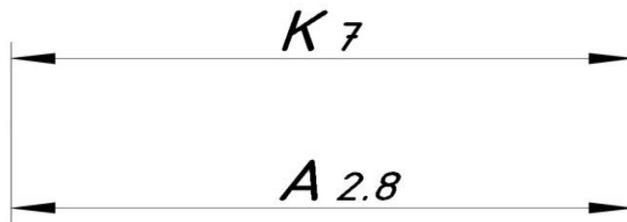


Рисунок 15 – Размерная схема для K_7

Найдем технологические размеры из двухзвенных размерных цепей:

по рисунку 9: $A_{2.9} = K_1 = 13,5 \pm 0,215$ мм;

по рисунку 13: $A_{2.8} = K_5 = 7,5 \pm 0,18$ мм.

Размеры K_1 и K_5 выдерживаются непосредственно.

Находим размер $A_{2.4}$ (см. рис. 11):

$$K_3^c = A_{2.9}^c + A_{2.4}^c;$$

$$K_3^c = K_3 + \frac{BOK_3 + HOK_3}{2} = 68 + \frac{0 - 0,74}{2} = 67,63 \text{ мм};$$

$$A_{2.9}^c = A_{2.9} + \frac{BOA_{2.9} + HOA_{2.9}}{2} = 13,5 + \frac{0,215 - 0,215}{2} = 13,5 \text{ мм};$$

$$A_{2.4}^c = K_3^c - A_{2.9}^c = 67,63 - 13,5 = 54,13 \text{ мм}.$$

Получим: $A_{2.4} = 54,13 \pm 0,2$ мм. После округления окончательно запишем:

$$A_{2.4} = 54,1 \pm 0,2 \text{ мм}.$$

Находим размер $A_{2.7}$ (см. рис. 14):

$$K_6^c = K_3^c + A_{2.7}^c;$$

$$K_6^c = K_6 + \frac{BOK_6 + HOK_6}{2} = 76 + \frac{0 - 0,74}{2} = 75,63 \text{ мм};$$

$$A_{2.7}^c = K_6^c - K_3^c = 75,63 - 67,63 = 8 \text{ мм}.$$

Получим: $A_{2.7} = 8 \pm 0,25$ мм.

Находим размер $A_{6.1}$ (см. рис. 10):

$$K_2^c + A_{6.1}^c = K_3^c;$$

$$K_2^c = K_2 + \frac{BOK_2 + HOK_2}{2} = 31 + \frac{0 - 0,62}{2} = 30,69 \text{ мм};$$

$$A_{6.1}^c = K_3^c - K_2^c = 67,63 - 30,69 = 36,94 \text{ мм}.$$

Получим: $A_{6.1} = 36,94 \pm 0,1$ мм. После округления окончательно запишем:

$$A_{6.1} = 37 \pm 0,1 \text{ мм.}$$

Находим размер $A_{2.5}$ (см. рис. 12):

$$K_4^c = A_{2.5}^c + A^*;$$

$$K_4^c = K_4 + \frac{BOK_4 + HOK_4}{2} = 1 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 1 \text{ мм};$$

$$A^{c*} = A^* + \frac{BOA^* + HOA^*}{2} = 0,27 + \frac{0,01 - 0,04}{2} = 0,255 \text{ мм};$$

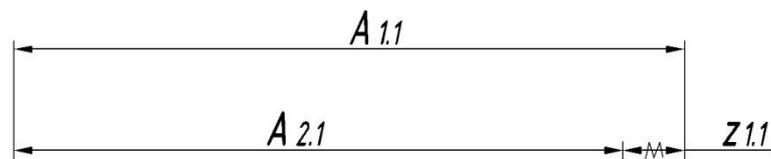
$$A_{2.5}^c = K_4^c - A^{c*} = 1 - 0,255 = 0,745 \text{ мм.}$$

Получим: $A_{2.5} = 0,745 \pm 0,2$ мм. После округления окончательно запишем:

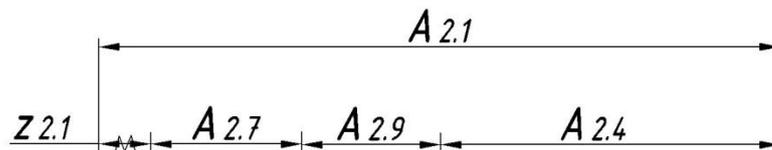
$$A_{2.5} = 0,8 \pm 0,2 \text{ мм.}$$

Расчет припусков.

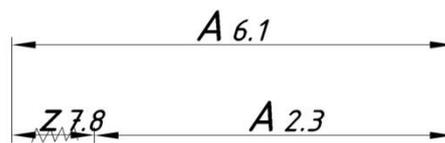
Расчет припусков выполним методом максимума-минимума.



$$z_{1.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 80_{-1} - 78_{-0.74} = 2_{-1}^{+0.74} \text{ мм.};$$



$$z_{2.1} = A_{2.1} - A_{2.7} - A_{2.9} - A_{2.4} = 78_{-0.74} - 8_{-0.2}^{+0.2} - 13.5_{-0.43} - 54.5_{-0.2}^{+0.2} = 2_{-1.14}^{+0.83} \text{ мм.};$$



$$z_{7.8} = A_{6.1} - A_{2.3} = 37_{-0.1}^{+0.1} - 36_{-0.1}^{+0.1} = 1_{-0.2}^{+0.2} \text{ мм.}$$

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

В таблице 10 представлен перечень используемого оборудования и паспортные данные этих станков. Выбор станков с ЧПУ обусловлен конфигурацией заготовки, имеющей в конструкции элементы, для обработки которых необходимо использование циклов обработки, что наиболее целесообразно реализовать на станках с ЧПУ.

Таблица 10 – Перечень используемого оборудования.

| № п/п | Наименование операции | Оборудование | Паспортные данные. | |
|-------|-----------------------|--|---|---------------|
| 005 | Заготовительная | Фрезерно-отрезной станок 8А631 | Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин | 6.6 |
| | | | Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин | 39.7 |
| | | | Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С) | Н |
| | | | Мощность двигателя кВт | 3 |
| | | | Число инструментов в магазине | 8 |
| | | | Габариты станка Длина Ширина Высота (мм) | 1850_980_1470 |
| | | | Масса | 1660 |
| | | | Диаметр заготовки мм | 110 |
| | | | Длина заготовки, мм | 360 |
| | | | Диаметр пилы, мм | 350 |
| 010 | Токарная ЧПУ | Токарно-винторезный станок ЧПУ 16К20Ф3 | Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм | 1000 |
| | | | Высота оси центров над плоскими направляющими станины, мм | 215 |
| | | | Пределы оборотов, оборотов/минуту | 12,5-1600 |
| | | | Пределы продольных подач, мм/оборот | 0,05-2,8 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------|----------------------------|---|---|------------|-----------|------------|-----|--------------|-----|
| | | | Пределы поперечных подач, мм/оборот | 0,002-0,11 | | | | | | |
| | | | Мощность электродвигателя главного привода, кВт | 11 | | | | | | |
| | | | Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм | 400 | | | | | | |
| | | | Наибольший диаметр обработки над □оперечными салазками суппорта, мм | 220 | | | | | | |
| | | | Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм | 50 | | | | | | |
| | | | Длина | 2995 | | | | | | |
| | | | Ширина | 1190 | | | | | | |
| | | | Высота | 1500 | | | | | | |
| | | | Масса, кг | 305 | | | | | | |
| 015 | Вертикально-фрезерная | Вертикально-фрезерный 6P12 | Размеры рабочей поверхности стола мм | 320x1250 | | | | | | |
| | | | Наибольшее перемещение стола, мм | <table border="1"> <tr> <td>продольное</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>поперечное</td> <td>320</td> </tr> <tr> <td>вертикальное</td> <td>420</td> </tr> </table> | продольное | 800 | поперечное | 320 | вертикальное | 420 |
| продольное | 800 | | | | | | | | | |
| поперечное | 320 | | | | | | | | | |
| вертикальное | 420 | | | | | | | | | |
| | | | Расстояние от оси горизонтального (торца вертикального) шпинделя до рабочей поверхности стола, мм | 3-450 | | | | | | |
| | | | Пределы частот вращения основного шпинделя, мин ⁻¹ | 31.5-1600 | | | | | | |
| | | | Диапазон подач стола, мм/мин | <table border="1"> <tr> <td>продольных</td> <td>12.5-1600</td> </tr> </table> | продольных | 12.5-1600 | | | | |
| продольных | 12.5-1600 | | | | | | | | | |

