

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ИК
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра ТАМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса обработки втулки
УДК 621.81-232.174.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Чжао ВЭНЬЦЭ		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Лещинер Е.Г			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преп.	Гаврикова Н.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	кандид ат наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт	ИМОЯК
Направление подготовки	«Машиностроение»
Кафедра	ТАМП

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Вильнин.А.Д.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Чжао Вэньцзэ

Тема работы:

Разработка технологического процесса обработки втулки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, штучно-калькуляционного времени, конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Размерный анализ, чертеж детали, чертеж приспособления, чертеж размерной схемы, технологический процесс изготовления детали.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Лещинер.Е.Г.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
Социальная ответственность	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.пр	Лещинер.Е.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Чжао Вэньцзэ		

Содержание

Реферат.....	7
1. Технологическая часть	
1.1. Этапы разработки технологических процессов.....	8
1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса.....	9
1.3. Анализ чертежа детали.....	10
1.4. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.5. Выбор заготовки.....	11
1.6. Структура технологического процесса.....	12
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	15
1.8. Размерный анализ технологических процессов	
1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах.....	21
1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП.....	21
1.9. Расчет припусков и технологических размеров.....	26
1.10. Расчет режимов резания.....	36
1.11. Нормирование технологического процесса.....	40
2. Конструкторская часть	
2.1. Описание конструкции и принципа действия специального приспособления.....	44
2.2. Расчет сил зажима.....	45
2.3. Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров.....	47
3. Производственная и экологическая безопасность	
3.1. Анализ опасных и вредных факторов.....	50
3.2. Недостаточная освещенность.....	52
3.3. Повышенный уровень вибрации.....	54
3.4. Микроклимат.....	58
3.5. Превышение уровня шума.....	59
3.6. Вредные вещества.....	60
3.7. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	61
3.8. Электробезопасность.....	63
3.9. Пожарная безопасность.....	64
3.10. Охрана окружающей среды.....	66
3.11. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС).....	67
3.12. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	68
4. Организационно-экономический раздел	
4.1. Общие положения.....	71
4.2. Общие расчеты(2-18).....	62
Литература.....	80

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 80 л., 12 рис. , 13 табл., 30 источников.

Ключевые слова: деталь, заготовка, технологический процесс, оснастка, размерный анализ.

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

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

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

В разделе первом проектируется технологический процесс изготовления детали.

В разделе втором проектируется станочное приспособление, которое будет использовано на одной из операций технологический процесс.

В разделе третьем рассмотрен экономический анализ по оценке деловой привлекательности научной разработки.

В разделе четвертом рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке, промышленного предприятия по изготовления детали "Шпиндель"

Заключение посвящено основным выводам

1. Технологическая часть

1.1. Этапы разработки технологических процессов

В настоящее время идеальных систем САПР не существует, т.е. даже при проектировании ТП в САПР нельзя обойтись без квалифицированной и грамотной работы технолога. Ещё не создана система, в которую закладываются знания технолога и всю работу по определению количества обрабатываемых циклов на станке, необходимых приспособлений, последовательности обрабатываемых элементов, инструмента и режимов для этого необходимых, производит сама система, а не человек! Ниже приведена последовательность проектирования технологических процессов (рис.1.1.1.), с учетом участия в этапах разработки технолога - Т и программы – П.

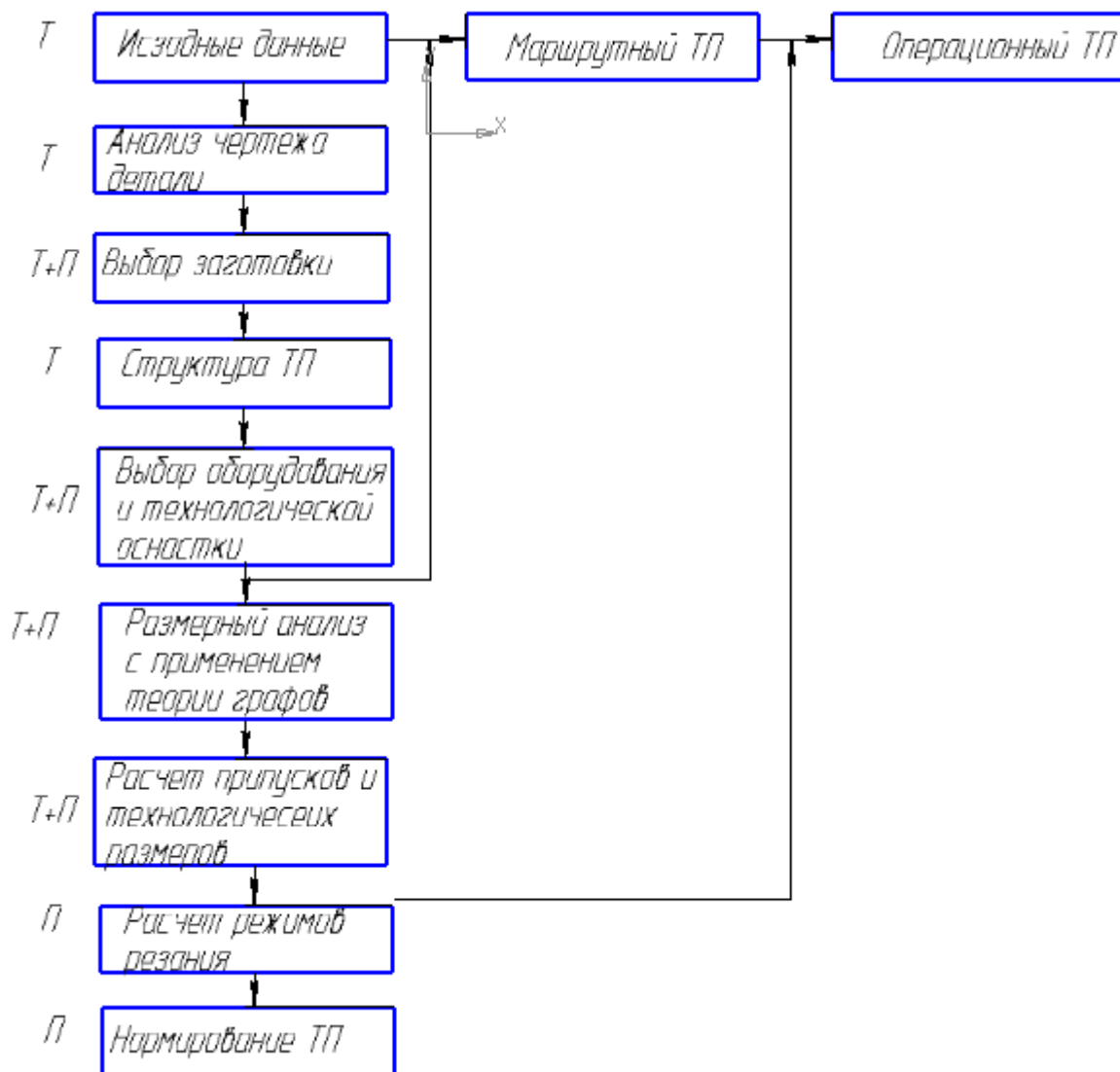


Рис. 1.1. Последовательность проектирования технологических процессов.

Руководствуясь предложенной схемой, выполним работу технолога.

1.2. Исходные данные для проектирования технологического процесса

- 1) рабочий чертеж детали (представлен на рис.1.2.)
- 2) программа выпуска деталей $N = 1000 \text{ шт./год}$
- 3) справочная и нормативная литература.

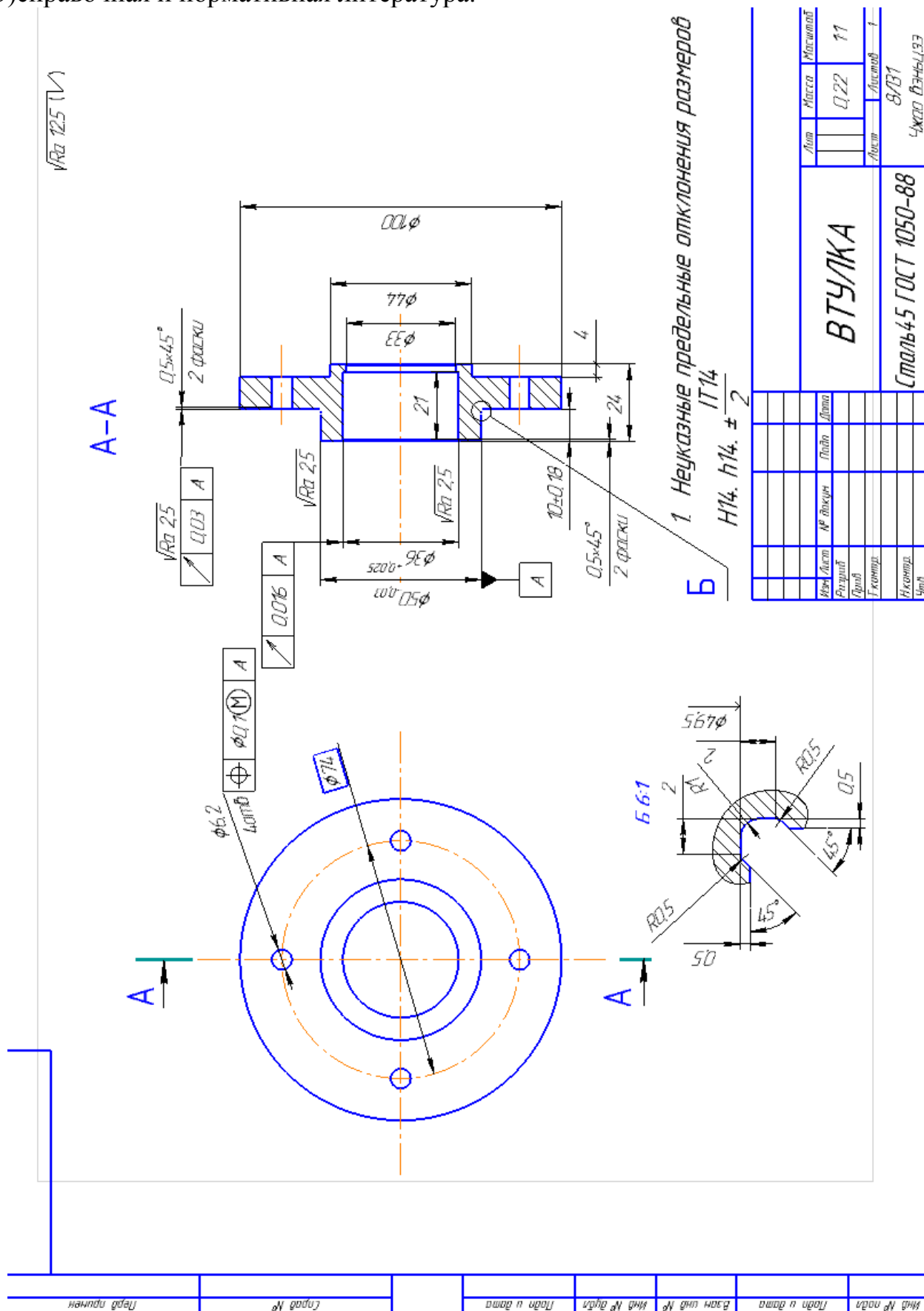


Рис. 1.2. Рабочий чертеж детали.

1.3. Анализ чертежа детали

Деталь – Втулка(приведен на рис.2.1.2.). Наружный контур состоит из 3 ступени $\varnothing 100h14$; $\varnothing 44h14$; $\varnothing 50h7$ мм. Внутренний контур состоит , так же из 2 ступени $\varnothing 36H7$ мм - $\varnothing 33H14$ мм. На торце детали имеются четыре отверстия $\varnothing 6.2$, расположенные на $\varnothing 74$ мм. Канавка наружная, 2 фаски на наружную деталь.

Материал детали: сталь 45 - это конструкционная сталь с содержанием углерода $C=0,45\%$, что говорит о прочности, пластичности и достаточной вязкости материала. Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей ,частей машин, станков и других конструкций.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 24 мм, диаметр – $100_{-0,87}$ мм. Самые точные размеры:

$\varnothing 50_{(-0,03)}Ra\ 2.5$

$\varnothing 36^{(+0,025)}Ra\ 2.5$

Погрешность расположения:

Радиальное биение $\varnothing 36^{+0,025}$ относительно $\varnothing 50_{-0,03}$ не более 0,016,

Обозначить ГОСТ 2.308-79

Торцевое биение относительно $\varnothing 50_{-0,03}$ не более 0,03, обозначить ГОСТ 24642-81

размеры выполняются по 14 квалитету, неуказанная шероховатость $Ra12,5$.

Деталь подвергается термообработке - закалка до $46...50\ HRC_{\varnothing}$.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, разрезы и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термической обработке.

К недостаткам чертежа можно отнести неуказанную точность резьбы, а также отсутствие отклонений на угловые размеры.

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой *технологичность конструкции изделия*.

[8, с.269]

Анализируя технологичность данной детали, можно сказать, что:

- форма детали является правильной геометрической, деталь является телом вращения, деталь симметричная;
- имеются канавки для выхода
- значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей;
- имеется свободный отвод и подвод режущего и мерительного инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- конфигурация детали обеспечивает легкое удаление стружки;
- прутковая заготовка позволяет вести обработку в универсальном трехкулачковом самоцентрирующемся патроне.

Подводя итог вышесказанному, деталь в целом можно считать технологичной.

1.5. Выбор заготовки

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.[9,с.195]

Существуют три пути получения заготовки:

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком – большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование. Достоинства данной заготовки: - небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для

большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода – заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса требует оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических и других ресурсов при соблюдении всех требований, указанных в технической документации.

С учетом технологических свойств материала детали (материал детали Сталь 45 - обладает достаточной пластичностью), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам (особых требований нет), а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат.

Заготовка получается при помощи одной заготовительной операции - отрезки проката.

1.6. Структура технологического процесса

Качество детали обеспечивают постепенным ужесточением параметров точности и выполнением остальных технических требований на этапах превращения заготовки в готовую деталь. Точность и качество поверхностного слоя отдельных поверхностей формируют в результате последовательного применения нескольких методов обработки. [8, с.323]

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

Факторы, влияющие на структуру технологического процесса :

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

Ряд операций обработки (или технологических переходов), необходимых для получения каждой поверхности, расположены в порядке повышения точности.

Приведем пример обработки поверхности вращения - диаметр

$\varnothing 50h7_{(-0,03)}$. Точные поверхности деталей обрабатываются по следующей схеме (см таблицу 2.1.2.)

Таблица 1.1.1.

<i>Тех. процесс 1-го приближения</i>	<i>Тех. процесс 2-го приближения</i>	<i>Тех. процесс 3-го приближения</i>
<i>Черновая обработка</i>	<i>Чистовая обработка</i>	<i>Отделочная обработка</i>
$IT_{\text{черн.}}=0,74$	$IT_{\text{чист.}}=0,12$	$IT_{\text{отдел.}}=0,03$
	$\xi = IT_{\text{черн.}}/IT_{\text{чист.}}$ $=0,74/0,12 = 6.17$	$\xi = IT_{\text{чист.}}/IT_{\text{отдел.}}$ $=0,12/0,03 = 4$
$\xi_{\Sigma} = IT_{\text{черн.}}/IT_{\text{дет.}} =$ $=0,74/0,03 \approx 24,7$	$\xi = \xi_{\text{черн.}} * \xi_{\text{чист.}} * \xi_{\text{отдел.}} = 6.17 * 4 \approx 24,68$	

Где ξ – уточнение, т.е. для получения поверхности $\sim 50h7_{-0,03}$ ее необходимо обработать 3 раза.

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

Точность различных параметров получается различными методами на станках.

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

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

Анализируя чертеж, можно заметить, что допуски формы и расположения поверхностей, т.е. допуски цилиндричности, круглости, плоскостности заданы. Для получения необходимой шероховатости, качество поверхностного слоя, полученное на смежном предшествующем этапе обработки, должно находиться в пределах, при которых можно применять намечаемый последующий метод обработки. Таким образом, очевидно, что шероховатость зависит от способа обработки, и для получения минимальной шероховатости, заданной конструктором на чертеже

Ra 2.5(под посадку в гильзу).

В зависимости от программы выпуска, технологические процессы могут быть: интегрированные и дифференцированные.

1. Интегрированный технологический процесс – содержит небольшое количество операций, но они сложные, такие технологические процессы характерны для единичного и мелкосерийного производства, для станков

нового поколения – обрабатывающие центры, станки с программным управлением и т.д.

2. Дифференцированный технологический процесс – содержит большое количество операций, многие из них простые, такие технологические процессы характерны для массового и крупносерийного производства.

Предлагаемый технологический процесс является интегрированным, исходя из программы выпуска -1000шт./год.

Контроль может быть по ходу технологического процесса или только в конце обработки. Выбираем контроль в конце технологического процесса и, соответственно, вводим контрольную операцию.

Перед обработкой заготовки на станках необходимо выполнить процедуру ее базирования и закрепления – установку заготовки.

Базирование – придание заготовке или изделию требуемого положения относительно выбранной системы координат.

База – поверхность или выполняющее ту же функцию сочетание поверхностей, ось, точка, принадлежащая заготовке или изделию и используемая для базирования.

Технологическая база – поверхность, от которой определяется положение заготовки или изделия в процессе обработки или ремонта. [9, с.53]

От правильного решения вопроса о технологических базах в значительной степени зависят точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей; точность размеров, которые должны быть получены; степень сложности и конструкция приспособлений; производительность обработки. [9, с.196]

Выбор схем установки неразрывно связан с маршрутом изготовления. При этом необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1) возможность подвода режущего инструмента к поверхностям, подлежащим обработке, и желательно ко всем таким поверхностям;

2) удобство установки и снятия заготовки;

3) надежность и удобство ее закрепления в выбранных местах приложения сил закрепления;

4) исключение деформации изгиба заготовки от выбранной схемы ее закрепления.

Технологические базы у простых и сложных деталей разные.

Искомую деталь будем обрабатывать так:

На первой операции в качестве технологической базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность вращения с наибольшими габаритами $\varnothing 100 \frac{-1,7}{+0,4}$ –

[размер прутка, согласно сортаменту] и необработанный торец прутка – это черновые базы, и обтачиваем поверхность $\varnothing 33(\pm 0,31)$, которая в дальнейшем будет технологической базой, от черновой базы.

Остальные поверхности обрабатываем с установкой на различные последовательно сменяемые чистые базы. Маршрут строится по принципу обработки сначала грубых, а затем более точных поверхностей. Наиболее точные поверхности обрабатываются в последнюю очередь.

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

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

Для получения данной детали используется следующий маршрутный технологический процесс:

005 Фрезерно-отрезная

010 Токарно -черновая

015 Токарно-черновая

020 Токарно-чистовая

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.

При выборе станков учитывают следующие факторы:

1. Вид обработки.
2. Точность.
3. Программа выпуска.
4. Габариты обрабатываемой детали и станка.
5. Возможность полного использования станка, как по времени, так и по мощности.
6. Реальная возможность приобретения станка.
7. Необходимость использования имеющихся станков.

Для данного технологического процесса выбираем станки, отличающиеся гибкостью и универсальностью формообразования поверхностей, большим диапазоном габаритов обрабатываемых поверхностей.

Одновременно с выбором станка надо установить вид станочного приспособления, необходимого для выполнения на данном станке намеченной операции.

Приспособление – устройство, которое служит для базирования и закрепления детали на станке.

Выбор приспособлений обусловлен следующими факторами:

1. Вид обработки.
2. Программа выпуска.
3. Возможность приобретения или изготовления.

В зависимости от программы выпуска и типа производства приспособления классифицируются на:

- а) универсальные – применяются в мелкосерийном и индивидуальном производстве, часто являются принадлежностью станка, например тиски, патроны, люнет и т.д.;
- б) универсально – сборочные – применяются в мелко- и среднесерийном производстве, приспособления собираются из набора нормализованных деталей и узлов, допускающих многократную перекомпоновку собираемых конструкций;
- в) специальные – для их использования наиболее благоприятно массовое производство, предназначены для выполнения определенных технологических операций и представляют собой приспособления одноцелевого использования.

[4, с.6]

Приспособления должны быть удобными для работы и быстродействующими, достаточно жесткими для обеспечения заданной точности, рациональными с точки зрения техники безопасности, удобными для установки на станок, простыми и дешевыми в изготовлении, доступными для ремонта и смены изношенных деталей.[4,с.7] ;

Для нашего технологического процесса выбираем универсальные приспособления, руководствуясь программой выпуска, кроме операций 020 и 035 (токарная и круглошлифовальная), для которых спроектируем специальные приспособления – оправка цанговая и специализированный переналаживаемый кондуктор.

Проектируемые приспособления должны обеспечить: точную установку и надежное закрепление крышки, а также постоянное во времени положение заготовки относительно режущего инструмента, с целью получения необходимой точности размеров и их положений относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки;

При выборе станка и приспособления для каждой операции необходимо определить и режущий инструмент. Резание металла производится за счет относительного движения инструмента и детали, которое осуществляется на станках. Многообразие видов обработки (точение, растачивание, сверление, фрезерование, протягивание, шлифование и т.д.) породило еще большее разнообразие режущих инструментов. Кроме того различают нормализованный инструмент и специальный. Предпочтение отдается нормализованному инструменту, который изготавливается в соответствии с ГОСТами или нормами на специализированных заводах.

Специальный инструмент проектируется и изготавливается для обработки определенных поверхностей, которые невозможно или невыгодно обработать нормализованным инструментом, на заводе – изготовителе или по заказу.

При выборе режущего инструмента необходимо учитывать:

1. Материал обрабатываемой детали и его физическое состояние,
2. Материал режущей части инструмента,
3. Оптимальные геометрические параметры режущей части инструмента.
4. Оптимальное использование режимов резания.
5. Возможность приобретения инструмента

Материал обрабатываемой детали может быть легкообрабатываемым, вязким, твердым, со сливной стружкой или вообще не обрабатываемым.

Материал режущей части инструмента должен обладать следующими свойствами:

1. высокая твердость,
2. износостойкость,
3. красностойкость, (работоспособность при высоких температурах)
4. прочность.
5. обрабатываемость.

Группы инструментальных материалов.

1. **Углеродистые стали**, стали с большим содержанием углерода (У7А – У13А)

Содержание углерода от 0.7 до 1.3% , высокая поверхностная твердость при мягкой сердцевине, работа при температуре 150 – 200⁰С, допустимые скорости резания $15-20 \frac{м}{мин}$, красностойкость 200-250⁰С. Применяются для слесарных инструментов

(топоры, стамески, напильники, метчики, развертки, ножовки, хирургические инструменты т.д.).

1. **Легированные стали**, содержащие легирующие элементы: хром, вольфрам, молибден, ванадий др. (низколегированные не выше 3% легирующих элементов, среднелегированные стали от 3 до 5.5 % легирующих элементов, высоколегированные свыше 5,5% легирующих элементов) 9ХС, Х6ВФ, 9ХВГ, Х12, Х12Ф1, 9ХС, ХГС, ХВГ, Х12ТФ, скорость резания $V = 25 - 30 \frac{м}{мин}$

Состав химический для группы небольшой прокаливаемости:

Хром (0.2 – 0.7%)

Ванадий (0,15 – 0,3%)

Вольфрам (до 4%)

Состав химический для группы повышенной прокаливаемости:

Хром (0,8 – 1,7%) , марганец, кремний, вольфрам.

3. **Быстрорежущие стали** - работа при температуре 600 – 650⁰С, твердость HRC 68-70, скорость резания в 2-4 раза больше чем у инструментов 1,2 групп, скорость резания $V = 30 - 60 \frac{м}{мин}$.

Стали нормальной теплостойкости, ванадия не более 2% : P9, P18, P6M5.

P – быстрорежущая сталь, 6% вольфрама, 5% молибдена.

Стали повышенной теплостойкости, более высокое содержание ванадия и кобальт P18Ф3, P6M5Ф3, P18K5Ф2, P9K5, P6M5K5, P9M4K8 и др.

Безвольфрамовые стали 11M5ФЮС с 1% алюминия.

4. **Твердые сплавы** – спеченные гетерогенные материалы из зерен тугоплавких соединений (карбидов, нитридов или боридов) и связки пластичного металла.

Работа при температуре 900 – 1000⁰С , твердость HRC80–92., $V = 100-300 \frac{м}{мин}$,

Вольфрамовые BK3, BK4, BK6, BK8, BK10, BK15.

Титановые T5K10, T5K12, T14K8, T15K6, T14K8, T30K4.

Титанотанталовые TT17K12, TT8K6, TT8K6, TT10K8, TT20K6.

Химический состав:

T15K6 (15% - карбида титана, 6% - кобальта , остальное 79% - карбид вольфрама)

BK8 (8% - кобальта , 92% - карбид вольфрама)

TT7K12 (7% - карбид титана и карбида тантала, 12% - кобальта, остальное карбид вольфрама 71%)

В 1923г в Германии был получен твердый сплав, в России в1929г.

5. **Сверхтвердые материалы:** алмазы натуральные и искусственные, нитрид бора, оксид алюминия Al₂O₃, цирконид ZrO₃ , нитрид кремния ТСС.

Вспомогательный инструмент это устройства, на которые базируется и крепится режущий инструмент, он должен быть надежным , точным, быстросменным и безопасным.

В некоторых случаях необходимо использование вспомогательного инструмента.

Вспомогательный инструмент – устройство, в которое устанавливается и закрепляется режущий инструмент.

Качества, которыми должен обладать вспомогательный инструмент, следующие:

- а) быстродействие;
- б) совершенство конструкции;
- в) прочность;
- г) безопасность.

Выбор вспомогательного инструмента обусловлен конструкцией станка и инструментом.

Также необходимо назначить измерительный инструмент, необходимый для определения размеров и других параметров точности.

На выбор измерительного инструмента влияют:

- 1.Измеряемый параметр.
- 2.Точность измеряемого параметра.

3.Метод измерения:

- а) абсолютный – ШЦ, микрометр;
- б) относительный – скоба, нутромер;
- в) пассивный контроль или активный контроль;

4.Наличие или возможность приобретения.

Учитывая все вышеизложенные факторы, произведем выбор оборудования и технологической оснастки.

Итоги работы по данному этапу занесем в таблицу 1.1.2.

таблицу 1.1.2.

<i>№ опе р.</i>	<i>Наименова ние оборудован ия</i>	<i>Приспособлен ие</i>	<i>Режущий инструмент</i>	<i>Измерительный инструмент</i>
1	2	3	4	5
005	ФРЕЗЕРНО-ОТРЕЗНАЯ ФРЕЗЕРНО-ОТРЕЗНОЙ СТАНОКМП-101	ПАТРОН	ФРЕЗА 2253-0044 ГОСТ 2679-73	ШЦ-I -125-0,1 ГОСТ 166-89
010	ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗН ЫЙ 16К20	ПАТРОН 7100-0035 ГОСТ 2675-80	РЕЗЕЦ 2100-2069 ГОСТ 26611-85; ПЛАСТИНА 01331-160408 ГОСТ 19045-80-Т15К6 СВЕРЛО Φ12 2301-0039 ГОСТ 10903-77 Р6М5; СВЕРЛО Φ25 2301-0087 ГОСТ 10903-77 Р6М5; РЕЗЕЦ РАСТОЧНОЙ 2141-6301 СТП 980-75-Т15К6; РЕЗЕЦ РАСТОЧНОЙ 2141-6132 - Т15К6;РЕЗЕЦ ПРОХОДНОЙ 2100-1565 ГОСТ 26611-85	ШЦ- -125-0,1 ГОСТ 166-80 ПРОБКА 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69 ПРОБКА Φ25h14

015	ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 16К20П	Цанга	РЕЗЕЦ 2100-2069 ГОСТ 26611-85; ПЛАСТИНА 01331-160408 ГОСТ 19045-80-Т15К6 РЕЗЕЦ КАНАВОЧНЫЙ 2120-6028 - Т15К6 R ;РЕЗЕЦ КАНАВОЧНЫЙ 2120-6028 - Т15К6 R;РЕЗЕЦ ПРОХОДНОЙ 2100-1565 ГОСТ 26611-85	Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 166-80; УГЛОМЕР УН ГОСТ 5378-66
020	ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ 16К20П	ПАТРОН 7100-0035 ГОСТ 2675-80; КУЛАЧКИ	РЕЗЕЦ 2101-0643 ГОСТ 20872-80; РЕЗЕЦ РАСТОЧНОЙ 2141-6132-01-Т15К6 РЕЗЕЦ РАСТОЧНОЙ 2141-6132-09-3-ВК6М РЕЗЕЦ РАСТОЧНОЙ 2141-6301 СП 980-75-Т15К6	Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 УГЛОМЕР УН ГОСТ 5378-66 Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80; НУТРОМЕР ИНД. НН50А ГОСТ 868-82 НУТРОМЕР ИНД. 109 ГОСТ 9244-75
1	2	3	4	5
025	ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫЙ 2Н118	ПАТРОН СВЕРЛИЛЬНЫЙ 10-В16 ГОСТ 8522-79; ОПРАВКА 6039-0008 ГОСТ 2682-86	СВЕРЛО Ф6.2 2300-0183 ГОСТ 10902-77 Р6М5 ;	ШЦ- -125-0,1 ГОСТ 166-89 ПРОБКА 8133-0914-Н14 ГОСТ 14810-69

025	КОНТРОЛЬНАЯ $\Phi 12^{+0.43}$ $\Phi 25^{+0.37}$ 27 ± 0.26; $\Phi 44_{-0.47}^{+0.47}$; 23 ± 0.26; $\Phi 54_{-0.34}^{+0.34}$; 3.5 ± 0.15; 11 ± 0.215; $\Phi 100_{-0.17}^{+0.17}$ 24 ± 0.26; 20.5 ± 0.26; 21 ± 0.26 $\Phi 34^{+0.27}$ 0.5 ± 0.125 угол 45 3.5 ± 0.15; 9.5 ± 0.18; 10 ± 0.18 3 ± 0.125 $\Phi 47_{-0.63}^{+0.63}$ 3 ± 0.125 $\Phi 51_{-0.1}^{+0.1}$ $\Phi 50_{-0.08}^{+0.08}$ $\Phi 35^{+0.1}$ $\Phi 36(\frac{+0.01}{-0.01})$ $\Phi 6.2(\pm 0.18)$	ПРОБКА 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69 ПРОБКА 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69 Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-80 ПРОБКА 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69 Ш.Ц. ШЦ-I-125-0.05 ГОСТ 166-80 УГЛОМЕР УН ГОСТ 5378-66 Ш.ГЛУБИНОМЕР ШГ-160-0.05 ГОСТ 162-80 Ш.ГЛУБИНОМЕР ШГ-160-0.05 ГОСТ 162-80 СКОБА 8113-0138- _Н14 ГОСТ 18362-73 ШАБЛОН МИКР. МК-75 ГОСТ 6507-78 МИКР. МК-50 ГОСТ 6507-78 НУТРОМЕР ИНД. НИ50А ГОСТ 868-82; КОНЦ.МЕРЫ ДЛИНЫ 5 КЛАССА ГОСТ 9038-83 НУТРОМЕР ИНД. 109 ГОСТ 9244-75; КОНЦ.МЕРЫ ДЛИНЫ 3 КЛАССА ГОСТ 9038-83 ПРОБКА 8133-0926-Н14 ГОСТ 14810-69
-----	---	---

1.8. Размерный анализ технологических процессов

1.8.1. Применение теории графов в размерных расчетах

Применение теории графов к исследованию геометрических структур, в частности, для размерных расчетов в технологии машиностроения было предложено доц. Мордвиновым Б.С. Конструирование изделий и проектирование технологических процессов их сборки и механической обработки, выявление геометрических связей, расчет и "увязка" размеров, допусков, припусков и технических условий является сложной и трудоемкой работой, связанной со сложными логическими построениями. Применение при проектировании методов теории графов дает широкие возможности для формализации расчетов и позволяет свести сложные логические построения к простым логико-математическим приемам.