| | | | | | |
|-----|-----------------|---------------------------------------|--|--------------|--------------|
| | | | | и поперечных | |
| | | | | вертикальных | 4.1-530 |
| | | | Наибольшая масса обрабатываемой детали (с приспособлением), кг | | 40 |
| | | | Мощность электродвигателей приводов, кВт | подач | 3 |
| | | | | шпинделя | 7.5 |
| | | | Конус основного шпинделя по ГОСТ 30064-93 | | N50 |
| | | | Габаритные размеры станка 6Т12, мм | | 2280x1965x |
| | | | | | |
| | | | Масса станка с электрооборудованием, кг | | 3250 |
| | | | | | |
| 020 | Фрезерная с ЧПУ | Фрезерный обрабатывающий центр МС-032 | Размер стола (Д x Ш) | мм | 700 x 320 |
| | | | Ширина и количество Т-образных пазов | мм x шт | 3 x 14 x 110 |
| | | | Наибольшая нагрузка на стол | кг | 150 |
| | | | Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны | мм | 430 |
| | | | Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола | мм | 140-520 |
| | | | X/Y/Z Перемещение | мм | 450/350/380 |
| | | | X/Y/Z тип направляющих | | Линейные |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--------|---------------------|
| | | | X/Y/Z Скорость быстрых перемещений | м/мин | 30/30/30 |
| | | | Скорость подачи | мм/мин | 1~10000 |
| | | | X/Y/Z Наибольший момент на электродвигателях приводов | Нм | 7/ 7/ 7 |
| | | | Мощность электродвигателя главного привода | кВт | 55/ 7.5 |
| | | | Диапазон частот вращения шпинделя | об/мин | 10000 |
| | | | Конус шпинделя (7:24) | | BT40(7/24) |
| | | | Емкость магазина инструмента | шт. | 12 |
| | | | Хвостовик инструмента | | BT40 |
| | | | Макс. масса инструмента | кг | 6 |
| | | | Максимальная диаметр/длина сменного инструмента | мм | 80/200 |
| | | | Время смены инструмента | сек | 3,5~8 |
| | | | Точность позиционирования | мкм | ±5 (микрон) |
| | | | Повторяемость | мкм | ±3 (микрон) |
| | | | Система ЧПУ | | FANUC 0i-TD |
| | | | Требуемое давление воздуха | МПа | 0.6 |
| | | | Потребляемая мощность станка | кВт | 15 |
| | | | Габаритные размеры (Д x Ш x В) | мм | 2450x 1590x 2200 |
| | | | Масса | кг | 2500 |

| | | | | |
|---|--------------------|---------------------------------|--|-----------------|
| 030 | Круглошлифовальная | Круглошлифовальный станок 3М174 | Размеры устанавливаемой заготовки (диаметр/длина), max | 400/2000 |
| | | | Размеры шлифования (диаметр/длина), max, мм | 400/1800 |
| | | | Масса устанавливаемой заготовки, max, кг | 1000 |
| | | | Длина перемещения стола, max, мм | 2000 |
| | | | Высота центров над столом, мм | 210 |
| | | | Класс точности по ГОСТ 8 | П |
| | | | Конус в шпинделе передней и пиноли задней бабок по ГОСТ 25557 | Морзе 6 |
| | | | Конец шлифовального шпинделя по ГОСТ 2323 (конусность 1:5), мм: номинальный диаметр | 100h11 |
| | | | Конец шлифовального шпинделя по ГОСТ 2323 (конусность 1:5), мм: диаметр опорных шеек | 110f7 |
| | | | Размеры шлифовального круга, max, мм: диаметр наружный/внутренний | 750/305 |
| | | | Размеры шлифовального круга, max, мм: высота | 80(100) |
| | | | Частота вращения шпинделя шлифовальной бабки, мин-1 | 1270 |
| | | | Частота вращения заготовки (регулируется бесступенчато, min/max мин-1) | 180/20 (360/40) |
| | | | Окружная скорость шлифовального круга, м/с | 50 (35) |
| Угол поворота верхнего стола (по час. стрелке/против час. стрелки), градус: | 2 / 5 | | | |

| | | | | |
|--|--|--|---|--------------------------|
| | | | Суммарная мощность эл/двигателей, кВт | 26,19 (23,98) |
| | | | Род тока | перем3- фазн |
| | | | Напряжение, В | 380 (220, 400, 415, 440) |
| | | | Частота тока, Гц | 50 (60) |
| | | | Габаритные размеры с отдельно расположенным оборудованием, мм | 6710x3690x2135 |
| | | | Масса нетто станка ЗМ174, кг | 11600 |

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

1.8.1 Токарная операция с ЧПУ: чистовое точение Ø20_{0,013}мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [табл.3, с. 116] – Т15К6.

1. Глубина резания: $t = Z = 1,73$ мм.
2. Подача по таблице 14 [4, с.266] для данной глубины резания:
 $s = 0,12$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ},$$

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

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл. 1, 5, 6 [4, с.261]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали Р9 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_V = 1,0$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{840} \right)^1 = 0,89$$

$$K_{MV} = 0,89; \quad K_{ПВ} = 0,9; \quad K_{ИВ} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 0,89 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1,73^{0,15} \cdot 0,12^{0,35}} \cdot 0,8 = 277 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{3,14 \cdot 20} = 4414 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 2000 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 2000}{1000} = 125 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

Глубина резания в формуле: $t = 1,73$ мм.

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{840}{750} \right)^{0,75} = 1,09$$

$$K_{MP} = 1,09; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{\Gamma P} = 0,93.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\Gamma P} = 1,09 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,9.$$

Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1,73^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 125^{-0,15} \cdot 0,9 = 1131 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1131 \cdot 125}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,3}{0,75} = 3,08 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$3,08 < 7,5$$

где $N_{\text{ст}}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

1.8.2. Режимы резания при фрезеровании лыски.

Характеристика режущего инструмента:

Инструмент: торцевая фреза (материал Т15К6) Ø100 ГОСТ 9473-80. [4, с.187]:

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 2 \text{ мм.}$$

$$B = 34,7 \text{ мм}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T = 180 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $m = 0,2$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$ – определены по таблице 39 [4, с.287].

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V},$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали Р9 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_V = 1,0$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{840} \right)^1 = 0,89$$

$$K_{MV} = 0,89; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,89 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{332 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 34,7^{0,2} \cdot 10^0} \cdot 0,8 = 277 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 277}{3,14 \cdot 100} = 885 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 800}{1000} = 251,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_Z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,1 \cdot 10 \cdot 800 = 800 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$S_{M\text{ст}} = 800 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{Z \text{ факт}} = \frac{S_{M\text{ст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{800}{10 \cdot 800} = 0,1 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^V} \cdot K_{MP},$$

Значения коэффициентов: $C_p = 825$; $x = 1$; $y = 0,75$; $u = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По таблице 9 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{840}{750}\right)^{0,3} = 1,03.$$

Окружная сила:

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 34,7^{1,1} \cdot 10}{100^{1,3} \cdot 800^{0,2}} \cdot 1,03 = 999 \text{ Н.}$$

8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_Z D}{2 \cdot 100} = \frac{999 \cdot 100}{2 \cdot 100} = 499,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{999 \cdot 251,2}{1020 \cdot 60} = 4,1 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

1.8.3. Режимы резания при фрезеровании стружечной канавки зубьев сверла.

Характеристика режущего инструмента:

Инструмент: концевая фреза (материал Р6М5) Ø20 ГОСТ 17026-71. [4, с.186]:1.

Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 14,7 \text{ мм.}$$

$$B=31 \text{ мм – длина канавки}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 33 [4, с.283]:

$$S_z = 0,08 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [4, с.290]:

$$T=120 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 48,5$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $m = 0,2$; $y = 0,4$; $u = 0,1$;

$p = 0,1$ – определены по таблице 39 [4, с.287].

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V}$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали Р9 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1,0 \quad n_V = 1,0$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{N_V} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{840} \right)^1 = 0,89$$

$$K_{MV} = 0,89; \quad K_{ПV} = 0,9; \quad K_{ИV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 0,89 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,8.$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 125^{0,25}}{120^{0,2} \cdot 14,7^{0,3} \cdot 0,08^{0,4} \cdot 57^{0,2} \cdot 10^{0,1}} \cdot 0,8 = 22,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 22,8}{3,14 \cdot 125} = 57,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 50 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 50}{1000} = 19,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,08 \cdot 10 \cdot 50 = 40 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

$$S_{M_{\text{ст}}} = 40 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{z \text{ факт}} = \frac{S_{M_{\text{ст}}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{40}{10 \cdot 50} = 0,08 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^v} \cdot K_{MP},$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ – определены по таблице 41 [4, с.291].

По табл. 9 [4, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{840}{750} \right)^{0,3} = 1,03.$$

Окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14,7^{0,86} \cdot 0,08^{0,72} \cdot 57^1 \cdot 10}{125^{0,86} \cdot 50^0} \cdot 1,03 \\ = 10307,5 \text{ Н.}$$

8. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{10307,5 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 6442 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{10307,5 \cdot 19,6}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

1.8.4 Круглошлифовальная операция: шлифование поверхности

Ø20_{-0,013}мм

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

ПВ 250×10×32 24А 40 СМ2 К1 ГОСТ 2424-83.

Стойкость инструмента T=7 мин.

1. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60}, \quad (16)$$

где D_K - диаметр круга; n_K - частота вращения шпинделя.

Тогда:

$$V_K = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 2500}{1000 \cdot 60} = 32,71 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Скорость детали принимаем в соответствии с рекомендациями, приведенными в таблице 55 [4, с. 301]: $V_{\text{заг}} = 30$ м/мин.

$$n_3 = \frac{1000 \cdot V_3}{\pi \cdot D_3} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 20} = 477 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем $n_3 = 450$ об/мин, тогда:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 450}{1000} = 28,26 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Глубину резания выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $t = 0,01$ мм.

4. Продольную подачу выбираем по таблице 55 [4, с. 301]: $s = 2,5$ мм.

$$S_B = S_{Bt} \cdot K_{SB},$$

$$K_{SB} = K_M \cdot K_D \cdot K_T \cdot K_{VK} \cdot K_h \cdot K_{IT} \cdot K_R, \quad \text{где}$$

K_M – коэффициент, учитывающий обрабатываемый материал;

K_R – коэффициент, учитывающий радиус галтели детали;

K_D – коэффициент, учитывающий диаметр шлифовального круга;

K_T – коэффициент, учитывающий стойкость круга;

K_{VK} – коэффициент, учитывающий скорость круга;

K_h – коэффициент, учитывающий припуск на обработку;

K_{IT} – коэффициент, учитывающий точность обработки.

$$K_M = 0,66; K_D = 0,42; K_T = 0,72; K_{VK} = 1,0; K_h = 1,16; K_{IT} = 0,5; K_R = 1,0;$$

$$S_B = 2,5 \cdot 0,66 \cdot 0,42 \cdot 0,72 \cdot 1,0 \cdot 1,16 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,26 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Радиальную подачу на двойной ход выбираем по таблице 162 [5, с. 345]:

$$S_{2ХТ} = 0,031 \text{ мм.}$$

$$S_{2X} = S_{2ХТ} \cdot K_{S2X},$$

$$K_{S2X} = K_M \cdot K_D \cdot K_T \cdot K_{VK} \cdot K_h \cdot K_{IT} \cdot K_R$$

$$K_M = 0,66; K_D = 0,42; K_T = 0,72; K_{VK} = 1,0; K_h = 1,16; K_{IT} = 0,5; K_R = 1,0.$$

$$S_{2ХТ} = 0,031 \cdot 0,66 \cdot 0,42 \cdot 0,72 \cdot 1,0 \cdot 1,16 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,0036 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

5. Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot b^z,$$

где d – диаметр шлифования; значения коэффициента C_N и показателей степени по таблице 56 [4, стр. 303].

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; z = 0$$

Тогда:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y = 2,2 \cdot 28,26^{0,5} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 2,5^{0,55} = 1,93 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{cm} \cdot \eta$$

где $N_{cm} = 7,5$ кВт – мощность главного электродвигателя в кВт;

$\eta = 0,9$ – КПД привода.

$$1,93 < 7,5 \cdot 0,9 = 6,75.$$

Режимы резания для остальных операций можно посмотреть в операционной карте изготовления детали «Сверло центровочное».

1.9 Нормирование технологического процесса

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\text{вр}} + l_1 + l_2, \text{ мин},$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

$l_{\text{вр}}$ – величина врезания инструмента, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм.

l_2 – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_1 = l_2 = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$L_{\text{вр}} = \frac{t}{\text{tg } \varphi},$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_1 + l_2) \cdot i}{S \cdot n}$$

010 Токарная операция ЧПУ

Переход 1: подрезка торца, рис. 14

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(17 + 2 \cdot \text{ctg}45^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1500} = 0,035 \text{ мин.}$$

Переход 1: точить Ø20мм предварительно, рис. 15

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(37 + 5ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 2000} = 0,063 \text{ мин.}$$

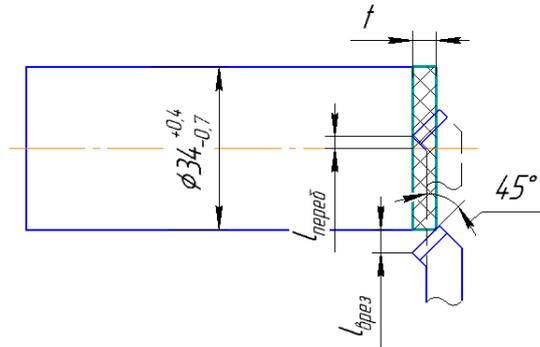


Рисунок 14 – Схема подрезки торца

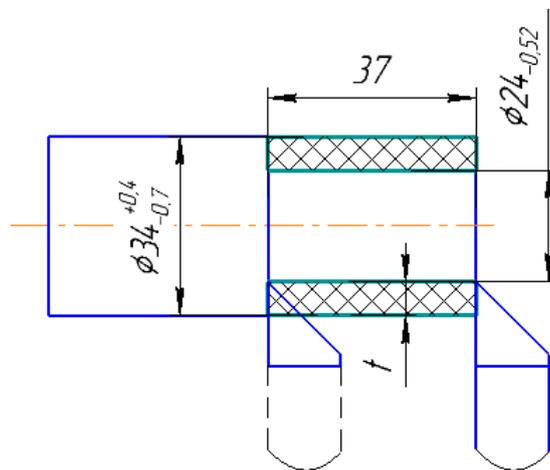


Рисунок 15 – Схема чернового точения Ø20мм

Переход 1: точить Ø31мм, рис. 16

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(17,5 + 1,5 \cdot ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1600} = 0,004 \text{ мин.}$$

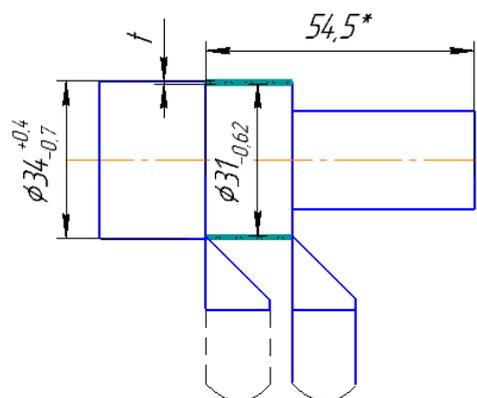


Рисунок 16 - Схема точения Ø31мм

Переход 2: точить Ø20мм окончательно, рис. 17

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(37 + 1,73ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 2000} = 0,05 \text{ мин.}$$

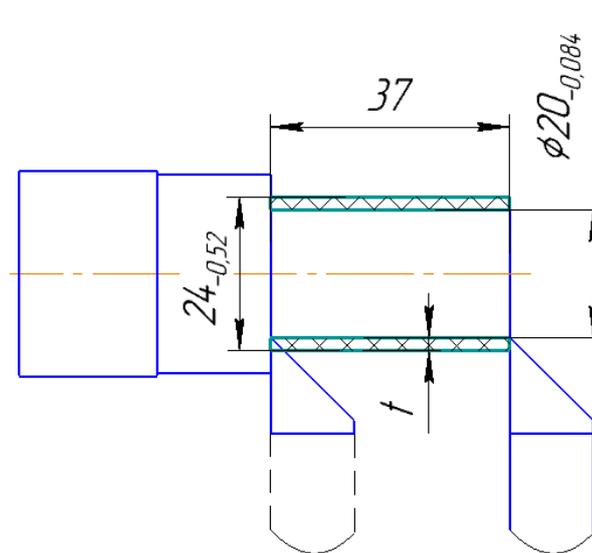


Рисунок 17 – Схема чистового точения Ø20мм

Переход 3: точение канавки для выхода шлифовального круга:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(2 + 0,6ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин.}$$

Переход 4: точение фаски 1x45°:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(1 + 1ctg45^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 2000} = 0,005 \text{ мин.}$$

Переход 5 и 7: сверление центровочного отверстия:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m} = \frac{(5,44 + 1,25 + 0 + 1) \cdot 1}{0,04 \cdot 2000} = 0,096 \text{ мин.}$$

$$l_{вр} = 0,5d_{св} = 0,5 \cdot 2,5 = 2,5 \text{ мм.}$$

Переход 6: подрезка торца, рис. 18

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(17 + 2 \cdot ctg45^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 1500} = 0,035 \text{ мин.}$$

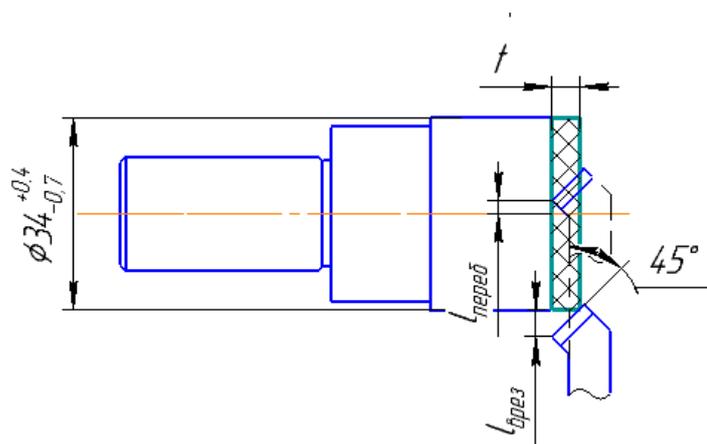


Рисунок 18 – Схема подрезки торца

Переход 6: точение вспомогательного центра $\phi 6$ мм, рис. 19:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(8 + 5ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 3}{0,3 \cdot 2000} = 0,045 \text{ мин.}$$

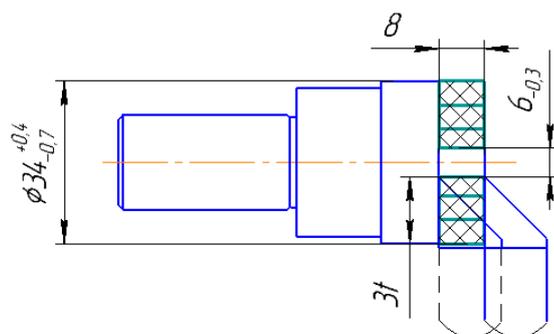


Рисунок 19 – Схема точения вспомогательного центра $\phi 6$ мм

Переход 6: обработка конусной части, рис. 20:

$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{подв}}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(15 + 5ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 3}{0,3 \cdot 2000} = 0,08 \text{ мин.}$$

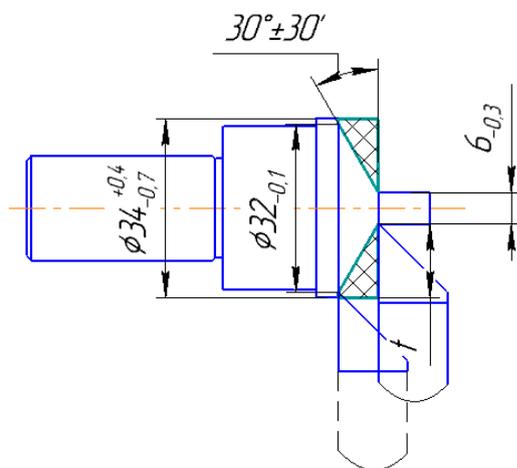


Рисунок 20 – Схема точения конусной части

Переход 6: точение поверхности Ø32мм, рис. 21:

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{s \cdot n} = \frac{(4,5 + 0,825ctg90^\circ + 0 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 2000} = 0,007 \text{ мин.}$$

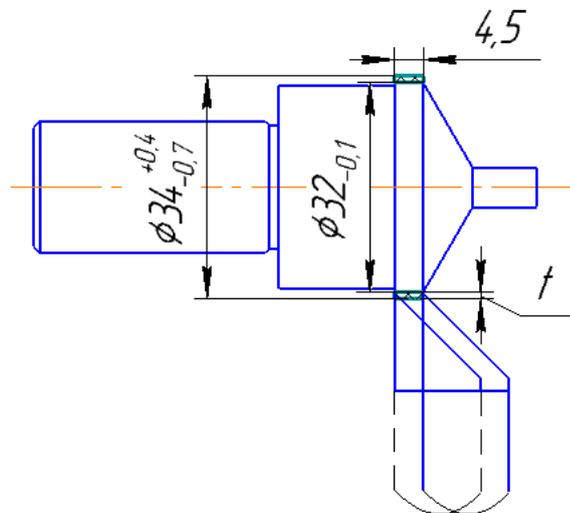


Рисунок 21 – Схема точения поверхности Ø32мм

Суммарное основное время токарной операции ЧПУ:

$$\sum t_o = 0,035 + 0,063 + 0,004 + 0,05 + 0,005 + 0,005 + 2 \cdot 0,096 + 0,035 + 0,045 + 0,08 + 0,007 = 0,512 \text{ мин}$$

015 Вертикально фрезерная операция: фрезерование лыски.

Основное время при фрезеровании торцевой фрезой определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L}{S_M} \cdot i \text{ мин,}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

S_M – подача, мм/мин.

i – число рабочих ходов.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{сх} + l_{пд}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \sqrt{\left(\frac{D_\Phi}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_\Phi}{2} - t\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{100}{2}\right)^2 - \left(\frac{100}{2} - 2\right)^2} = 14\text{мм}$$

где D_Φ - диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм.

$$t_o = \frac{L}{S_M} = \frac{11 + 14 + 1 + 1}{800} = 0,03\text{мин}$$

020 Фрезерная операция ЧПУ:

Переход 1: фрезерование зубьев сверла.

Основное время при фрезеровании концевой фрезой определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L}{S_M} \cdot i \text{ мин,}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

S_M – подача, мм/мин.

i – число рабочих ходов.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}$$

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \sqrt{\left(\frac{D_\Phi}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_\Phi}{2} - t\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{125}{2}\right)^2 - \left(\frac{125}{2} - 14,7\right)^2} = 40,2\text{мм}$$

где D_Φ - диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм.

$$t_o = \frac{L}{S_M} = \frac{57 + 40,2 + 1 + 1}{40} = 2,48 \text{ мин}$$

Переход 2: фрезерование затылка зубьев

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \sqrt{\left(\frac{D_\Phi}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_\Phi}{2} - t\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{16}{2}\right)^2 - \left(\frac{16}{2} - 0,64\right)^2} = 3\text{мм}$$

где D_ϕ - диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм.

$$t_o = \frac{L}{S_M} = \frac{32 + 3 + 1 + 1}{384} = 0,09 \text{ мин}$$

Переход 3: фрезерование торцов зубьев

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \sqrt{\left(\frac{D_\phi}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_\phi}{2} - t\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{16}{2}\right)^2 - \left(\frac{16}{2} - 0,64\right)^2} = 3 \text{ мм}$$

где D_ϕ - диаметр фрезы, мм;

t – глубина резания, мм.

$$t_o = \frac{L}{S_M} = \frac{32 + 3 + 1 + 1}{384} = 0,01 \text{ мин}$$

Суммарное основное время вертикально фрезерной операции ЧПУ:

$$\sum t_o = 4,96 + 0,01 + 0,01 = 4,98 \text{ мин}$$

035 Кругло шлифовальная операция:

Переход 1: шлифование $\varnothing 20$ мм:

Основное время кругло шлифовальной операции определяется по формуле:

$$t_o = \frac{L}{S_B \cdot B_K \cdot n_d} i \cdot K, \text{ мин.}$$

где a – припуск на сторону, мм;

K – коэффициент учитывающий время выхаживания;

Принимают для чистового шлифования: $K = 1,25 \dots 1,5$;

n_d - частота вращения детали, об/мин;

$$i = \frac{a}{S_{2X}} = \frac{0,54}{0,031} = 17,4;$$

$$t_o = \frac{L}{S_B \cdot B_K \cdot n_d} i \cdot K = \frac{37 \cdot 17,4 \cdot 1,5}{0,26 \cdot 23 \cdot 477} = 0,34 \text{ мин}$$

Переход 2: шлифование $\varnothing 32$ мм

$$i = \frac{a}{S_{2X}} = \frac{0,35}{0,031} = 11,2;$$

$$t_o = \frac{L}{S_B \cdot B_K \cdot n_d} i \cdot K = \frac{4,5 \cdot 11,2 \cdot 1,5}{0,26 \cdot 23 \cdot 298} = 0,04 \text{ мин}$$

Суммарное основное время кругло шлифовальной операции:

$$\sum t_o = 0,34 + 0,04 = 0,38 \text{ мин}$$

1.10 Расчет технологической стоимости изготовления детали «Сверло центровочное»

Важным показателем экономичности является технологическая себестоимость изготовления детали.

Рассчитаем технологическую себестоимость детали «Сверло центровочное».

$$C_{\text{ТХ}} = C_{\text{М}} + Z_{\text{полн.осн.раб.}} + K_{\text{расх.содерж.обор.}} + Ц_{\text{расх.}}$$

где $C_{\text{М}} = C_{\text{о}} - Ц_{\text{отх}} \cdot m_{\text{отх}}$ – стоимость основного материала заготовки за вычетом стоимости реализуемых отходов;

$Z_{\text{полн.осн.раб.}} = 1.54 C_{\text{тар.мин.}} \cdot t_{\text{шт}}$ – заработная плата основных рабочих отнесенная к одной детали;

$K_{\text{расх.содерж.обор.}} = 0.013 Z_{\text{полн.осн.раб.}} K_{\text{расх.с.об.}}$ – косвенные расходы на содержание и эксплуатацию оборудования отнесенные к одной детали, в зависимости от сложности используемого оборудования $K_{\text{расх.с.об.}} = 100..200\%$;

$Ц_{\text{расх.}} = 0.013 Z_{\text{полн.осн.раб.}} K_{\text{расх.ц}}$ – цеховые расходы на заработную плату всех работающих в цехе, кроме основных производственных рабочих, где

$$K_{\text{расх.ц.}} = 50..100\%.$$

Для расчета принимаем следующие данные:

$$C_{\text{о}} = 300 \text{ руб.}; \quad K_{\text{расх.с.об.}} = 150\%;$$

$$Ц_{\text{отх}} = 12 \text{ руб/кг}; \quad K_{\text{расх.ц.}} = 75\%;$$

$$m_{\text{отх}} = 0.35 \text{ кг}; \quad t_{\text{шт}} = 40 \text{ мин};$$

$$C_{\text{тар.мин.}} = 3.5 \text{ руб.}$$

Тогда технологическая стоимость изготовления детали «Сверло центровочное»:

$$C_{\text{ТХ}} = 300 - 12 \cdot 0.35 + 1.54 \cdot 3.5 \cdot 40 + 0.01 \cdot 1.54 \cdot 3.5 \cdot 150 + 0.01 \cdot 1.54 \cdot 3.5 \cdot 75 = \mathbf{523,5 \text{ руб.}}$$

2 Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Техническое задание (ТЗ) на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [6, стр. 175].

ТЗ на проектирование специального приспособления для получения лыски в заготовке приведено в таблице 11.