Граф является абстрактным математическим понятием, он обладает определенными свойствами, изучение которых является предметом теории графов. Теория графов может применяться для математического описания множеств, встречающихся в природе:

1. множество перекрестков в плане города,
2. множество команд в футбольном состязании,
3. множество поверхностей, возникающих при сборке и при обработке детали, и т.д.

Граф — конфигурация, состоящая из множества точек и линий, соединяющих эти точки определенным образом. Несущественно являются ли эти линии прямыми или кривыми, длинными или короткими. Существенно только то, что каждая линия соединяет две данные точки.

Особым видом графов являются так называемые "деревья".

Деревом - называется связный граф, не имеющий циклов. Построение дерева воспроизводит процесс роста дерева. Многие нециклические процессы природы могут быть описаны деревьями. К нециклическим процессам относятся все необратимые процессы, в которых возникновение каждого элемента множества не может быть осуществлено дважды, т.е. к одному и тому же элементу нельзя подойти разными путями, если бы был такой путь, то был бы и цикл и тогда процесс был бы циклическим. Технологические процессы изготовления деталей и сборки изделия являются не циклическими и могут быть изображены граф-деревом.

1.8.2. Последовательность построения графа технологических связей ТП

1. Определение структуры технологического процесса (количество и последовательность операции, установов и переходов).
2. Определение технологических баз и технологических размеров.
3. Построение комплексной схемы обработки детали, которая включает все поверхности, возникающие в процессе обработки (поверхности заготовки, припуски и поверхности готовой детали).

4. Нумерация поверхностей на комплексной схеме по порядку номеров слева направо.
5. Построение граф-дерева технологических связей по ходу технологического процесса, начиная с размеров заготовки или базирующей поверхности на первой операции. Вершинами граф-дерева будут поверхности обрабатываемой детали, а ребрами - технологические размеры. Полученное граф-дерево не должно иметь циклов и разрывов (своеобразная проверка правильности простановки технологических размеров количественная)
6. Нанесение на граф-дерево конструкторских размеров и припусков другим видом линий (прерывистая, волнистая или другим цветом). Полученный граф является совокупностью технологических размерных цепей, в которых конструкторские размеры будут исходными звеньями, а припуски замыкающими.
7. Расчет технологических размерных цепей может быть автоматизирован. Рассчитываются технологические размеры по известным конструкторским размерам и предварительно рассчитанным припускам. Расчет удобнее проводить по средним размерам и проставлять их на технологических эскизах, предварительно округлив. Знаки звеньев в размерных цепях назначаются по правилу : если обход звена производится от меньшего номера к большему (положительное направление оси X) , то знак + , например + $A_{1,2}$, а если обход звена производится от меньшего номера к большему (отрицательное направление оси X) ,то знак - , например - $A_{2,1}$.

Если анализируется получение размеров в радиальном направлении или диаметров, то взаимосвязь между операциями производится по осям базирующих поверхностей и строится граф-дерево несоосности, в котором вершинами будут оси поверхностей вращения, а ребрами - расстояние между ними - несоосность. Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже.

Руководствуясь изложенной выше последовательностью, для размерного анализа составим комплексную схему обработки детали (см. рис.2.1.3, рис.2.1.4.). На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

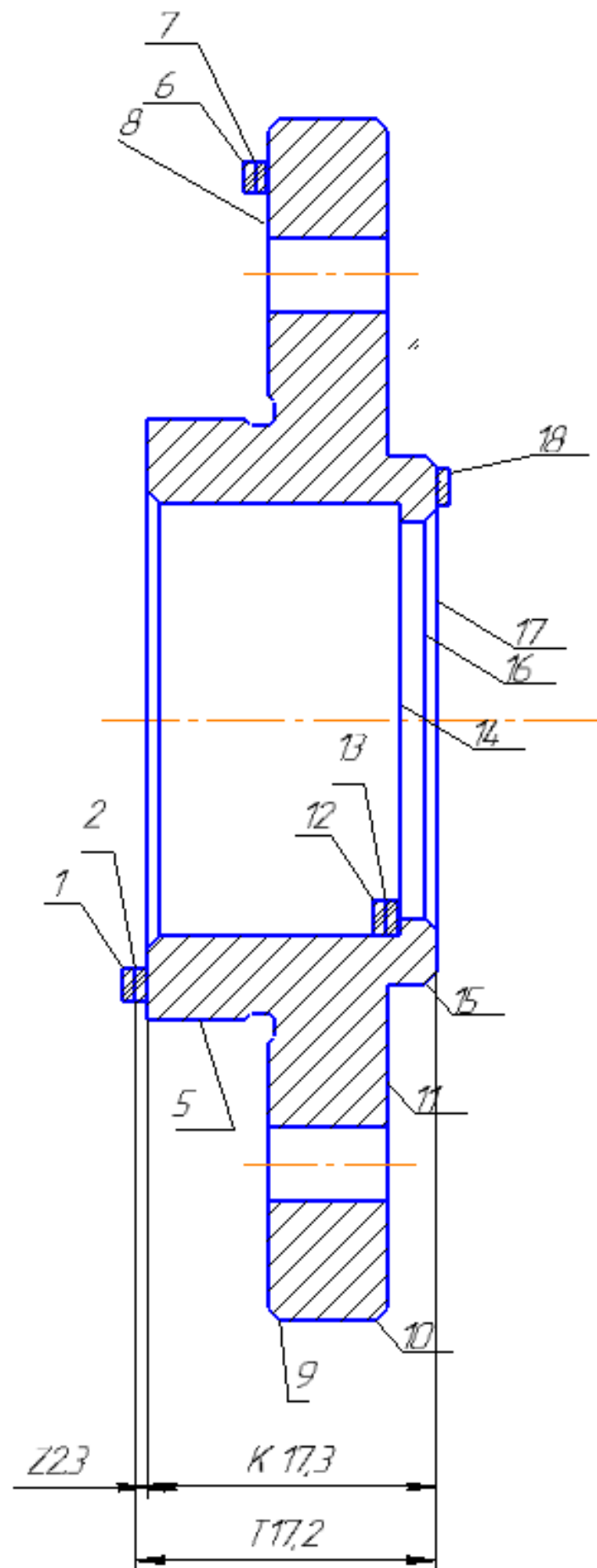


Рис.1.3. Комплексная схема в осевом направлении.

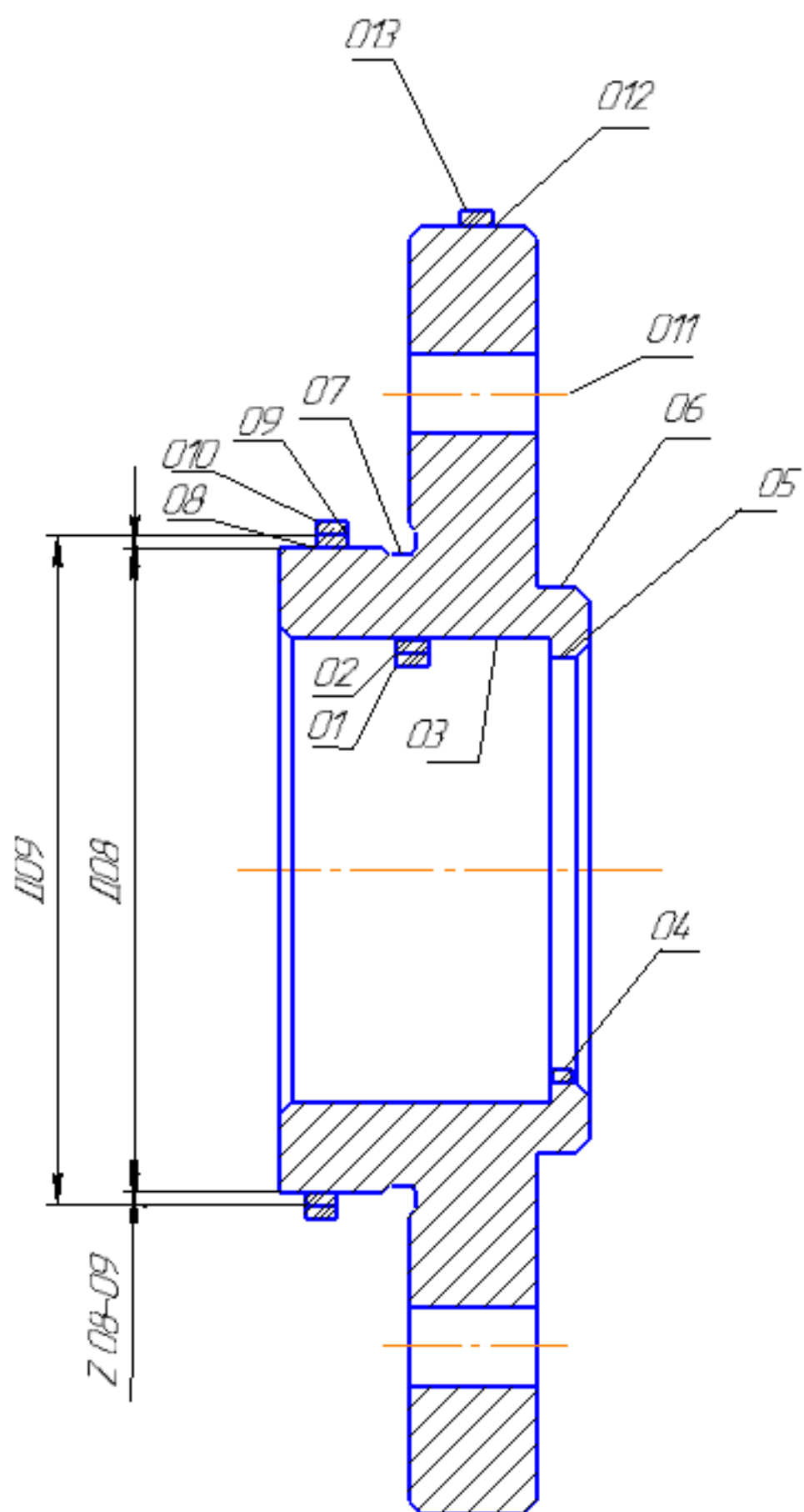


Рис1.4. Комплексная схема в радиальном направлении.

Для наглядного изображения размерных цепей, построим граф в осевом направлении (рис.1.5.) и нанесем на него конструкторские размеры и припуски, построение ведем употребляя изложенную выше последовательность.

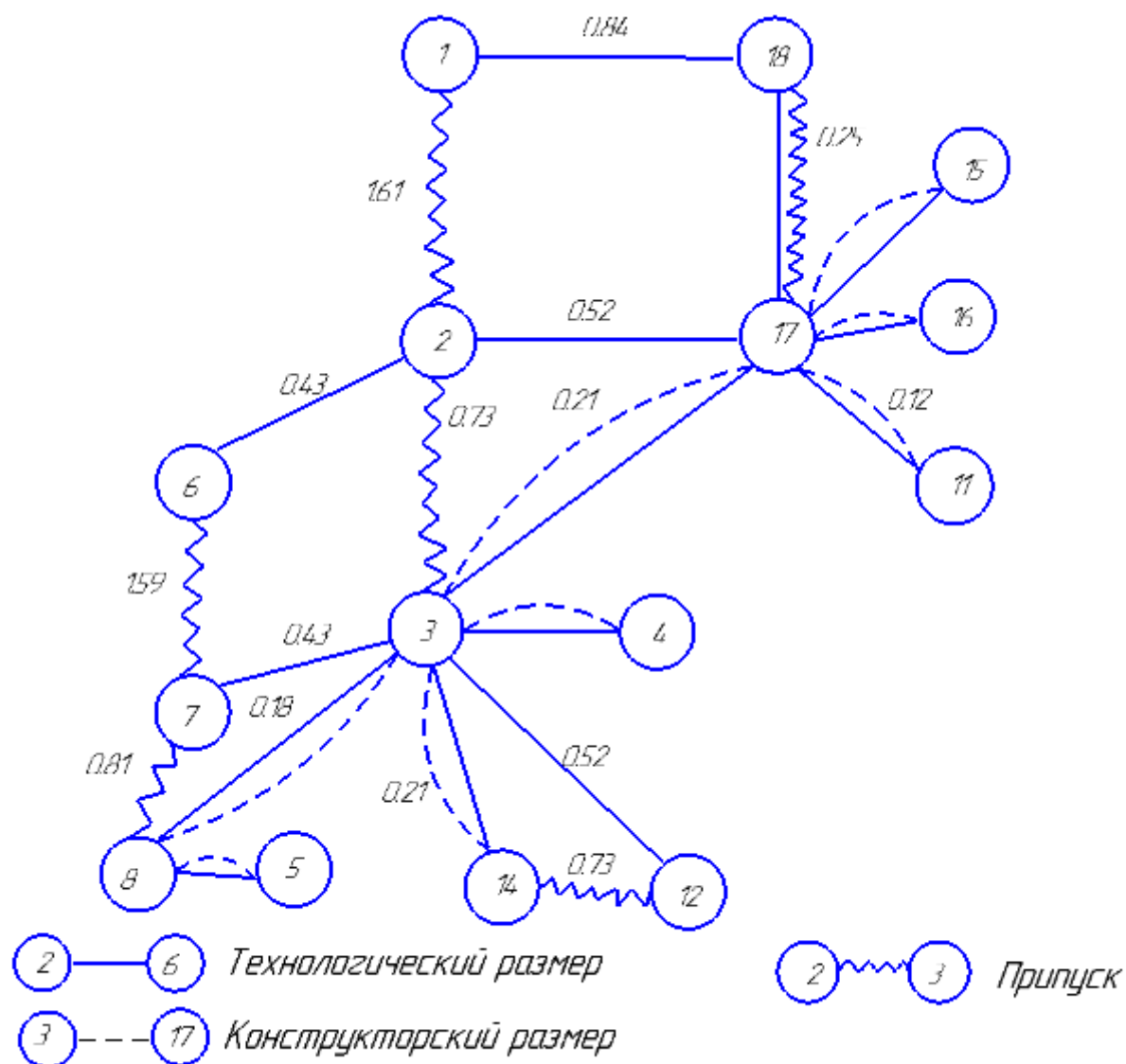


Рис.1.5. Граф в осевом направлении.

1.9. Расчет припусков и технологических размеров.

Припуск – слой металла, который необходимо удалить, чтобы получить большую точность и более качественную поверхность.

Припуск определяется тремя методами:

1. Опытно - статистический основан на использовании уже известных данных.
2. Расчетно-аналитический основан на анализе различных условий обработки.
3. Вероятностно - статистический является дальнейшим развитием расчетно-аналитического, но в основу исследования расчета припусков и размеров заготовок положен вероятностный подход.

В данной работе будем придерживаться расчетно-аналитического метода.

Определяем припуск по следующим формулам:

$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

Где $R_{Z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля (по десяти точкам) предшествующей обработки;

T_{i-1} - дефектный слой предшествующей обработки;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

$Z_{\max}$, $Z_{\min}$, Z_c - припуск максимальный, минимальный, средний;

JT_Z - допуск припуска;

Δ_Z - среднее отклонение поля допуска припуска.