Таблица 11 – Проектирование специального приспособления

| Раздел | Содержание раздела |
|-----------------------------------|---|
| Наименование и область применения | Приспособление для фрезерования лыски в заготовке (сверло) глубиной $2^{+0,25}$ мм с углом наклона $2^{\circ}30'$ на вертикально-фрезерном станке 6Р12 (операция 015); |
| Основание для разработки | Операционная карта технологического процесса механической обработки сверла; |
| Цель и назначение разработки | Проектируемое приспособление должно обеспечить: - точную установку заготовки и надежное закрепление заготовки сверла, а так же постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров лыски и ее положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; - время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин; - рост производительности труда на данной операции на 10...15%. |
| Технические (тактико-технические) | Тип производства – мелкосерийный, программ выпуска деталей – 1000 ед. в год. Установочные и присоединительные размеры |

| | |
|--|--|
| <p>требования</p> | <p>приспособления должны соответствовать станку 6P12.</p> <p>Регулирование конструкции приспособления не допускается.</p> <p>Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.</p> <p>Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%.</p> <p>Входные данные о заготовке, поступающей на фрезерную операцию 015:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наружный диаметр обрабатываемой поверхности 20_{-0,033}мм Rz20мкм длиной 37мм - высота установочного торца заготовки Ø31/Ø20мм – 5,5мм по Rz20мкм. <p>Выходные данные операции 015:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лыска под углом 2°30' глубиной 2^{+0,25}мм. <p>Приспособление обслуживается оператором 3го разряда.</p> <p>Техническая характеристика станка 6P12:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рабочая поверхность стола 1250x320мм; - расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола 30-400мм; - ширина Т-образного паза стола – 18мм. <p>Характеристика режущего инструмента:</p> <p>Диаметр сверла 100_{-0,022}мм;</p> <p>Материал твердый сплав Т15К6.</p> <p>Операция выполняется за один переход.</p> |
| <p>Документация, используемая при разработке</p> | <p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.</p> <p>ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.</p> |
| <p>Документация</p> | <p>Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть),</p> |

| | |
|--------------------------|--|
| подлежащая разработке | чертеж общего вида для технического проекта приспособления для фрезерования лыски, спецификация. |
|--------------------------|--|

Имея технические решения и исходные данные, представленные в ТЗ (табл.11), приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела – создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Заготовка зажимается в призматических губках 2. Усилия от пневмоцилиндра 15 передаются с помощью штока на подвижную часть тисков 4. При подаче сжатого воздуха с помощью распределительного крана в верхнюю полость пневмоцилиндра 15 поршень вместе со штоком идет влево, приводя в движение тиски и давит на губку 2, которая зажимает заготовку. При подаче сжатого воздуха в нижнюю полость происходит разжим заготовки.

2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

Для выбранного приспособления сформирует технические требования:

1. Устройство должно работать при давлении сжатого воздуха в пневмосистеме 0,4 ... 0,6 МПа при температуре наружной среды от +5°C до +50°C.

3. Пневмоцилиндр испытать на герметичность под давлением сжатого воздуха 1 МПа. Утечка воздуха через уплотнения и резьбовые соединения не допускается.

4. Перемещение подвижных элементов должно быть плавным без рывков и заеданий.

5. Поверхности трения смазать тонким слоем солидола Усс ГОСТ 4366-76.

6. После сборки приспособление испытать в течении 12 часов под давлением 1 МПа.

7. Маркировать: номер партии, товарный знак завода изготовителя. Неработающие поверхности приспособления окрасить эмалью НЦ-246 серая У4ГОСТ 9825-73.

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями - параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.4 Точностной расчёт приспособления

Для расчетного параметра принимаем допуск выполняемого размера $2^{+0,25}$ мм.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ используем формулу [6, стр. 151]:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_6)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{п}^2 + \varepsilon_{и}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}$$

где δ – допуск выполняемого размера, равен 0,25 мм,

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения [6, стр. 151],

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках [6, стр. 152],

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления [6, стр. 152],

$\varepsilon_6 = 0$ – погрешность базирования в приспособлении (в данном случае равна нулю, т.к. технологическая база совпадает с конструкторской и нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого,

$\varepsilon_3 = 0$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, так как усилие закрепления перпендикулярна выдерживаемому размеру

$\varepsilon_y = 0$ мм – погрешность установки приспособления на станке, т.к. погрешность установки относительно T-образных пазов стола станка не влияет на точность обработки лыски

$\varepsilon_{п} = 0,02$ мм – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления [6 стр. 169]

$\varepsilon_{и} = 0,005$ мм – погрешность от перекоса (смещения) инструмента

$\omega = 0,09$ мм – экономическая точность обработки

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0,25 - 1,2\sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0 + 0 + 0,02^2 + 0,005^2 + (0,6 \cdot 0,09)^2} = 0,18\text{мм}$$

Принимаем $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,15\text{мм}$

Точность приспособления удовлетворяет заданным условиям.

2.5 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке

Исходя из принятой схемы компоновки, разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рисунок 24), учитывающий число, установочные размеры, тип зажимного устройства.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси (момент $M_{кр}$), этому противодействует момент сил трения $F_{тр1}$, $F_{тр2}$ возникающие в точках контакта заготовки и губок тисков, с плечом равному половине диаметра заготовки.

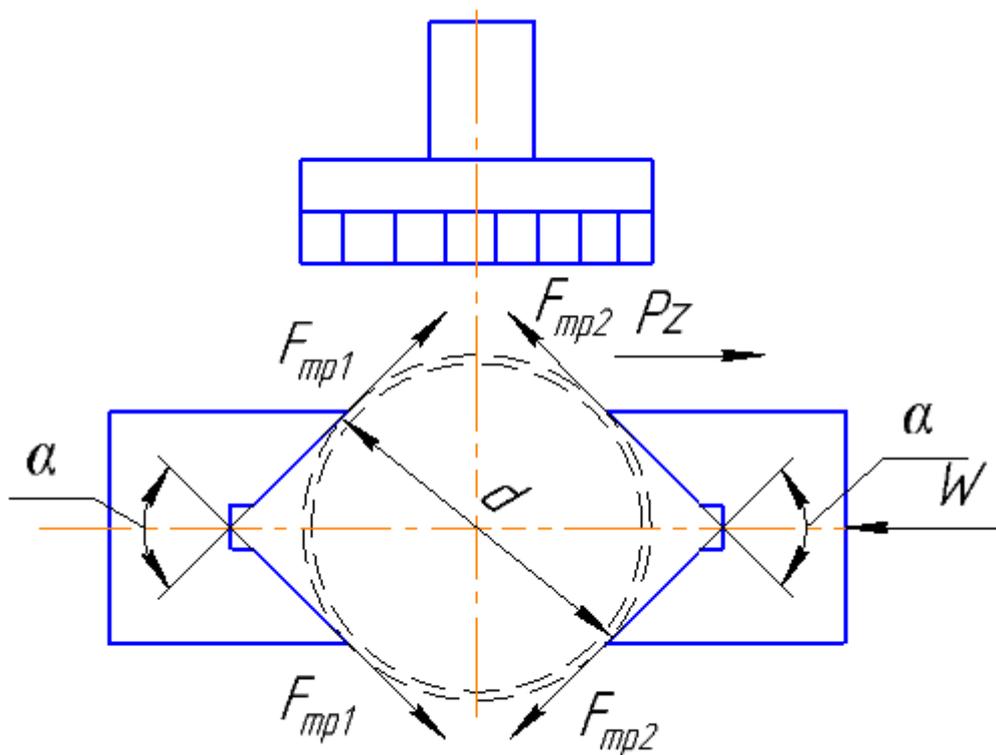


Рисунок 24 – Расчетная схема сил действующих при закреплении заготовки

2.6 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима и на исходном звене

Согласно выбранной схеме закрепления и силам определим усилие закрепления.

Уравнение равновесия:

$$\sum M = P_z \frac{d}{2} - (2F_{\text{тр}1} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{\text{тр}2} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2}$$

$$P_z \frac{d}{2} = 2F_{\text{тр}} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{\text{тр}} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{P_z \frac{d}{2}}{2 \frac{d}{2} \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{P_z}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{999}{2 \sin \frac{90}{2}} = 713,6 \text{ Н}$$

$$W = F_{\text{тр}} \cdot k/f$$

Где $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ – коэффициент запаса [6, стр. 85]

k_0 – коэффициент гарантированного запаса, принимаем $k_0=1,5$;

k_1 – коэффициент учитывающий неравномерность сил резания связанных с изменением величины припуска, $k_1=1$;

k_2 – коэффициент возрастания силы резания вследствие затупления инструмента. При фрезеровании $k_2=1,6$;

k_3 – коэффициент учитывающий изменение силы резания при прерывистом резании. $k_3=1$;

k_4 – коэффициент учитывающий непостоянство развиваемых приводом усилий закрепления. При использовании пневмоцилиндров $k_4=1$;

k_5 – коэффициент учитывающий удобство расположения рукояток управления, $k_5=1$;

k_6 – коэффициент учитывающий неопределенность контакта заготовки с установочными элементами. При использовании призматических губок $k_6=1,5$;

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,6$$

f – коэффициент трения, для материала стали по стали с высокой твердостью
– $f=0,6$

$$W = F_{\text{тр}} \cdot \frac{k}{f} = 713,6 \cdot \frac{3,6}{0,6} = 4281,6\text{Н}$$

На следующей стадии расчетов подбираем привод обеспечивающий расчетное усилие зажима.

2.7 Выбор и расчет силового привода

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр.

После определения усилия закрепления рассчитывается исходное усилие на приводе $W_{пр}$.