Приведем пример расчета припуска, например, после подрезки торца черновой (Z_{2-3})

$$Z_{\min_{2-3}} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 50 + 50 + \sqrt{100^2 + 30^2} = 210 \text{ мкм} ,$$

$$JT_{Z_{1.3}} = JT_{Z_{2.17}} + JT_{Z_{3.17}} = 0,21 + 0,32 = 0,73 \text{ мм}$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_Z = 0,21 + 0,73 = 0,94 \text{ мм} ,$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = \frac{0,21 + 0,94}{2} = 0,575 \text{ мм} ,$$

$$\Delta_Z = \frac{JT_Z}{2} = \frac{0,73}{2} = 0,365 \text{ мм} .$$

При расчете припусков данные R_z, T, p, ξ , данные берем из справочной литературы [6], а допуск на припуск IT_z - из графа (приведен ниже). Остальные припуски рассчитываем по аналогии, результаты представим в виде таблицы 1.1.3.

Таблица 1.3.

Индекс	Состояние поверхности и	R_z , мкм	T , мкм	ρ , мкм	E , мкм	$Z_{\min}$, мм	IT_z , мм	$Z_{\max}$, мм	Z_c , мм	Δ_z , мм
Z_{1-2}	После отрезки	100	120	200	250	0,54	1,61	2,15	1,34 5	0,80 5
Z_{2-3}	После черновой подрезки торца	50	50	100	30	0,21	0,73	0,94	0,57 5	+0,3 65
Z_{6-7}	После чернового точения	50	50	100	30	0,2	1,59	1,79	0,99 5	+0,7 95
Z_{7-8}	После чистового точения	25	25	60	30	0,12	0,61	0,73	0,42 5	+0,3 1
Индекс	После	Предельный размер, мм		Допуск, мм		Среднее отклонение, мм		Средний размер, мм		
Z_{12-14}	черновой	50	50	80	30	0,18	0,73	0,91	0,55	0,3
K_{8-8}	подрезки	10±0,09		0,18		5	0	5	10	65
K_{3-14}	торца	21±0,105		0,21			0		21	
Z_{17-18}	После отрезки	100	120	200	250	0,54	0,25	0,79	0,66 5	+0,1 25

K_{3-17}	$24_{-0,21}$	$0,21$	$-0,105$	$23,895$
K_{11-10}		$0,54$	$-0,27$	$9,73$
K_{5-8}	$2+0,25$	$0,25$	$+0,125$	$2,125$
K_{8-9}	$1\pm 0,125$	$0,36$	0	8

Для расчета размерных цепей нам также необходимы средние значения конструкторских размеров. Расчет конструкторских размеров также сведем в таблицу 1.1.4.

Таблица 1.4.

Рассчитаем технологические размеры с помощью размерных цепей выявленных на графе.

Задачи, решаемые с помощью размерных цепей:

1. Установление геометрических и кинематических связей между размерами деталей, расчет номинальных значений, отклонений и допусков размеров звеньев.
2. Анализ правильности простановки размеров и отклонений на рабочих чертежах деталей.
3. Расчет межоперационных размеров, припусков и допусков, пересчет конструктивных размеров на технологические.
4. Обоснование последовательности технологических операций при изготовлении и сборке изделий.
5. Выбор измерительных и технологических баз деталей.

Основное уравнение размерной цепи.

Для проведения размерного анализа кроме размерной схемы составляется основное уравнение размерной цепи (вытекающее из условия замкнутости):

$$\xi A_{\Delta \text{ср}} + \sum^n \xi A_{\text{иср}} = 0$$

Основное уравнение расписывается на два уравнения:

$$\text{уравнение номиналов: } \xi A_{\Delta \text{н}} + \sum^n \xi A_{\text{ин}} = 0$$

$$\text{уравнение средних отклонений: } \xi \Delta_{\Delta} + \sum^n \xi \Delta_i = 0$$

$$\text{Уравнение допусков: } IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$$

Анализируя уравнения, можно заметить, что повышение точности замыкающего звена размерной цепи может быть достигнуто двумя путями:

1. Уменьшение допусков каждого из составляющих звеньев;
2. Сокращение числа звеньев в размерной цепи.

Размерные цепи используются для решения прямой и обратной задач, отличающихся последовательностью расчетов.

Прямая задача — когда по известному исходному звену определяются составляющие звенья.

Обратная задача — когда по известным составляющим звеньям определяется замыкающее звено.

Расчеты размерных цепей могут производиться двумя методами:

1. Метод «максимум - минимум», при котором рассчитывается допуск замыкающего звена по следующей формуле:

$$IT_{\Delta} = \sum |IT_i|$$

2. Вероятностным методом, при котором учитываются законы рассеяния размеров деталей и случайный характер их сочетания в сборке.

$$IT_{\Delta} = \sqrt{\sum k_i^2 IT_i^2},$$

K- коэффициент, учитывающий способ распределения погрешности; K=1.2, если способ распределения не известен, K=1.7 для несоосностей.

Решение размерной цепи заключается в достижении заданной точности ее замыкающего звена и обеспечения равенства двух частей уравнения размерной цепи. Это может быть осуществлено следующими методами:

1. Полной взаимозаменяемости.
2. Неполной взаимозаменяемости:
 - Группового подбора (селективная сборка);
 - Пригонки;
 - Регулирования.

При выборе метода достижения заданной точности замыкающего звена необходимо учитывать, что точность должна достигаться с наименьшими технологическими и эксплуатационными затратами.

Составляющими звеньями в технологических размерных цепях обычно являются технологические размеры. Технологические размеры могут совпадать с конструкторскими размерами. В таком случае говорят, что конструкторские размеры выдерживаются непосредственно.

При несовпадении технологического размера с конструкторским необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый конструкторский размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями в технологических размерных цепях являются конструкторские размеры, и припуски на обработку. Так как для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие размеры являются исходными, т.е. исходя из них требуется рассчитать номинальные размеры и отклонения технологических размеров. Мы последовательно рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена.

Прежде чем окончательно рассчитывать технологические размеры (определяются номинальный размер и отклонения) необходимо проверить возможность решения цепи при предварительно принятых технологических размерах: сумма допусков всех составляющих звеньев ($\sum IT_i$) должна быть меньше или равна допуску исходного (замыкающего) звена (IT_{Δ}):

$$\sum IT_i \leq IT_{\Delta}. \quad (5)$$

Удобно допуски на размеры проставлять на соответствующих ребрах составленного графа, что позволяет быстро и безошибочно выявить необходимую размерную цепь и проконтролировать увязку допусков.

Если условие (5) не выполняется, то необходимо уменьшить величины допусков всех составляющих звеньев (или нескольких, или, может быть, достаточно только одного звена), т.е. обрабатывать размеры с большей точностью или расширить допуск конструкторского размера. Если данная операция не дает желаемого результата, то дальнейшее ужесточение (уменьшение) допусков нецелесообразно, поскольку приведет к существенному повышению себестоимости изготовления детали. Если после снижения точности условие неравенства (5) выполняется, значит задачу по определению номинальных размеров и отклонений звеньев составляющих (технологических размеров) решить можно. В нашем случае конструкторские размеры выдерживаются, кроме размера канавки K_{10-7} , но поскольку данный размер не играет важной роли, после согласования с конструктором, принимаем решение снизить требования к точности исполнения данного размера.

Замыкающими звеньями будут припуски - они собирают погрешность.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена:

$$J_{Tz} = \sum_{i=1}^n |J_{Ti}|,$$

Приведем пример расчета среднего технологического размера, из размерной цепи, полученной с помощью графа.

1. Составим уравнение номиналов:

$$\xi A_{\Delta n} + \sum^n \xi A_{in} = 0 \quad (6)$$

$$-T_{17-2} + Z_{2-3} + K_{3-17} = 0$$

$$T_{17-2} = K_{3-17} + Z_{2-3}$$

$$T_{17-2} = 23.895 + 0,575 = 24.47$$

Принимаем размер $24,5 \pm 0,26$

Аналогичным образом рассчитываем остальные технологические размеры, результаты расчетов технологических размеров представим в виде таблицы 1.1.5.

таблицы 1.1.5.

<i>Индекс</i>	<i>Уравнения размерных цепей</i>	<i>Средний размер , мм</i>	<i>Допуск м</i>	<i>Среднее откл, мм</i>	<i>Средний размер, мм</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
T_{17-2}	$-T_{17-2} + Z_{2-3} + K_{3-17} = 0$ $T_{17-2} = K_{3-17} + Z_{2-3}$ $T_{17-2} = 23.895 + 0,575$ $= 24.47$	24.47	0.52	0	<i>Расчетный размер</i> 24.47 ± 0.26 <i>Принимаемый размер</i> $24,5 \pm 0,26$
T_{18-1}	$-T_{18-1} + Z_{1-2} + T_{2-17} + Z_{17-18} = 0$ $T_{18-1} = T_{17-2} + Z_{1-2} + Z_{17-18}$ $T_{18-1} = 24,47 + 1,345 + 0,665 =$	26,48	0,84	0	<i>Расчет</i> $26,48 \pm 0.42$ <i>Принимаем</i> $26,5 \pm 0,42$

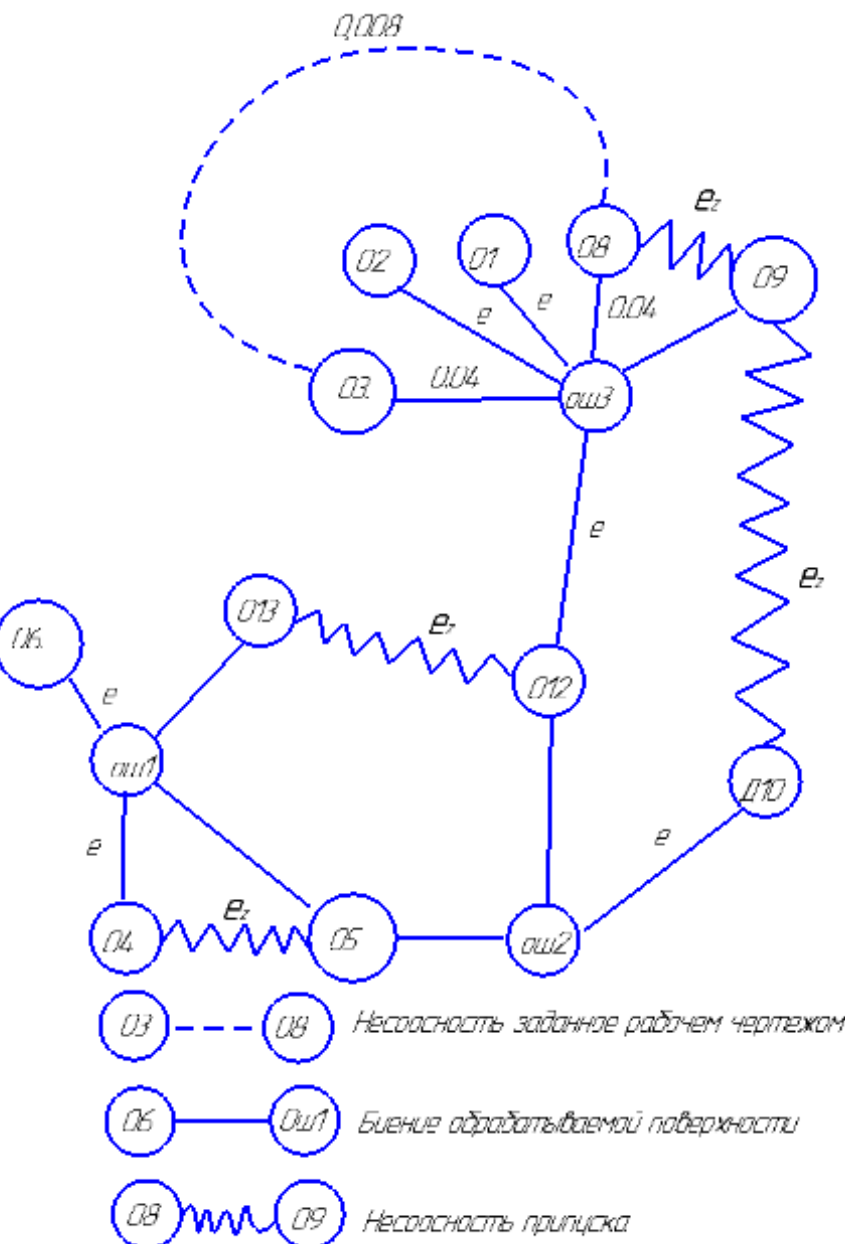
	26,48				
--	-------	--	--	--	--

T_{7-3}	$-T_{7-3} + K_{3-8} - Z_{7-8} = 0$ $T_{7-3} = K_{3-8} - Z_{7-8}$ $T_{7-3} = 10 - 0,425 = 9,575$	9,575	0,43	0	<i>Расчет</i> $9,575 \pm 0,215$ <i>Принимаем</i> $9,6 \pm 0,215$
T_{2-6}	$-T_{6-2} + Z_{2-3} + T_{3-7} - Z_{7-6} = 0$ $T_{6-2} = Z_{2-3} + T_{3-7} - Z_{7-6}$ $T_{6-2} = 0,575 + 9,575 - 9,995 = 9,155$	9,155	0,43	0	<i>Расчет</i> $9,155 \pm 0,215$ <i>Принимаем</i> $9,2 \pm 0,215$
T_{3-13}	$-T_{12-3} + K_{3-14} - Z_{14-12} = 0$ $T_{13-3} = K_{3-14} - Z_{14-12}$ $T_{13-3} = 21 - 0,55 = 20,45$	20,45	0,52	0	<i>Расчет</i> $20,45 \pm 0,26$ <i>Принимаем</i> $20,5 \pm 0,26$

В радиальном направлении диаметры по ходу технологического процесса между собой не связаны, т.к. диаметры получаются по размерной цепи станка.

На это граф-дерево наносятся конструкторские несоосности и припуски, получатся циклы, которые будут размерными цепями несоосности, в которых конструкторские несоосности-исходные звенья, несоосность припусков-замыкающие звенья, а технологическая несоосность составляющие звенья.

0008



Расчет диаметров производится по трехзвенной цепочке и начинается расчет с конструкторского диаметра. Нам известны: конструкторский размер, минимальный припуск и допуск промежуточного технологического размера.

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. $IT_z = \sum IT_i$.

Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска. Предельные диаметры просчитываем после расчета среднего отклонения, который просчитывается по тому же уравнению, что и средний диаметр.

Расчет припусков сводим в таблицу 1.1.6., припуски считаем по формулам изложенным выше.

Таблица 1.6.

Индекс	Состояние поверхности	R_z МК М	T , МКМ	ρ , МК М	E , МК М	$Z_{\min}$ ММ	IT_z ММ	$Z_{\max}$ ММ	Z_c , ММ	Δ_z ММ
Zo1- o2	После чернового расточивани я	80	70	80	50	0,280	0,72	0,64	0,46	+0,3 6
Zo2- o3	После чистового расточивани я	40	50	40	50	0,180	0,12 5	0,30 5	0,24 25	+0,0 625
Zo9- 10	После чернового точения	100	70	150	50	0,37	0,86	0,79	0,50 8	+0,4 3
Zo8- o9	После чистового точения	40	50	60	50	0,2	0,15	0,35	0,27 5	+0,0 75
Zo12- o13	Пруток	120	120	100	50	0,39	2,27	2,66	1,52 5	+1,1 35
Zo4- o5	После проката	80	70	90	200	0,34	1,24	1,58	0,57	+0,6 2

Приведем пример расчёта диаметра D_{08} . Нам известны:

$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2}, \text{ мм} \quad (1)$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_z, \text{ мм} \quad (2)$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, \text{ мм} \quad (3)$$

$$\Delta_z = \frac{JT_z}{2}, \text{ мм} \quad (4)$$

Где $R_{Z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля (по десяти точкам) предшествующей обработки;

T_{i-1} - дефектный слой предшествующей обработки;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение (погрешность расположения поверхности);

ξ_i - погрешность установки на данной операции;

$Z_{\max}$, $Z_{\min}$, Z_c - припуск максимальный, минимальный, средний;

JT_z - допуск припуска;

Δ_z - среднее отклонение поля допуска припуска.