При расчетах используется уравнение $W = iW_{пр}$,

где i - коэффициент усиления, величина которого определяется кинематической схемой приспособления.

Для данной принципиальной схемы коэффициент усиления равен 1, т.к. зажим заготовки производится непосредственно с помощью штока без применения рычажного, передаточного и др. механизма.

$$i = 1$$

Следовательно, усилие на приводе равно $W = W_{пр} = 4281,6\text{Н}$

Зная усилие на приводе, рассчитаем параметры пневмоцилиндра, к которым относятся диаметры цилиндра и штока.

Диаметр цилиндра определим согласно формуле:

$$W_{пр} = \pi/4D^2p\eta, \text{ где}$$
$$D = \sqrt{\frac{4W_{пр}}{\pi p\eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4281,6}{3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9}} = 110\text{мм}$$

$W_{пр}$ – усилие на приводе,

p – давление в пневмосети, $p = 0,5$ Мпа,

η - КПД, $\eta = 0,9$.

Принимаем диаметр цилиндра согласно ГОСТ 15608-81 равным 125мм.

Диаметр штока определяется по следующей зависимости

$d_{шт} = 0,25D_{ц}$, подставив все необходимые значения, получаем:

$$d_{шт} = 0,25 \cdot 125 = 31,25 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр штока равный $d_{шт} = 32\text{мм}$

Определяем фактические значения усилия на приводе и усилия закрепления:

$$W_{\phi} = \frac{D_{\phi}^2 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{125^2 \cdot 3,14 \cdot 0,5 \cdot 0,9}{4} = 5519H$$

Данное усилие удовлетворяет заданным условиям.

2.8 Проектирование технологии сборки приспособления

Составим технологическую карту сборки приспособления для горизонтально-фрезерной операции обработки лыски, табл.12

Таблица 12 – Маршрут технологического процесса сборки специального приспособления

| № операции | Название операции | Содержание |
|------------|-------------------|---|
| 005 | Сборка корпуса | <ol style="list-style-type: none">1. Выставить корпус 1 на стол станка с помощью шпонки 6, установив шайбы 13, закрутить болты 72. Выставить шпильки 12, завинтить их гайками 10, с помощью лапок 5 зафиксировать пневмоцилиндр 153. Закрутить болты 9 с установленными шайбами 144. Установить зажим 4 с помощью гайки 11, закрутив ее на штоке пневмоцилиндра5. Установить ось 3, закрутив гайку 116. Установить губки тисков с помощью болтов 8 и шайб 13 |
| 010 | Контрольная | Проверить отклонение от перпендикулярности губок тисков 2 относительно основания корпуса; |

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Умение рационально и эффективно использовать ресурсы является неотъемлемой частью ресурсоэффективности и ресурсосбережения финансового менеджмента.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является разработка технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное», отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить потенциальных потребителей разработанного технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»;
- проанализировать конкурентные технические решения по технологии QuaD;
- структурировать работу в рамках разработки технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения разработки технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное»;
- рассчитать бюджет разработки технологического процесса детали «Сверло центровочное».

В качестве потенциальных потребителей технологического процесса на изготовление детали «Сверло центровочное» является конструкторско-технологический отдел ООО «ПК МИОН».

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 13 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|---|---------------------|--------------|--------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Производительность труда рабочего | 0,07 | 70 | 100 | 0,7 | 0,049 |
| 2. Время изготовления детали «Сверло центровочное» | 0,19 | 74 | 100 | 0,74 | 0,1406 |
| 3. Качество изготовления детали «Сверло центровочное» | 0,28 | 99 | 100 | 0,99 | 0,2772 |
| 4. Вид получения заготовки детали | 0,12 | 65 | 100 | 0,65 | 0,078 |

| | | | | | |
|--|----------|------------|------------|-------------|-------------|
| «Сверло центровочное» | | | | | |
| 5. Уровень квалификации рабочего | 0,05 | 50 | 100 | 0,5 | 0,025 |
| 6. Количество операций технологического процесса | 0,05 | 64 | 100 | 0,64 | 0,032 |
| 7. Гибкость технологического процесса | 0,03 | 28 | 100 | 0,28 | 0,0084 |
| 8. Цена детали «Сверло центровочное» | 0,08 | 24 | 100 | 0,24 | 0,0192 |
| 9. Уровень сложности изготовления детали «Сверло центровочное» | 0,05 | 70 | 100 | 0,7 | 0,035 |
| 10. Уровень автоматизации технологического процесса | 0,08 | 82 | 100 | 0,82 | 0,0656 |
| Итого | 1 | 626 | 100 | 6,26 | 0,73 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 4,9 + 14,06 + 27,72 + 7,8 + 2,5 + 3,2 + 0,84 + 1,92 + 3,5 + 6,56 = 73$$

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Значение $P_{cp} = 73$ показывает, что перспективность разработки технологического процесса изготовления детали «Сверло центровочное» на рынке выше среднего.

3.3 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 14 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|-----------------------|-------|--|----------------------------------|
| Подготовительный этап | 1 | Составление и утверждение темы ВКР | Научный руководитель, студент |
| | 2 | Календарное планирование работ по ВКР | Научный руководитель |
| | 3 | Подбор материалов по теме ВКР | Студент |
| | 4 | Изучение, анализ, систематизация материалов по выбранной теме ВКР | Студент |
| Основной этап | 5 | Выполнение технологической части ВКР | Студент |
| | 6 | Согласование выполненной технологической части ВКР с научным руководителем | Научный руководитель Студент |
| | 7 | Выполнение конструкторской части ВКР | Студент |
| | 8 | Согласование выполненной конструкторской части ВКР с научным руководителем | Научный руководитель, Студент |
| Заключительный этап | 9 | Выполнение других частей работы | Студент |
| | 10 | Подведение итогов, оформление работы по стандарту | Студент |

3.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки ТП, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость разработки ТП оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$$t_{ожі} = \frac{(3*5)+(2*30)}{5} = \frac{75}{5} = 15 \text{ чел.-дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

$$T_{pi} = \frac{15}{1} = 15 \text{ дней.}$$

3.5 Разработка графика проведения научного исследования

В данном разделе на примере диаграммы Ганта разработан график проведения ВКР с целью расчета времени на проделанные работы.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 102 - 16} = 1,48$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 15).

Таблица 15 - Временные показатели проведения научного исследования

| Название работы | Трудоемкость работ | | | Исполнители | Длительность работ в рабочих днях, Т _{рi} | Длительность работ в календарных днях, Т _{кi} |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--|--|
| | t _{min} , чел-дни | t _{max} , чел-дни | t _{ожi} , чел-дни | | | |
| Составление и утверждение темы ВКР | 1 | 2 | 1,4 | Научный руководитель, студент | 0,7 | 1 |
| Календарное планирование работ по ВКР | 2 | 4 | 2,8 | Научный руководитель | 2,8 | 4 |
| Подбор материалов по теме ВКР | 3 | 5 | 3,8 | Студент | 3,8 | 6 |
| Изучение, анализ, систематизация материалов по выбранной теме ВКР | 8 | 10 | 8,8 | Студент | 8,8 | 13 |
| Выполнение технологической части ВКР | 20 | 25 | 22 | Студент | 22 | 33 |
| Согласование выполненной технологической части ВКР с научным | 1 | 4 | 2,2 | Научный руководитель, студент | 1,1 | 2 |

| | | | | | | |
|--|----|----|------|-------------------------------|------|----|
| руководителем | | | | | | |
| Выполнение конструкторской части ВКР | 14 | 22 | 17,2 | Студент | 17,2 | 25 |
| Согласование выполненной конструкторской части ВКР с научным руководителем | 2 | 4 | 2,8 | Научный руководитель, студент | 2,8 | 8 |
| Выполнение других частей работы | 1 | 3 | 1,8 | Студент | 0,9 | 1 |
| Подведение итогов, оформление работы по стандарту | 3 | 4 | 3,4 | Студент | 3,4 | 5 |

На основе табл. 15 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 16 - Календарный план-график проведения ВКР

| № работ | Вид работ | Исполнители | Кол-во дней, Ткі | Продолжительность выполнения работ, календарные дни | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|-------------------------------|------------------|---|---|---|-----------|---|---|-------------|---|---|----------|---|---|--|
| | | | | Февраль 2017 | | | Март 2017 | | | Апрель 2017 | | | Май 2017 | | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Составление и утверждение темы ВКР | Научный руководитель, студент | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Календарное планирование работ по ВКР | Научный руководитель | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Подбор материалов по теме ВКР | Студент | 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Изучение, анализ, систематизация материалов по выбранной | Студент | 13 | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-------------------------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | теме ВКР | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Выполнение технологической части ВКР | Студент | 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Согласование выполненной технологической части ВКР с научным руководителем | Научный руководитель, студент | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Выполнение конструкторской части ВКР | Студент | 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Согласование выполненной конструкторской части ВКР с научным руководителем, студент | Научный руководитель, студент | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | научным руководителем | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Выполнение других частей работы | Студент | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Подведение итогов, оформление работы по стандарту | Студент | 5 | | | | | | | | | | | | |



- студент,



- научный руководитель.

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине декады февраля. Первые две работы выполняются одновременно. По графику видно, что некоторые виды работы выполняются 3 декады в одном месяце. Такие работы, как составление и утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы во второй половине второй декады мая.