- конструкторский размер $D_{08}=50_{-0,03}$,

- минимальный припуск (см. таблицу 2.6.) и

- допуск промежуточного размера D_{07} (берем по 12 качеству).

Допуск припуска считаем как допуск замыкающего звена. Допуск на припуск всегда проставляем со знаком плюс. Таким образом, получаем

$$Z_{08-09\min} = R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 0,2^{+0,15}$$

$$Z_{\max} = Z_{\min} + JT_z = 0,2 + 0,15 = 0,35$$

$$Z_c = \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2} = (0,35 + 0,2) / 2 = 0,275$$

$$\Delta_z = \frac{JT_z}{2} = 0,15 / 2 = 0,075$$

Затем просчитываем среднее отклонение и средний размер. Технологический диаметр получаем суммированием среднего размера конструкторского диаметра и двойного среднего припуска, получаем:

$$D_{09} = D_{08} + (Z_{08-09\min} + \Delta_z * 2) = 50 + (0,2 + 0,075 * 2) = 50,685 \text{ мм.}$$

Дальше действуем по аналогии, считаем допуск припуска

$$Z_{09-10min} = R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \xi_i^2} = 0,37^{+0,86},$$

Просчитываем среднее отклонение и средний размер, получаем технологический размер суммированием:

$$D_{010} = D_{09} + (Z_{09-10min} + \Delta_z) * 2 = 50,7 + (0,37 + 0,43) * 2 = 52,285 \text{ мм.}$$

Остальные размеры рассчитываем аналогично, расчет диаметральных размеров сводим в таблицу 2.7

Таблица 1.1.7.

Обозначение	Предельный диаметр	Допуск, мм	Среднее откл., мм	Средний размер, мм	Расчет ср. р-ра	Размер в расчет
D_{012}	$100_{-0,87}$	$0,87$	$-0,435$	$99,565$	$99,565$	
$Z_{012-013}$	$0,39^{+2,27}$	$2,27$	$+1,135$	$(0,35 + 1,135) * 2$	$2,97$	
D_{013}	$102,535^{+ \pm 0,7}$	$1,4$	0	$102,535$	$102,535$	$102,5 \pm 0,7$
D_{05}	$34^{+0,62}$	$0,62$	$+0,31$	$34,31$	$34,31$	
Z_{04-05}	$0,34^{+1,24}$	$1,24$	$+0,62$	$(0,97 + 0,62) * 2$	$0,795$	
D_{04}	$33,515 \pm 0,31$	$0,62$	0	$33,515$	$33,515$	$33,5 \pm 0,31$
D_{08}	$50_{-0,03}$	$0,03$	$-0,015$	$49,985$	$49,985$	

Z_{08-09}	$0,2^{+0,15}$	$0,15$	$+0,075$	$(0,275+0,075)*2$	$0,7$	
D_{09}	$50,685\pm0,06$	$0,12$	0	$50,685$	$50,685$	$50,7\pm0,06$
Z_{09-010}	$0,37^{+0,86}$	$0,86$	$+0,43$	$(0,37+0,43)*\frac{2}{2}$	$1,6$	
D_{010}	$52,285\pm0,37$	$0,74$	0	$52,285$	$52,285$	$52,3\pm0,37$
D_{03}	$36^{+0,025}$	$0,025$	$+0,0125$	$36,0125$	$36,0125$	
Z_{03-02}	$0,18^{+0,125}$	$0,125$	$+0,625$	$(0,18+0,625)*\frac{2}{2}$	$1,61$	
D_{02}	$34,4025\pm0,05$	$0,1$	0	$34,4025$	$34,4025$	$34,4\pm0,05$
Z_{02-01}	$0,28^{+0,72}$	$0,72$	$+0,36$	$(0,28+0,36)*\frac{2}{2}$	$1,28$	
D_{01}	$33,1225\pm0,31$	$0,62$	0	$33,1125$	$33,1125$	$33\pm0,31$

1.10. Расчет режимов резания

В нашем случае режимы резания просчитываются программой КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, в которой расчет ведется по формулам изложенным в справочнике технолога - машиностроителя под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, поэтому приведем несколько примеров расчета режимов резания, пользуясь методикой изложенной в другом источнике .

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.[7 ,с.261]

Элементы режима резания для обычно устанавливают в порядке, указанном ниже.

Глубина резания t : при черновой обработке назначают по возможности максимальную t , равную всему припуску на обработку или большей части его $t=z$; при чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

Подача s : при черновой обработке выбирают максимально возможную подачу, исходя из жесткости и прочности системы, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности.

Скорость резания- зависит от выбранной глубины резания, подачи, качества и марки обрабатываемого материала, геометрических параметров режущей части и ряда других факторов.

Сила резания. Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую P_z , определяющую расходуемую на резание мощность N и крутящий момент на шпинделе станка.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z * v}{102 * 60} \quad (10)$$

Рассчитаем режимы резания для токарной и сверлильной операций.

Предлагается для расчета режимов на токарных станках воспользоваться рекомендациями по расчету режимов резания, изложенными в Карте Т-1[5,с. 13]

1.Назначаем глубину резания t .

2.Назначение подачи суппорта на оборот шпинделя S_o в мм/об.:

- а) определение рекомендуемой подачи по нормативам,
- б) уточнение подачи по паспорту станка.

3. Определение стойкости инструмента по нормативам T_p в мин.

4. Расчет скорости резания V в м/мин. и числа оборотов n в минуту

- а) определение рекомендуемой скорости резания по нормативам,
- б) расчет рекомендуемого числа оборотов шпинделя станка:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} \quad (11) \quad , \text{где}$$

V – скорость, м/мин.;

d - диаметр обрабатываемой поверхности ,мм.

в) уточнение числа оборотов шпинделя по паспорту станка;

г) уточнение скорости резания по принятому числу оборотов шпинделя:

$$v = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (12)$$

Расчет режимов резания по эмпирическим зависимостям проводим для двойной перехода токарно-револьверной операции и для сверлильной операции и фрезерной операций.

Токарно-револьверная операция:

переход 1: подрезка торца:

1. Глубина резания: $t_{1.1} = z_{1.1}^C = 1,5$ мм.

2. Подача S назначаем по таблице 14 [4, с.366]. $s = 0,3$;

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента $T=30-60$ мин [4, с.363], принимаем $T=60$ мин;

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$; – определены по таблице 17 [4, с.367].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV}, \quad (10)$$

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

K_{LV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

По табл.3 [4, с.360]: $K_{MV} =$

По табл.5 [4, с.361]: $K_{LV} = 0,9$.

По табл.6 [4, с.361]: $K_{IV} =$

Окончательно коэффициент определяется как:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{LV} \cdot K_{IV} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,8;$$

Скорость резания определяем для $t = Z_{11}^{cp}$ = формула (9):

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,6^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} \cdot 0,8 = 131 \text{ м/мин};$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 131}{3,14 \cdot 105} = 400 \text{ об/мин};$$

переход 2: сверлить отверстие:

1. Глубина резания: $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 12 = 6$ мм.

2. Подача по таблице 25 [2, Т.35, стр.381] : 0,2 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 0,2 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2, Т.2, стр.382]: $T=25$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 3,5$; $q = 0,5$; $m = 0,12$; $y = 0,45$ – определены по таблице 39 [2, Т.2, стр.383].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV},$$

где K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты K_{MV} , K_{IV} определены выше.

Тогда по таблице 31 [2, Т.2, стр.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 1 * 1 * 0,85 = 0,85.$$

Скорость резания ,формула (9):

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v = \frac{3,5 \times 12^{0,5}}{25^{0,12} \times 0,2^{0,45}} \times 0,85 = 18 \text{ м / мин} .$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 18 / (3,14 * 12) = 500 \text{ об/мин}.$$

переход 3:Рассверлить отверстие:

1. Глубина резания: $t = 0,5 * D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм}.$

2. Подача по таблице 25 [2,Т.35,стр.381] : 0,25 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 0,25 \text{ мм/об}.$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v , \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2,Т.2,стр.382]: $T = 25 \text{ мин}.$

Значения коэффициентов: $C_v = 3,5$; $q = 0,5$; $m = 0,12$; $y = 0,45$ – определены по таблице 39 [2,Т.2,стр.383].

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты K_{MV} , K_{IV} определены выше.

Тогда по таблице 31 [2,Т.2,стр.280]: $K_{IV} = 1.$

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 1 * 1 * 0,85 = 0,85.$$

Скорость резания ,формула (9):

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v = \frac{3,5 \times 33,5^{0,5}}{25^{0,12} \times 0,25^{0,45}} \times 0,85 = 19 \text{ м / мин} .$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 19 / (3,14 * 25) = 250 \text{ об/мин}.$$

Переход 4:Рассточить отверстие:

1. Глубина резания: $t = 0,5 * D = 0,5 * 33,5 = 16,75 \text{ мм}.$

2. Подача по таблице 25 [2,Т.35,стр.381] : 0,2 мм/об, но с учётом имеющихся подач на станке принимаем:

$$S = 0,2 \text{ мм/об}.$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v , \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2,Т.2,стр.382]: $T=25$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 3,5$; $q = 0,5$; $m = 0,12$; $y = 0,45$ – определены по таблице 39 [2,Т.2,стр.383].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты K_{MV} , K_{IV} определены выше.

Тогда по таблице 31 [2,Т.2,стр.280]: $K_{IV} = 1$.

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{IV} = 1 * 1 * 0,85 = 0,85.$$

Скорость резания, формула (9):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{3,5 \times 33,5^{0,5}}{25^{0,12} \times 0,2^{0,45}} \times 0,85 = 133 \text{ м / мин}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 133 / (3,14 * 33,5) = 1250 \text{ об/мин}.$$

1.11. Нормирование технологического процесса

Общемашиностроительные нормативы предназначены для расчета технически обоснованных норм времени.

Нормирование технологического процесса также можно просчитывать программой КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, поэтому приведем несколько примеров расчетов, пользуясь методикой изложенной в другом источнике.

Нормирование ведем для тех операций, для которых рассчитывали режимы резания.

Определение штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{tex} + T_{орг} + T_{от} \quad (17), \text{ где}$$

T_o - основное время;

T_{tex} - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время на отдых.

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (20)$$

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:

$$L = l + l_{в} + l_{сх} + l_{под}, \quad (21)$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;
 $l_{в}$ – величина врезания инструмента, мм;
 $l_{сх}$ – величина схода инструмента, мм;
 $l_{под}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{сх} = l_{под}$.

Величина врезания инструмента:

$$l_{в} = \frac{t}{tg \varphi}, \quad (22)$$

Где t – глубина резания, мм;
 φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg \varphi} + l_{сх} + l_{под}) \cdot i}{n \cdot S}, \quad (23)$$

Вспомогательное время определяем по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}, \quad (24)$$

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$ - время на управление станком;

$T_{изм.}$ - время на измерение детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.}, \quad (25)$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.}, \quad (26)$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}, \quad (27)$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right), \quad (28)$$

где n- количество деталей.

Для первой токарной операции:

переход 1- подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + l_v + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(100 + 1) \cdot 1}{400 \cdot 0,3} = 0,44 \text{ мин};$$

переход 2-Сверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_v + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(39 + 1) \cdot 2}{500 \cdot 0,2} = 0,32 \text{ мин};$$

переход 3-Рассверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + l_v + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(21 + 1) \cdot 3}{250 \cdot 0,2} = 0,53 \text{ мин};$$

Переход 4-Рассточить отверстие:

$$T_o = \frac{(l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(86,5 + 1) \cdot 1}{1250 \cdot 0,2} = 0,35 \text{ мин}$$

переход 5-точить фаску:

$$T_o = \frac{(l + l_v + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,5 + 1) \cdot 1}{1250 \cdot 0,2} = 0,01 \text{ мин};$$

переход 6-точить цилиндр:

$$T_o = \frac{(l + l_v + l_{сх} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(28 + 1) \cdot 1}{400 \cdot 0,4} = 0,18 \text{ мин};$$

Определение штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (17), \text{ где}$$

T_o - основное время;

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время на отдых.

Определение основного времени T_o :

$$T_o = \frac{L_{р.х.} \cdot i}{S_o \cdot n} \quad (14), \text{ где}$$

$L_{р.х.}$ -длина рабочего хода;

i – количество рабочих ходов;

S_o - подача, мм./об.

n – число оборотов шпинделя, об./мин.

1.Расчет длины рабочего хода суппорта.

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп.}, \quad (15) \text{ где}$$

$L_{рез}$ - длина резания;

y - подвод, врезание и перебег инструмента;

$L_{доп}$ - дополнительная длина хода, вызванная в отдельных случаях особенностями наладки и конфигурации детали.

Определение вспомогательного времени T_B :

$$T_B = T_{y.c} + T_{3.o} + T_{yn} + T_{n.3} \quad (16), \text{ где}$$

$T_{y.c}$ - время установки и снятия детали;

$T_{3.o}$ - время закрепления и открепления детали;

T_{yn} - время на управления станком;

$T_{n.3}$ - время на измерение.

Рассчитаем вспомогательное время при помощи таблиц

Для определения $T_{шт.}$ воспользуемся следующими формулами:

$$T_{on} = T_o + T_s \quad (18)$$

$$T_{om.} = (4 \dots 6) \% T_{on} \quad (19)$$

$$T_{opz.} = (4 \dots 6) \% T_{on} \quad (20)$$

$$T_{tex.} = (4 \dots 6) \% T_{on} \quad (21)$$

Определение штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{n.3} / n \quad (22), \text{ где}$$

$T_{n.3}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

N – годовая программа, шт.

$$n = N / 12 = \frac{1000}{12} = 83,3 \quad (23)$$

Рассчитаем нормы времени для первой токарной операции (операция 010).

$$T_0 = 1.87 \text{ мин}$$

Подачу S_0 для данной операции определили в режимах резания (см. выше)

$$T_B = T_{yc} + T_{3o} + T_{yn} + T_{n3} = 0,16 + 0,0435 + 0,032 + 0,047 = 0,28 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{tex} + T_{opz} + T_{om} = 1.83 + 0.28 + 0,13 + 0,13 + 0,013 = 9.31 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n.3}}{n} = 9.31 + \frac{10}{83,3} = 9.33 \text{ мин.}$$

$$T_{yc} = 0,24 \text{ мин. [2, с.136, с.149]}$$

$$T_{yn} = 0,0435 \text{ мин. [2, с.171, с.175]}$$

$$T_{3o} = 0,032 \text{ мин. [2, с.162]}$$

$$T_{n3} = 0,047 \text{ мин. [2, с.193]}$$

$$T_o = 1.83 \text{ мин.}$$

$$T_{n.3} = 21 \text{ мин. [3, с.21]}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Описание конструкции и принципа действия специального приспособления.

Приспособление применяется для сверления отверстий в заготовке корпуса подшипника и предназначено для базирования заготовки по плоскости торцовой поверхности и внутренней цилиндрической поверхности и закреплённая силой w ,

направленной по нормали к установочной базе.

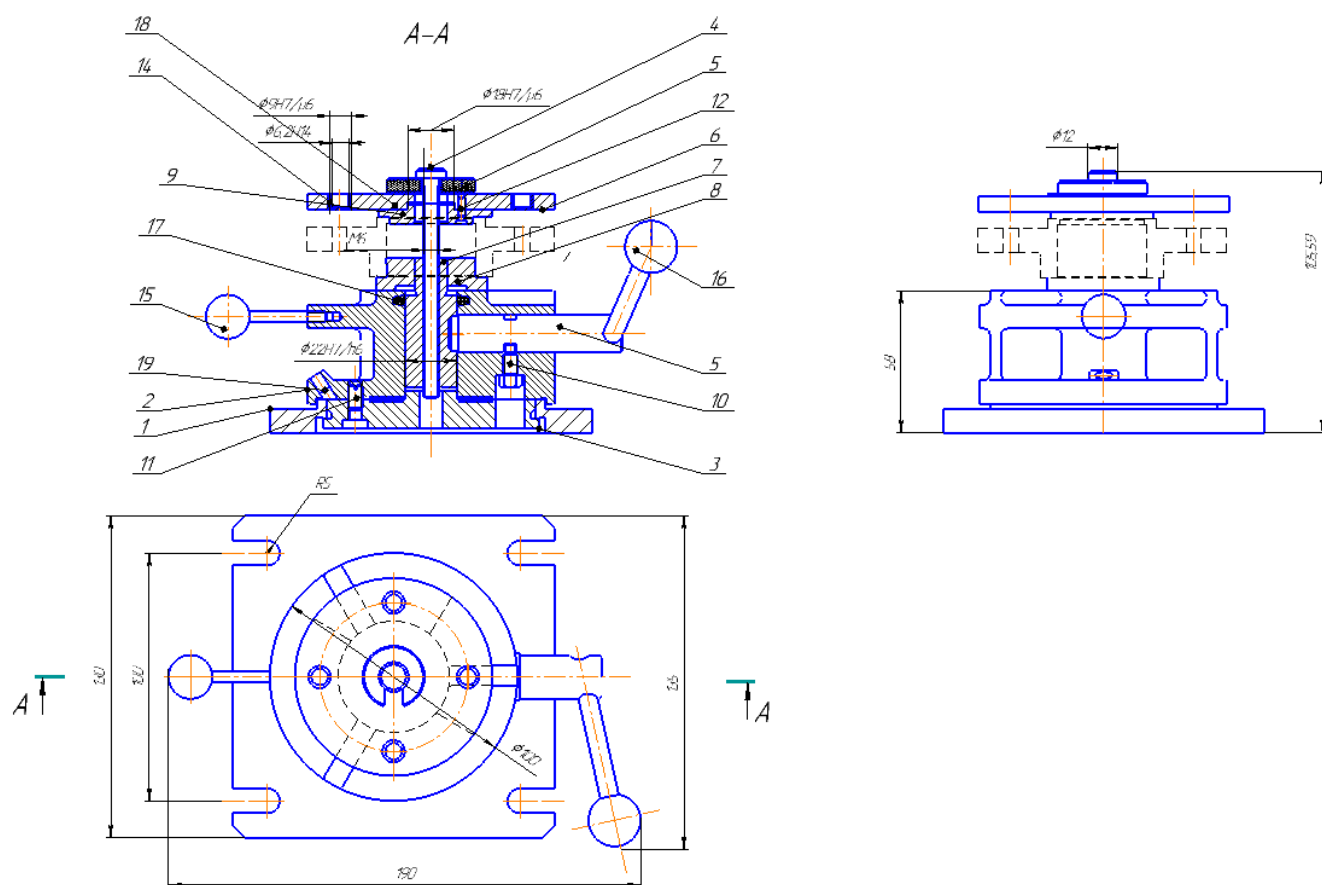


Рис.2.1. Специализированный переналаживаемый кондуктор.

Приспособление предназначено для сверления в заготовке четыре отверстия диаметром $\varnothing 6.2H14 \begin{smallmatrix} (+0,36) \\ 0 \end{smallmatrix}$.

Компоновка приспособления приведена на формате А2, оно состоит из следующих основных элементов: плиты приспособления 1, корпуса 2 и зажимного устройства. Наладка состоит из подставки 8, прижимной втулки 9, кондукторной плиты 6 (в которой установлено по четыре постоянных кондукторных втулки 13 и 14), и откидной шайбы 18. а центрируется по хвостовику плунжера 7. Спроектированное приспособление работает следующим образом: наладка вместе с деталью закрепляется при помощи рукоятки 16, поворачивающей вал-эксцентрик 5, конец которого входит в паз плунжера, при повороте рукоятки 16 плунжер перемещается вниз и вместе с ним перемещается тяга 4, которая с помощью шайбы 18, закрепляет деталь и наладку на приспособлении.

С помощью рукоятки 15 поворотная часть кондуктора устанавливается в требуемое положение и затем закрепляется на подставке.

Для съема заготовки поворотом рукоятки 16 открепляем деталь , снимаем откидную шайбу 18 и кондукторную плиту .

Плиту приспособления крепят с помощью четырех болтов к столу станка.

Расстояние от установочной поверхности приспособления до головки тяги 4 позволяет изменять высоту наладки вместе с деталью от 40 до 120 мм.

2.2. Расчет сил зажима

Разрабатываем принципиальную расчетную схему (рис. 3.2), учитывающую тип, число и размеры установочных и зажимных устройств, вид и конструкцию направляющих элементов.

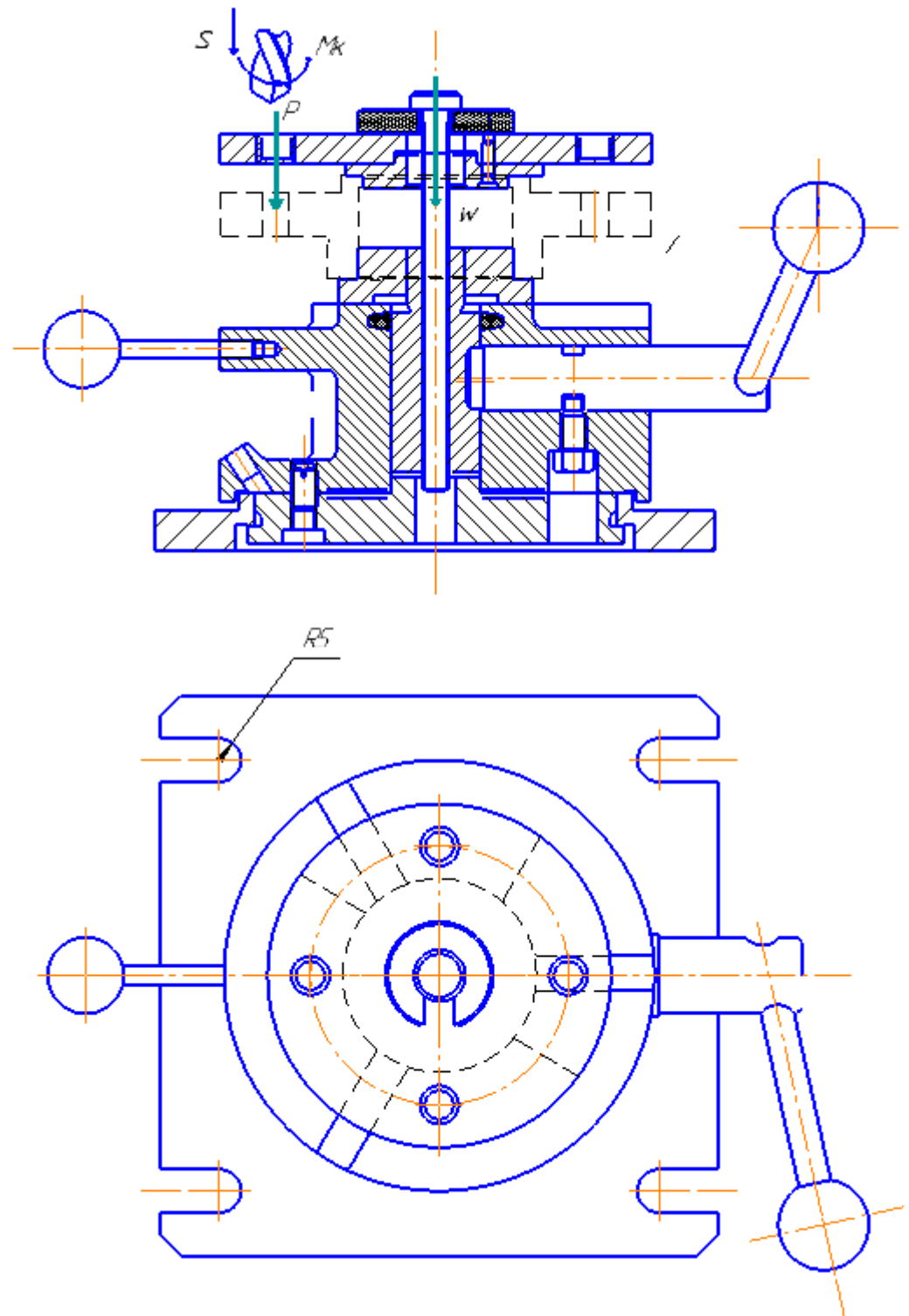


Рис.2.2. Принципиальная расчетная схема для сверления отверстий.

По полученной схеме определяем силу зажима заготовки по следующей формуле:

$$W_i = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{sp}^i}{3 \cdot f \cdot d_{отв}}$$

здесь:

k — коэффициент запаса,

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad [10, \text{с. 382}]$$

$K_0=1,5$ -гарантированный коэффициент запаса;

$K_1=1,3$ - учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$K_2=1,0$ — учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3=1,0$ — учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4=1,3$ — характеризует постоянство силы зажимного механизма;

$K_5=1,0$ — характеризует эргономику немеханизированного зажимного механизма;

$K_6=1,0$ — учитывает наличие моментов стремящихся повернуть заготовку.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 2,54$$

$n = 1$ — число одновременно обрабатываемых отверстий;

$f = 0,16$ — коэффициент трения, (10, с. 384);

$d_{отв} = 35 \text{ мм}$ — диаметр отверстия, на котором прикладывается усилие для зажима заготовки;

$M_{кр}^i$ - крутящий момент инструмента.

$D = 6,2 \text{ мм}$, в соответствии с рекомендациями, изложенными в [7, с. 277]:

$$M_{кр.} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p ,$$

здесь:

$C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ - коэффициенты, учитываемые при определении крутящего момента (5, с.281);

$D=6.2 \text{ мм}$ - диаметры обрабатываемых отверстий;

$s = 0,14 \text{ мм / об}$ - подачи при сверлении (см приложение, карта тех. процесса)

$K_p = K_{Mp} = 0,4$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [7, с. 264].

Тогда:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,2^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,4 = 1,1 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Рассчитаем усилия зажимов:

$$W_1 = \frac{2 \cdot k \cdot n \cdot M_{кр}^1}{3 \cdot f \cdot d_{отв}} = \frac{2 \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 1,1}{3 \cdot 0,16 \cdot 0,035} = 335,7 \text{ Н};$$

Дальнейший выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров будем производить для случая наиболее неблагоприятного, т. е. для требуемого усилия зажима $W = W_1 = 976,6 \text{ Н}$.

2.3 Выбор привода зажимающего устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем ручное эксцентриковое зажимное устройство. Рассчитаем его параметры по рекомендациям, изложенным в [11, с. 395]. Приведем схему расчета.

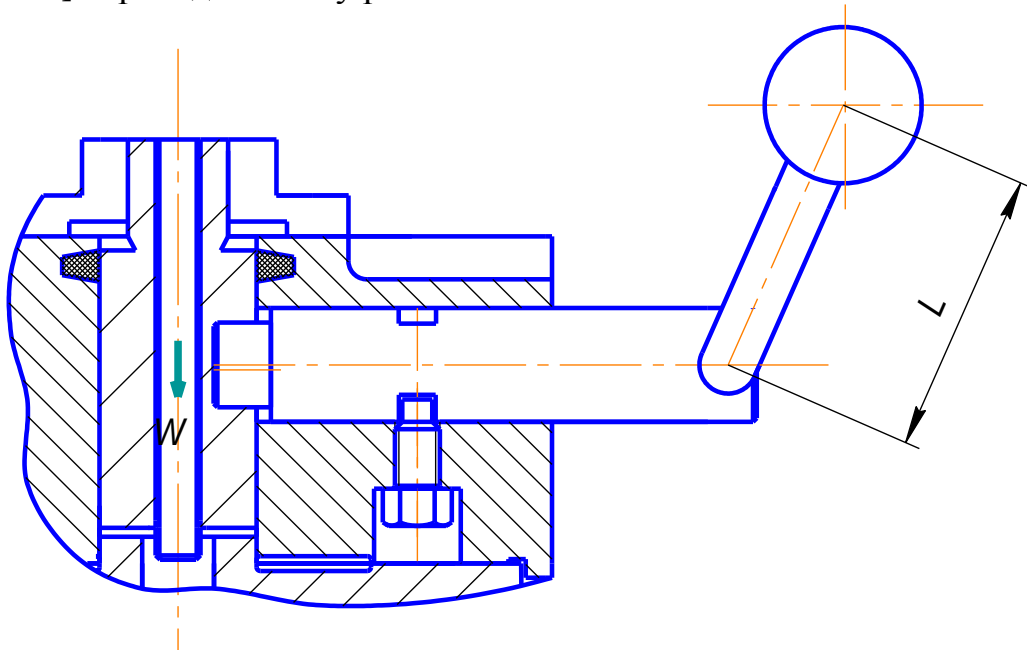


Рис.2.3. Схема расчета ручного эксцентрикового зажимного устройства.

Исходные данные при проектировании:

Δ - отклонение размера заготовки(см чертеж)

W - сила закрепления заготовки, Н

Определяем эксцентриситет:

$$e = \Delta + \Delta_{\text{зав}} + \frac{W}{I} = 0,62 + 0,2 + \frac{976,6}{14700} = 0,86 \text{ мм}$$

Определяем диаметр цапфы:

$$d_{\text{ц}} \geq 0,226 \sqrt{W} = 0,226 \sqrt{976,6} = 7,1 \text{ мм}$$

принимаем $d_{\text{ц}}=8 \text{ мм}$, тогда наружный диаметр эксцентрикового кулачка:

$$D \geq 2(e + 1,2 d_{\text{ц}}) = 2 \cdot (0,88 + 1,2 \cdot 8) = 10,48 \text{ мм} ,$$

принимаем $D=14 \text{ мм}$

Проверяем эксцентриковый кулачок на самоторможение, должно выполняться условие:

$$D \geq 16 \cdot e$$

Условие выполняется $14 \geq 16 \cdot 0,86$, т.е. эксцентриковый кулачок самотормозящий.

Вычислим ширину эксцентрикового кулачка, воспользовавшись формулой:

$$B \geq 0.037 \frac{W}{D} = 0.037 \frac{976 \cdot 6}{14} = 2.6 \text{ мм} .$$

Момент на рукоятке эксцентрикового кулачка

$$M = 2 \cdot e \cdot W = 2 \cdot 0.86 \cdot 976 \cdot 6 = 1679 \cdot 75 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Длина рукоятки эксцентрикового кулачка:

$$L \geq \frac{M}{F} = \frac{1679 \cdot 75}{196} = 8.6 \text{ мм} .$$

Принимаем L=60 мм.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
--------	-----

8ЛЗ1	ЧжаоВэньцзэ
------	-------------

Институт	ИК	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
Тема диплома: Разработка технологического процесса обработки втулки	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).	Оценка рабочего места на наличие вредных факторов. Действие фактора на организм человека. Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ. Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов. Оценка помещения по электробезопасности. Меры по защите от поражения.
2. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Анализ возможного загрязнения окружающей среды. Наличие производственных загрязнений: бумага (черновики), картриджи, лампы и т.д. Сбор этих загрязняющих веществ, перевозка на перерабатывающие фабрики, брикетирование, утилизация или переработка.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС;	1. Сильные морозы; 2. Попытки проникновения посторонних на рабочее место.

– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.

Техногенная безопасность

3.1 Анализ опасных и вредных факторов производственной среды

Мы работаем на заводе. Обзор возможных вредных производственных факторов произведём по стандартам, определяющим степень учёта их важности.

ГОСТ 12.2.007.0-75 распространяется на электротехнические изделия и устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека следующих факторов, связанных с такими изделиями: электрического тока; электрической искры и дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагреваемых до высоких температур; опасных и вредных материалов; используемых в конструкции изделия, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при его эксплуатации; шума и ультразвука; вибрации; электромагнитных полей, теплового, оптического и рентгеновского излучения.

Данный стандарт устанавливает также требования, снижающие вероятность возникновения пожара от: электрической искры и дуги; частей изделия, нагреваемых до высоких температур, в том числе от воздействия электромагнитных полей; применения пожароопасных материалов, используемых в изделии, выделяющих опасные и вредные вещества при эксплуатации и хранении.

Основными опасным фактором являются:

- Повышенная температура поверхности оборудования, материалов. Повышенные температуры могут вызвать ожоги различных степеней в зависимости от температуры поверхности.

- Механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств. Движущиеся части машин и механизмов и сами машины, острые кромки предметов, нахождение на высоте, перегретые или переохлажденные поверхности, способные вызвать термический или холодовой ожог.

- Разлет стружки при работе на станке. Разлет горячей стружки может привести к множественным ожогам, так же стружка может привести к поломке оборудования и тем или иным образом повлиять на безопасность человека.

- Опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;

К основным вредным факторам можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

Разберем основные вредные факторы и их нормирование.

3.2. Недостаточная освещенность

Работа инженера-разработчика имеет третий разряд точности, т.е. при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Освещенность рабочего места должна быть согласно СНиП 23-05-95 300 лк (разряд зрительной работы IVa, минимальный размер предметов различения 0,5 – 1 мм).

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.

Проведём расчёт общего равномерного искусственного освещения для технологического бюро. Расчёт искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 6 \text{ м}$, ширина $B = 4 \text{ м}$, высота $H = 3,5 \text{ м}$. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0 \text{ м}$. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк , в соответствии с разрядом зрительной работы (III разряд зрительной работы (высокой точности)).

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B \quad (1)$$

где A — длина, м;

B — ширина, м.

$$S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_n = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности освещения для люминесцентных ламп $z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2300 \text{ Лм}$.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина — 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p, \quad (2)$$

где h_n — высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p — высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5 \text{ м}$.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м} \quad (3)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м} \quad (4)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = \frac{B}{L} = \frac{4}{2,2} = 1,8 \approx 2 \quad (5)$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,72 \approx 3 \quad (6)$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 3 \cdot 2 = 6 \quad (7)$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м} \quad (8)$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке1 изображена схема размещения светильников с люминесцентными лампами.

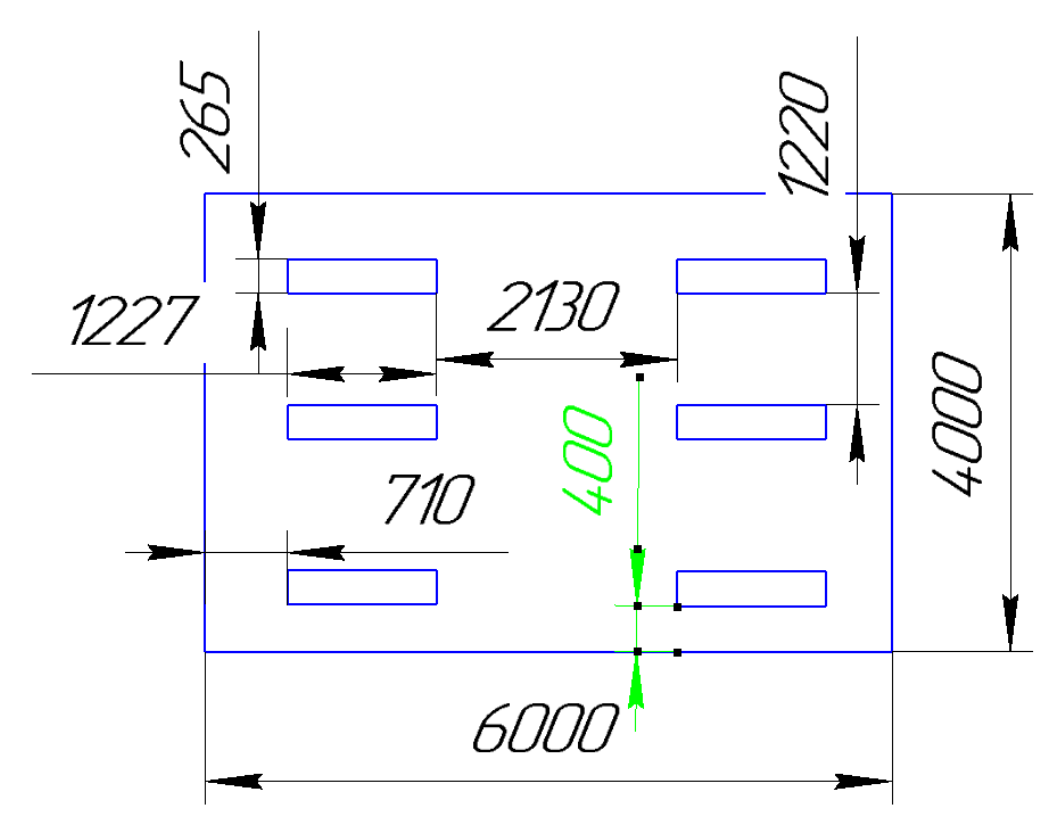


Рисунок1 – Схема размещения светильников.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h (A + B)} = \frac{6 \cdot 4}{2 (6 + 4)} = 1,2 \quad (9)$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_c = 50\%$, $\rho_n = 70\%$ и индексе помещения $i = 1,2$ равен $\eta = 0,47$.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока лампы попадает на рабочую поверхность.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E_{\Pi} \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N_{\Pi} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,47} = 2106,38 \text{ Лм} \quad (10)$$

Где E_{Π} — нормируемая минимальная освещённость по СНиП23-05-95, лк;

$N_{\Pi} = 12 \text{ шт}$ — число ламп в помещении.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\% \quad (5.11)$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2106,38}{2300} \cdot 100\% = 14,9\%$$

где Световой поток 2300 лм соответствует выбранной люминесцентной лампе ЛД мощностью 40 Вт.

Таким образом: $-10\% \leq 14,9\% \leq 20\%$ необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

3.3.Повышенный уровень вибрации

При изучении действия вибрации на организм человека нужно учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Собственные частоты колебаний тела в положении лежа составляют 3–6 Гц, стоя — 5–12 Гц, грудной клетки — 5– 8 Гц. Воздействие на человека вибраций таких частот угнетает центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха. Источниками вибрации могут являться: станки, гидравлические прессы, заточное оборудование, электрокары. В таблице 1 приведены нормы вибрации для производственных помещений.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6-0,4	До 3	1,12-0,76	22-14
0,4-0,15	3-5	0,76-0,46	14-15
0,15-0,05	5-8	0,46-0,25	15-13
0,05-0,03	8-15	0,25-0,28	13-27
0,03-0,009	15-30	0,28-0,17	27-32
0,009-0,007	30-50	0,17-0,22	32-70
0,007-0,005	50-75	0,22-0,23	70-112
0,005-0,003	75-100	0,23-0,19	112-120
* 1,5-2	45-55	1,5-2,5	25-40

Таблица 1. Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий.

Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. Изменения в физиологическом состоянии организма — в развитии нервных заболеваний, нарушении функций сердечно-сосудистой системы, нарушении функций опорно-двигательного аппарата, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций органов внутренней секреции. Все это приводит к возникновению вибрационной болезни.

В таблице 2 представлено влияние вибраций на организм человека в целом.

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболь

Таблица 2. Влияние вибрации на организм человека

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки (спазмы периферических сосудов, приступы пощипывания пальцев рук на холоде, ослабление

подвижности и боль в руках в покое и ночное время, потеря чувствительности пальцев, гипертрофия мышц); церебральную — от преимущественного воздействия вибрации на весь организм человека (общемозговые сосудистые нарушения и поражение головного мозга); смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибрации усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

- низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);

- среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);

- высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

Средства коллективной защиты (СКЗ) от вибраций

Коллективная виброзащита включает в себя простые и составные средства виброизоляции и виброгашения: установку вибрирующего оборудования на массивный фундамент, применение демпфирующего покрытия и виброизоляторов, применение гибких вставок в воздуховодных коммуникациях. Высокую эффективность демонстрирует метод демпфирования — превращения энергии механических колебаний в другие виды энергии (как правило, в тепловую). Чтобы погасить вибрацию данным способом, в конструкцию порождающих и передающих вибрацию деталей вводятся элементы, изготовленные из материалов с большим внутренним трением — резины, специальных видов пластмасс и металлических сплавов, применяются прослойки из вязких жидкостей и сыпучих материалов.

Средствами индивидуальной защиты (СИЗ) считаются специальные платформы, сидения, перчатки, рукоятки и некоторые виды обуви, позволяющие минимизировать воздействие вибрации на оператора во время взаимодействия с ее источником. Платформы — основные средства индивидуальной защиты от вибрации, используемые при работе в положении стоя. Они представляют собой опорные плиты с накладными, встроенными или комбинированными виброизоляторами, которые могут быть резиновыми, пружинными или пневмобаллонными.

Образующиеся в цехе отходы также подлежат переработке или утилизации. К таким отходам относятся:

- Металлическая стружка;
- Неработоспособный инструмент;
- Отработанная СОЖ;
- Отработанное масло;
- Вспомогательные отходы (ветошь, пластик, различные щётки и т.д.)

Металлические составляющие подлежат сбору, сортировке, брикетированию (стружка), переплавке. СОЖ, отработанное масло подлежат фильтрации или утилизации. Все остальные отходы утилизируются и перерабатываются на

вторичное сырьё с помощью различного оборудования (шредеры; перфораторы, роторные дробилки и др.)

Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м^2 , а объем не менее 20 м^3 .

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Тара из-под нефтепродуктов (керосина, бензина и т. д.) перед сваркой должна быть тщательно промыта раствором каустической соды и продута паром.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.).

На работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, выдаются прошедшие обязательную сертификацию или декларирование соответствия средства индивидуальной защиты в соответствии с типовыми нормами, утвержденными в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами.

К средствам индивидуальной защиты относятся специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты (изолирующие костюмы, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты головы, средства защиты лица, средства защиты органа слуха, средства защиты глаз, предохранительные приспособления).

3.4.Микроклимат

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 требования к микроклимату приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С оптимальная	Температура, °С предельно допустимая	Относительная влажность, % оптимальная	Относительная влажность, % предельно допустимая	Скорость движения воздуха, м/с оптимальная	Скорость движения воздуха, м/с предельно допустимая
Холодный	Средней тяжести II б	17 – 19	15 – 21	40 – 60	20 – 75	0,2	≤ 0,4
Теплый	Средней тяжести II б	20 – 22	15 – 27	40 – 60	20 – 70 (при 25 °С)	0,2	0,2 – 0,5

- Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а также воздушное датирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

- Устройство вентиляции и отопления является важным мероприятием для оздоровления воздушной среды. Вентиляция должна обладать достаточным объемом, так в помещении с работающими ПЭВМ осуществляется кондиционирование воздуха, необходимое для поддержания необходимых параметров микроклимата независимо от внешних условий. В холодное время года параметры микроклимата поддерживаются системой водяного, воздушного или электрического отопления, в теплое - благодаря кондиционированию воздуха, с параметрами, отвечающими требованиям санитарным нормам безопасности СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Нормируемые

параметры микроклимата, ионного состава воздуха, содержания вредных веществ должны соответствовать требованиям. СанПиН 2.2.4.548 – 96. «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

- Аэроионный состав воздуха производственных помещений оказывает влияние на самочувствие человека. Отклонения аэроионного состава от нормы во вдыхаемом воздухе может создавать угрозу для пользователя. Аэроионный состав воздуха должен соответствовать требованиям СанПиН 2.2.4.1294-03. К нормируемым показателям аэроионного состава воздуха относят: допустимый диапазон концентрации аэроионов обеих полярностей ρ^+ , $\rho^{3/4}$, характеризующийся количеством аэроионов в одном кубическом сантиметре воздуха (ион/см³), допустимый диапазон коэффициента униполярной U , определяемый отношением концентрации аэроионов положительной полярности к концентрации аэроионов отрицательной полярности.

Микроклимат комнаты поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительным прогревом в холодное время года.

3.5.Превышение уровня шума

В данном цехе шум возникает при использовании оборудования, находящегося в цехе и при воздействии внешних факторов.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Уровни шума не должны превышать значений, установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 и ГОСТ 17187 – 81, и проводится не реже двух раз в год.

- для цеха составляет 80 дБ;

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение преград на основе звукопоглощающих материалов (гранулированная или суспензированная минеральная вата; стекловолокно; материалы в состав которых входят пористые заполнители такие как пемза, вспученный перлит и т.п.; войлок и др.)

- применение глушителей шума (металлические или пластиковые шумоглушительные устройства);

применение средств индивидуальной защиты от шума (наушники; вкладыши; шлемы; костюмы)

3.6.Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Отдельно отметим озон. Во время работы копировальной техники выделяется большое количество озона. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы.

В больших концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина

ПДК = 0,1 мг/м³, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяются на 2 класса:

1 класс - *вещества чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1мг/м³)*: бензила хлорид, гидразин и его производные, дым пятиокси ванадия, динитрофенол, кадмия окись, метил бромистый, свинец и др.

2 класс - *вещества малоопасные (ПДК более 10 мг/м³)*: ацетон, керосин, нафталин, спирт этиловый и др.

3.7.Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в п. 2.1.1 настоящих Санитарных норм и правил, энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 3.

Таблица 4 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2 \times ч$	По магнитной составляющей, $(А/м)^2 \times ч$	По плотности потока энергии $(мкВт/см^2) \times ч$
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

Таблица 5 – Предельнодопустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия

Продолжительность воздействия, ч	ППЭ $мкВт/см^2$
8,0 и более	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40
4,5	44

4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,20 и менее	1000

Средства коллективной защиты (СКЗ):

- защита временем;
- защита расстоянием;
- экранирование источника (специальные экраны по ГОСТ 12.4.154);
- защита рабочего места от излучения;

Средства индивидуальной защиты (СИЗ):

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

3.8. Электробезопасность

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79 (Электробезопасность). Основными причинами поражения электрическим током могут послужить: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением компьютера (другого оборудования) и установки в сеть должна быть визуально проверена;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер (другое оборудование) и установку;
- запрещается при включенном компьютере (другом оборудовании) или установке одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают (СКЗ):

- защитное заземление (самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- зануление;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- предохранительные устройства;
- изолирующие устройства и покрытия;
- знаки безопасности;
- разделительные трансформаторы

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) можно отнести:

- диэлектрические силиконовые перчатки;
- классические указатели напряжений;
- любой инструмент, оснащённый диэлектрическими ручками;
- силиконовые диэлектрические коврики;
- изолирующие подставки

Помещение цеха по классу электроопасности относится ко 2 классу – Помещения с повышенной опасностью поражения людей электрическим током. К ним относятся помещения, в которых присутствует хотя бы одно из следующих признаков:

- относительная влажность до 75%;
- повышенная температура, кратковременно - до 40⁰С, длительно – свыше 35, но до 40⁰С;
- наличие токопроводящих полов;
- возможность включения человека в электрическую цепь, т.е. прикосновение к токоведущим частям оборудования с одной стороны и

металлическим конструкциям зданий, сооружений, имеющих контакт с землей, с другой стороны.