3.6 Бюджет разработки технологического процесса (ТП) изготовления детали «Сверло центровочное»

При планировании бюджета разработки ТП должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета разработки ТП используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты на разработку ТП;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.6.1 Расчет материальных затрат на разработку ТП

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i * N_{расхi}, \quad (6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при разработке ТП;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при разработке ТП (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, дырокол, USB-накопитель, карандаш, тетрадь, краска для принтера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 17.

Таблица 17 – Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы (З _м), руб. |
|---------------------|-------------------|------------|-------------------|--|
| Бумага | лист | 250 | 1,5 | 375 |
| Ручка | Шт. | 2 | 32 | 64 |
| USB накопитель | .М/бит (пакет) | 1 | 280 | 280 |
| Дырокол | Шт. | 1 | 120 | 120 |
| Карандаш | Шт. | 1 | 22 | 22 |
| Тетрадь | Шт | 1 | 50 | 50 |
| Краска для принтера | Упак. (50 мл.) | 0,6 | 350 | 210 |
| Итого: | | | | 1121 |

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1121 рубль.

3.6.2 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 6.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_p \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Таблица 18 – Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней | 365 | 365 |
| Количество нерабочих дней | | |
| - выходные | 118 | 118 |
| - праздничные | | |
| Потери рабочего времени | | |
| - отпуск | 48 | 72 |
| - невыходы по болезни | | |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 199 | 175 |

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{TC} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, \quad (10)$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{TC});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{TC});

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Таблица 19 - Расчет основной заработной платы

| Исполнители | Z_{TC} , тыс. руб. | $k_{пр}$ | k_d | k_p | Z_M , тыс. руб. | $Z_{дн}$, тыс. руб. | Тр, раб. дн. | $Z_{осн}$, тыс. руб. |
|-------------------------------------|----------------------------|----------|-------|-------|-------------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| Руководитель | 26,3 | 0,3 | 0,4 | 1,3 | 58,12 | 3,04 | 8 | 24,32 |
| Студент | 17,0 | 0,2 | 0,2 | 1,3 | 30,98 | 1,98 | 92 | 182,16 |
| Итого $Z_{осн}$: | | | | | | | | 206,48 |

Основная заработная плата научного руководителя составила 24,32 тыс. рублей, заработная плата студента – 182,16 тыс. рублей. Общая основная заработная плата составила 206,48 тыс. рублей.

3.6.3 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} * Z_{осн}, \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной: $Z_{\text{доп}} = 0,14 * 24,32 = 3,405$ тыс. руб., а для студента $Z_{\text{доп}} = 0,14 * 182,16 = 25,502$ тыс. руб.

3.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 20 - Отчисления во внебюджетный фонды

| Исполнитель | Основная заработная плата, тыс. руб. | Дополнительная заработная плата, тыс. руб. |
|--|--------------------------------------|--|
| Руководитель | 24,32 | 3,405 |
| Студент | 182,16 | 25,502 |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | 0,3 | |
| Итого: | 70,6 | |

По расчетам из таблицы 8 отчисления во внебюджетные фонды от научного руководителя – 8317 рублей, от студента – 62299 рублей. Общие отчисления составляют 70 616 рублей.

3.6.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов необходимо принять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = (206,48 + 28,907 + 1,121 + 70,6) \cdot 0,16 = 49137 \text{ рублей.}$$

3.6.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 21.

Таблица 21 - Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи | Сумма, руб. | Доля затрат |
|---|--------------------|--------------------|
| 1. Материальные затраты НИИ | 1121 | 0,0031 |
| 2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы | 206480 | 0,5796 |
| 3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 28907 | 0,0811 |
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) | 70616 | 0,1982 |
| 5. Накладные расходы | 49137 | 0,138 |
| 6. Бюджет затрат НИИ | 356261 | 1 |

Бюджет затрат на разработку ТП составил 356261 рублей.

3.7 Определение эффективности исследования

Разработанный технологический процесс позволит сократить затраты на приобретение материалов, заработной плате для рабочих, электроэнергии.

В результате выполнения работы будут достигнуты поставленные задачи по сокращению расходов на проектирование технологического процесса детали «Сверло центровочное».

При выполнении данного раздела были определены:

- потенциальные потребители (ООО «ПК МИОН»);
- перспективность выполнения работ ($P_{\text{ср}} = 73$);
- структура и очередность выполнения работ по проекту;
- трудоемкость выполнения работ (92 дня);
- бюджет затрат на выполнение проекта, которые составили 356261 рублей.

4. Социальная ответственность

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных для творческой работы инженера-технолога условий труда. Здесь рассмотрены вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

4.1 Анализ опасных и вредных факторов

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать опасные и вредные производственные факторы, которые приведены в таблице 22.

Таблица 22 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

| Наименование параметра | Допустимые значения |
|---|---------------------|
| Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора | 10В/м |
| Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора | 0,3А/м |
| Напряженность электростатического поля не должна превышать: | |
| для взрослых пользователей | 20кВ/м |
| средних специальных и высших учебных заведений | 15кВ/м |

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

4.1.1 Производственный шум

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания,

нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА.

К средствам коллективной защиты от шума относятся:

1.ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;

2.применение звукопоглощающих экранов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;

3.облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами (плиты минераловатные акустические стандартные ПА/С на синтетическом связующем, плиты акустические «Силакпор» из газосиликатного бетона и т.д.).

В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противозумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 12. 4. 011-89 ССБТ).

4.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных

относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл 22.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м².

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

4.1.3 Микроклимат

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы

устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 23).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше 19,5 м³/человека с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 24.

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

Таблица 23 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

| Период года | Параметр микроклимата | Величина |
|-------------|---------------------------------|----------------|
| Холодный | Температура воздуха в помещении | 22... 24 °С |
| | Относительная влажность | 40... 60 % |
| | Скорость движения воздуха | до 0,1 м/с |
| Теплый | Температура воздуха в помещении | 23... 25 °С |
| | Относительная влажность | 40... 60 % |
| | Скорость движения воздуха | 0,1... 0,2 м/с |

Таблица 24 – Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

| <i>Характеристика помещения</i> | <i>Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м³ /на одного человека в час</i> |
|--|---|
| Объем до 20 м ³ на человека | Не менее 30 |
| 20—40 м ³ на человека | Не менее 20 |
| Более 40 м ³ на человека | Естественная вентиляция |
| Помещение без окон и световых фонарей | Не менее 60 |

4.1.4 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50Гц. По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение с землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Безопасные номиналы:

$$U=12-36В$$

$$I=0,1 А$$

$$R_{\text{зазем}}=4 \text{ Ом}$$

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

1. при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
2. при однофазном (однополюсном) прикосновении незащищенного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
3. при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
4. при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;

5. при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

1. изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
2. установки защитного заземления;
3. наличие общего рубильника;
4. своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

В качестве средств индивидуальной защиты используют защитные комплекты для защиты работающего от электрической дуги (термостойкие костюмы), специализированную обувь, прорезиненные коврик, резиновые перчатки, инструмент (отвертки, паяльники, кусачки и т.д.) с прорезиненными ручками.

4.1.5 Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

1. облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дБ);
2. экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм);
3. установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
4. рациональная планировка помещения.

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-76, а звукоизоляция ограждающих конструкций должна отвечать требованиям главы СНиП 11-12-77 «Защита от шума. Нормы проектирования».

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

1. согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы –при

8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

2. дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

3. должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

4.1.6 Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами

Так как все токоведущие части ЭВМ изолированы, то случайное прикосновение к токоведущим частям исключено.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуется применять защитное заземление.

Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно (ПУЭ) для электроустановок с напряжением до 1000 В.

4.1.7 Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности

Основным организационным мероприятием является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а так же проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

При проведении незапланированного и планового ремонта вычислительной техники выполняются следующие действия:

- Отключение компьютера от сети

- Проверка отсутствия напряжения

После выполнения этих действий проводится ремонт неисправного оборудования.

Если ремонт проводится на токоведущих частях, находящихся под напряжением, то выполнение работы проводится не менее чем двумя лицами с применением электрозащитных средств.

4.1.8 Пожарная безопасность

4.1.8.1 Причины возникновения пожара

Кабинет относится к пожароопасной категории В (производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, а также жидкостей с температурой вспышки паров выше 120°C).

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания. Кабинет относится к пожароопасной категории В, так как в помещении имеются твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть.

Причинами возникновения пожара могут быть:

1. неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробое изоляции;
2. использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
3. использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
4. возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
5. возгорание здания вследствие внешних воздействий;

6. неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

4.1.8.2 Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропреупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В кабинете источниками воспламенения могут быть:

1. неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности;

2. неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, не использование неисправных электроприборов;

3. обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага - легковоспламеняющийся предмет. В целях профилактики пожара

рекомендуется не использовать открытые обогревательные приборы в помещении;

4. короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой;

5. попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод;

6. несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Для устранения возгорания в результате курения в помещении рекомендуется категорически запретить курение, а разрешить только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации (рис.25), и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

В помещении офиса устанавливается пожарный инвентарь, в который входит (согласно ВППБ 01-02-95 РД 153-34.0-03.301-00) такие первичные средства пожаротушения, как (из расчета на 800 м² защищаемой площади):

- ручные углекислотные огнетушители ОУ-2 (2 шт.), ОУ-5 (1 шт.);
- пенный огнетушитель (2 шт.);
- ящик с песком;
- асбест;
- ведра;
- лопаты и багор.

ОУ – 2, ОУ - 5 огнетушители с углекислым газом используются для тушения горящих веществ, которые не способны гореть при отсутствии кислорода. Такие средства ликвидации очагов возгорания идеально применяются в местах, где необходимо сохранить материально ценное оборудование.

Пенный огнетушитель - огнетушители этого типа предназначены для тушения твердых материалов, горючих жидкостей.



Рисунок 25 – План эвакуации из помещений офиса ООО «МИОН»

На предприятии используется система автоматической пожарной безопасности, основанная на датчиках различных видов (дымовые, тепловые, датчики пламени). В случае возникновения пожара, срабатывает система оповещения — подается световой и звуковой сигнал об опасности. Кроме того, появляются светящиеся табло с указанием аварийных выходов и схем эвакуации людей. Одновременно срабатывает система пожаротушения

(порошковые устройства пожаротушения), а устройство связи, передает информацию на пульт централизованного наблюдения.

4.2. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом.

Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий. Приоритетными в экологической политике РФ сегодня являются следующие вопросы:

- обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- обеспечение экологической и радиационной безопасности (пдв);
- экологизация промышленности;
- повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

1. вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
2. оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
3. установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;

4. рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда - включает также и социально-экономическую задачу – улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

1. выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники;

2. разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

3. предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (СЗЗ).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня.

В рассматриваемом нами примере основными отходами является бумага и отработанные картриджи печатных и копировальных устройств.

Бумажные отходы сортируются. Имеющие информационную ценность предварительно измельчаются, затем собираются в специальные контейнеры. Далее макулатура отправляется для переработки в ООО «ПИРС», г.Томск.

Картриджи предварительно разбираются и сортируются на металлические и пластиковые составляющие. Металлические части по мере накопления отправляются на переработку в ООО «Втормет», г.Томск, пластиковые – в ООО «Поли - систем», г.Томск.

4.3 Эргономические требования к рабочему месту

4.3.1 Проектирование рабочих мест

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение

оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла,

требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще,

расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

1. высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;

2. нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;

3. поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;

4. конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).

5. высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал

имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

1. расстоянием считывания (0,6...0,7 м);
2. углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° до $+20^\circ$ относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

1. голова не должна быть наклонена более чем на 20° ;
2. плечи должны быть расслаблены;
3. локти - под углом $80^\circ \dots 100^\circ$;
4. предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и

соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

4.3.2 Расчет освещения рабочего места

При работе на производстве недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 в пределах 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение.

Контроль естественного и искусственного освещения в производственных помещениях следует проводить один раз в год.

4.3.3 Расчёт общего равномерного освещения

Расчет будем проводить для производственного помещения с размерами: длина 24 м, ширина 12 м, высота $H = 4,5$ м. Высота рабочей поверхности $h_{rp} = 0,8$ м. Требуется создать освещенность $E = 300$ лк.

Коэффициент отражения стен $R_c = 30 \%$, потолка $R_n = 50 \%$. Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Находим индекс помещения

$$i = 288 / [3,5(24+12)] = 2,3.$$

по значению индекса помещения i в зависимости от коэффициентов отражения стен и потолка определяем коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,5.$$

$$F = \frac{E_n \times S \times K_z \times Z}{N \times \eta} = \frac{300 \times 288 \times 1,2 \times 1,1}{72 \times 0,5} = 3168 \text{ Лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм.

Приняв $h_c = 0,2$ м, получаем $h = 4,5 - 0,2 - 0,8 = 3,5$ м;

Выбираем люминесцентные светильники типа ОДОР(1227x265x155),

$$\lambda = 1,2.$$

$$L = 1,2 \cdot 3,5 = 4,2 \text{ м}; L/3 = 1,4 \text{ м}.$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 12 светильников типа ОДОР мощностью 40 Вт (с длиной 1,227 м). В каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 72$.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{F_{л.станд} - F_{л.расч}}{F_{л.станд}} \times 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq 8,78\% \leq +20\% .$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 72 \cdot 40 = 2880 \text{Вт.}$$

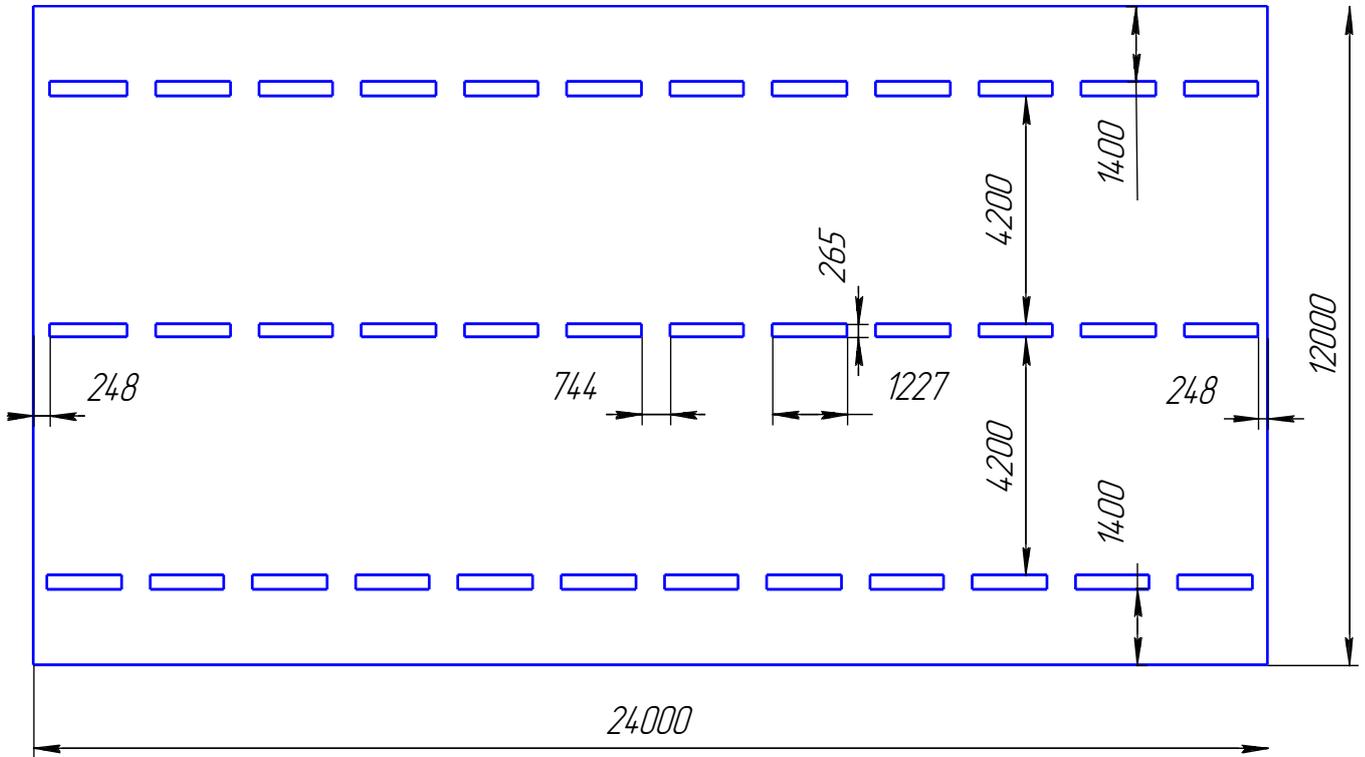


Рисунок 26 - План производственного помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В качестве основных нормативных документов использовались следующие:

1 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 21 июня 2016 г. N 81 «Об утверждении СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

2 Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.0.003-2015 "Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 июня 2016 г. N 602-ст)

3. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум.

4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

5. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»

6. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.

7. СанПиН 2.2.4.1191-03 - Электромагнитные поля в производственных условиях.

8. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.019-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 681-ст)

9. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.1.009-2009 "Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Термины и определения" (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 682-ст)

10. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение

11. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

12. СНиП 23-03-2003 Защита от шума.

13. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003-2014 "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2014 г. N 2146-ст)

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае замерзания труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. При отказе систем водоснабжения необходимо иметь суточный запас питьевой воды. При выходе из строя систем энергоснабжения необходимо иметь автономные генераторы с катализатором отработанных газов. Должен иметься запасной служебный транспорт для доставки рабочих на предприятие. Сотрудники должны быть обеспечены зимним набором СИЗ.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы получены навыки отработки теоретических сведений на практике, при составлении технологического процесса на конкретную деталь. Также приобретен опыт в работе со справочными материалами.

Подробно изучены: программа выпуска и форма организации работ, базирование, экономическое обоснование целесообразности метода получения заготовки и ее последующей механической обработки, статистическое и расчетно-аналитическое определение припусков, разработка маршрутной технологии, выбор технологического оснащения, расчет режимов резания и подсчет норм времени.

В итоге разработан технологический процесс и оснастка для производства детали «Сверло центровочное», который планируется использовать на производстве ООО «МИОН».

Список использованных источников

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
7. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
8. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.
9. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
10. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.
11. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
12. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.