– наличие токопроводящей пыли.

Оборудование в помещении по классификации электрических цепей по напряжению входит в состав группы а – электрические сети напряжением до 1000В (220В, 380В).

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда.

3.9. Пожарная безопасность

Согласно ГОСТ 12.1.033 – 81 понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники лаборатории должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

Все производства подразделяются по пожароопасности на 5 основных категорий согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», для большинства помещений рабочего места установлена категория «В». Для цеха установлена категория В2. Горючие и трудногорючие жидкости, 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, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б. В помещение, где идет монтаж и наладка привода, установлен пожарный щит. Установлены огнетушители типа ОУ – 8, ОВП – 10 имеется пожарный кран и емкости с песком.

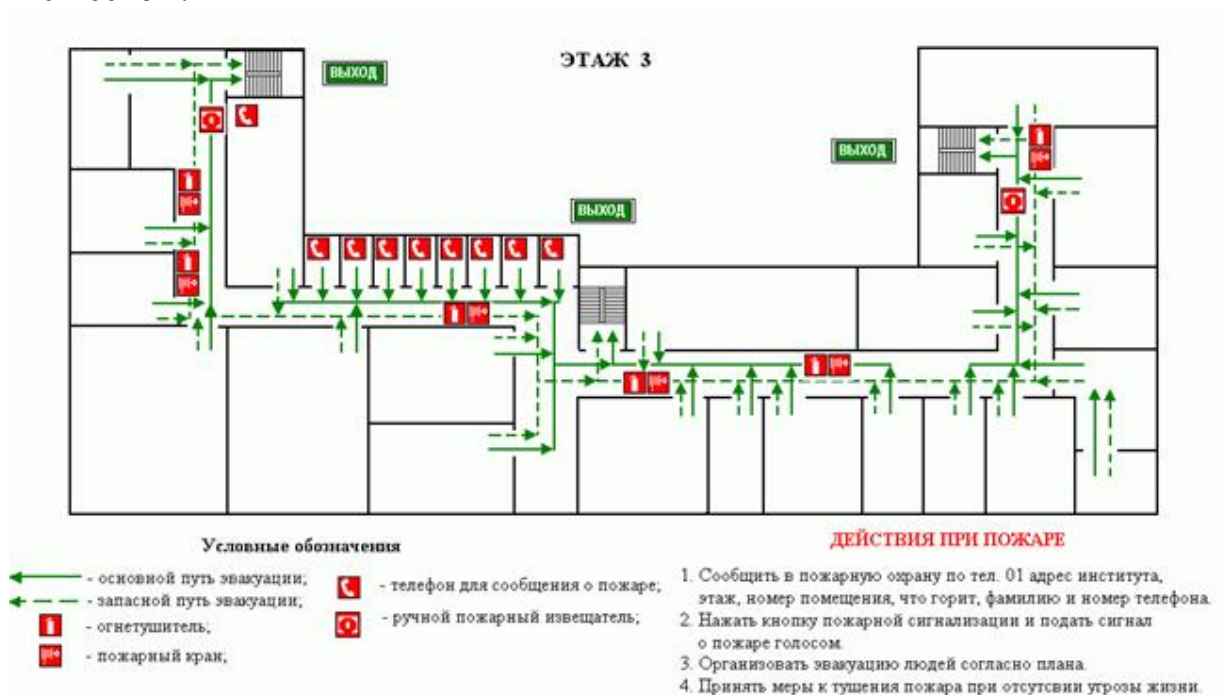


Рисунок 2 – План эвакуации при пожаре

3.10.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 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.

11. Безопасность в чрезвычайных ситуациях (ЧС)

Производство находится в городе Томск 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 разморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случае обрыва линий электропередач, должны быть предусмотрены аварийные бензогенераторы для осуществления бесперебойного выпуска продукции.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

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.

3.12.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
- 3.ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы

- 1) Освещенность на рабочем месте
- 2) Пути эвакуации

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Чжао Вэньцзэ

Институт	ИК	Кафедра	ТАМИП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов для изготовления детали «Втулка»	1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов 2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ: 1 разряд – 40 руб./час. 2 разряд – 51 руб./час. 3 разряд – 65 руб./час. 4 разряд – 82.96 руб./час. 5 разряд – 105,81 руб./час. 6 разряд – 135 руб./час. Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов» 3. Тариф на электроэнергию – 5.8 руб./кВт.ч.
3. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов: -коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06 -затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной заработной платы и отчислений от нее основных рабочих -затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации -затраты на ремонт оборудования -100–120% от основной заработной платы основных рабочих. -общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной заработной платы основных рабочих -общехозяйственные расходы -50% от основной заработной платы основных рабочих. -расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости
4. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка отчислений на социальные нужды – 30% от ФОТ Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве – 0.7% от ФОТ Налог на добавленную стоимость – 18% от цены изделия.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Расчет себестоимости изготовления детали «Втулка»	1. Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов) 2. Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды. 3. Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования. 4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов. 5. Провести расчет себестоимости.
2. Расчет цены детали «Втулка» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Калькуляция себестоимости детали «Втулка»	

Цель раздела – расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

1. Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера; (не учитывается, т.к. полуфабрикаты отсутствуют);
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВРК следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВРК не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;

- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле [14]

$$C_{\text{мо}i} = w_i \cdot \Pi_{\text{ми}} \cdot (1 + k_{\text{тз}})$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь), кг/ед;

$\Pi_{\text{ми}}$ – цена материала i -го вида, ден. ед./кг., $i = 1$;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}} = 0,06$).

Цена материалов Π принимается на основе прейскурантной (оптовой) цены, см. прил. 1 [14].

Расчет нормы расходного материала

$$w = \frac{M}{B_{\text{чст}}}$$

Примем цену материала $\Pi_{\text{ми}} = 51$, с учетом НДС;

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{\text{мо}i} = 1,8 \cdot 51 \cdot (1 + 0,06) = 97,$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого (j -го) вида $C_{\text{мв}j}$ выполняется по формуле

$$C_{\text{мв}j} = H_{\text{мв}j} \cdot \Pi_{\text{мв}j} \cdot (1 + k_{\text{тз}})$$

где $H_{\text{мв}j}$ – норма расхода j -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

$\Pi_{\text{мв}j}$ – цена j -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{\text{мв}} = C_{\text{мо}} \cdot 0,02 = 97,31 \cdot 0,02 = 1,95,$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_{\text{м}} = C_{\text{мо}} + C_{\text{мв}} = 97,31 + 1,95 = 99,26.$$

3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

4. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot \Pi_{\text{от}} = (B_{\text{чр}} - B_{\text{чст}}) \cdot (1 - f),$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции, кг;

$C_{от}$ – цена отходов, руб. Принять $C_{от} = 4.5$;

$B_{чр}$ – масса заготовки, кг;

$B_{чст}$ – чистая масса детали, кг;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02),

И равно:

$$C_{от} = (1,8 - 0,22) \cdot (1 - 0,02) \cdot 4,5 = 6,$$

5. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Расчет следует произвести по формуле

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot ЧТ,$$

где $t_i^{шт.к}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

K_o – количество операций в процессе;

ЧТС $_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции из таблицы [14], для 4го разряда,

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

$$C_{озп} = \frac{1,67+9,33+7,67}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 + \frac{6,28}{60} \cdot 05,81 \cdot 1,4 = 8\text{€},$$

6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{дзп} = C_{озп} \cdot k_d,$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата, руб.;

k_d – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{дзп} = 89,17 \cdot 0,1 = 8,917 \text{ руб.}$$

7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н.} + C_{ст}),$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$O_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_n = (89.17 + 8.917) \cdot \frac{30+0,7}{100} = 3\text{€}$$

8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a.** амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b.** эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c.** ремонт оборудования;
- d.** внутризаводское перемещение грузов;
- e.** погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f.** прочие расходы.

Элемент «a». Амортизация оборудования определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_{j=1}^m \epsilon_j$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -готипа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{\text{об}i}$ и $H_{\text{осн}j}$ – соответствующие нормы амортизации.

$$\Phi_{\text{МП-101}} = 3000000 \text{ руб}$$

$$\Phi_{16K20} = 1150000 \text{ руб}$$

$$\Phi_{2H118} = 3300000 \text{ руб}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{ми}}}$$

$$\Phi_{\text{МП-101}} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$\Phi_{16K20} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$\Phi_{2H118} = \frac{1}{10} = 0,1$$

где $T_{\text{пн}}$ – срок полезного использования, лет, то

$$A_{200} = 3000000 \cdot 0,05 + 1150000 \cdot 0,05 + 3300000 \cdot 0,1 = 537500 \text{руб},$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots, P$; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов

$$l_{\text{кр}} = \frac{5000 \cdot \frac{1,67 + 9,33 + 7,67 + 6,28 + 15,2}{60}}{12087} = 0,27$$

Так как, получившиеся $l_{\text{кр,то}}$

$$C_a = \left(\frac{A_{200}}{N_{\text{в}}} \right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н}}} \right) = \left(\frac{210800}{5000} \right) \cdot \left(\frac{0,27}{0,8} \right) = 1,$$

где $\eta_{\text{з.н}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Элемент «в» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = \\ = (89,17 + 8,917 + 30,11) \cdot 0,4 = 51,$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 14,2 \cdot 0,2 = 2,$$

- затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле

$$C_{\text{эл.л}} = C_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{л}},$$

где $C_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции;

$$\sum_{i=1}^c w_i t_i^{ман} = 0,44 \times 4,62 + 0,32 \times 4,92 + 0,53 \times 3,92 + 0,35 \times 2,8 + 0,01 \times 5,23 + 0,18 \times 0,80 + 0,44 \times 2 + 0,42 \times 4,28 + 0,3 \times 2,3 + 1,18 \times 2,96 + 0,01 \times 1,5 + 0,01 \times 1,65 + 0,16 \times 3,2 + 0,1 \times 1,76 + 0,1 \times 1,67 + 0,08 \times 1,76 + 0,19 \times 1,67 + 0,01 \times 1,85 + 0,37 \times 2,38 = 16,1557$$

$$16,1557/60 = 0,27$$

Тогда

$$C_{з.л.м} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 0,27 \cdot 0,6 =$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot 1,0 = 77,7 \cdot 1,0 = 8,9$$

Элемент «д» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

$$C_{ин} = \frac{(1 + k_{тз}) \cdot \sum_{i=1}^P Ц_{ин} \cdot t_{рез,i} \cdot m_i}{T_{ст.и.} \cdot n_i},$$

где $Ц_{ин}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{рез,i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов, ($m_i=1$);

$T_{ст.и.i}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

$k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{тз}=0,06$).

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стоимость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез.и} \cdot m_i}{T_{ст.и} \cdot n_i}$
Сверло 30 мм Р6М5, конический хвостовик	0,07	75	497	0,23
Резец проходной отогнутой WTJNR/L	0,27	1000	3500	0,069
Резец проходной отогнутой TCLNR/L	2,31	1000	3500	0,62
Резец отрезной канавочный TGB	0,69	1000	4000	0,37
Резец отрезной 20 × 12 T15K6	1,17	100	370	1,08

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (0,23 + 0,069 + 0,62 + 0,37 + 1,08) = 2,3,$$

Элемент «f» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышеперассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

10. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехозяйственного назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общехозяйственные расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{он}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной заработной платы производственных рабочих, т.е.

$$C_{он} = C_{озн} \cdot k_{он} = 89,17 \cdot 0,8 = 71,34 \text{ руб},$$

11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на

содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{ох}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ох} = 0,5$, т.е.

$$C_{ох} = C_{озн} \cdot k_{ох} = 89.17 \cdot 0,5 = 44.59 \text{ руб.}$$

13. Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$\begin{aligned} C_{рз} &= \sum C_i \cdot 0.01 = C_{сум} \cdot 0,01 \\ &= (97.31 + 1.95 - 6.97 + 89.17 + 8.917 + 30.11 + 14.2 + 51.28 + 2.84 + 1 \\ &\quad + 8.917 + 2.369 + 71.34 + 44.59) \cdot 0,01 = 4.17 \text{ руб} \end{aligned}$$

16. Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта.

$$\begin{aligned} C_{пр} &= \sum C_i \cdot 0.15 = (C_p + C_{сум}) \cdot 0,15 \\ &= (97.31 + 1.95 + 6.97 + 89.17 + 8.917 + 30.11 + 14.2 + 51.28 + 2.84 + 1 + 8.917 + 2.369 \\ &\quad + 71.34 + 44.59 + 4.17) \cdot 0,15 = 63.18 \text{ руб.} \end{aligned}$$

17. Расчет НДС

$$\begin{aligned} C_{НДС} &= (C_{пр} + C_p + C_{сум}) \cdot 0,18 \\ &= (63.18 + 4.17 + 417) \cdot 0,18 = 87.18 \text{ руб} \end{aligned}$$

18.Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$Цена = C_{\text{сум}} + C_p + C_{\text{пр}} + C_{\text{НДС}} = 417 + 4.17 + 63.18 + 87.18 = 571.53 \text{ руб}$$

Литература

1. Н. Н. Остапенко, Н.П. Кириллов, В. В. Данилевский. Общая технология металлов. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. – М.: Изд-во Профтехиздат, 1960 г.
2. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. – М.: Изд-во Экономика, 1988 г.
3. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II. – М.: экономика, 1988 г.
4. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г. – 288 с.
5. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972 г.
6. Справочник технолога – машиностроителя. Том 1 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985 г.
7. Справочник технолога – машиностроителя. Том 2 - т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985 г.
8. Технология машиностроения: В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов / Под ред. А. М. Дальского. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1999 г. – 564 с., ил.
9. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. Л. Мурашкина. – М.: Высш. школа, 2003 г. – 278 с., ил.
10. Станочные приспособления: Учебное пособие / А.Г.Схирладзе, В.Ю. Новиков, Г.А. Мелетьев – Йошкар-Ола, ГТУ, 1998 г. – 170 с.
11. Станочные приспособления: Справочник Том 1 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
12. Станочные приспособления: Справочник Том 2 - т./Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А.Шатилова - М.: Машиностроение, 1984 г. – 592 с., ил.
13. С.В. Кирсанов, В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.И. Кокарев. Инструменты для обработки точных отверстий. – М.: Машиностроение, 2005 г., изд. 2 –е переработанное и дополненное.
14. Современные конструкции инструментов для сверления и растачивания глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №2(95), 2005 г.
15. Смазочно-охлаждающие технологические средства, применяемые при обработке глубоких отверстий. Кирсанов С.В. , Инженерный журнал. Справочник с приложением. №6(51), 2001 г.
16. Руководство пользователя КОМПАС-АВТОПРОЕКТ, Аскон
17. САПР в технологии машиностроения: Учеб. пособие /В.Г.Митрофанов, О.Н.Калачев, А.Г.Схиртладзе и др. – Ярославль; Ярославский государственный технический университет, 1995. – 298 с.
18. Курс лекций «САПР технологических процессов», к.т.н. Копосов В.Н.
19. Проектирование техпроцесса с помощью САПР ТП «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ – 9.2.». Методические указания к лабораторной работе. В.И. Марусина, НГТУ, 2003 г.
20. Дубовцев В.А. Безопасность жизнедеятельности. / Учеб. пособие для дипломников. - Киров: изд. КирПИ, 1992.

21. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
22. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
23. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.3
24. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
25. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с., ил.
26. Зинченко В.П. Основы эргономики. – М.: МГУ, 1979. – 179с.
27. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.
28. [http:// www. ascon.ru](http://www.ascon.ru)
29. [http:// forum.ascon.ru](http://forum.ascon.ru)
30. <http://www.kompas.kolomna.ru>