

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

Институт ИК
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра ТМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прочностной расчет сепаратора волнового редуктора с промежуточными телами качения.

УДК 621.81-216.84.002-048.34

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Шахов Александр Васильевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шибинский Константин Григорьевич			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Гаврикова Надежда Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. ЭБЖ	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор тех. наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин Александр Данилович			

Томск – 2017г.

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

Институт	ИК
Направление подготовки	15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра	Технология машиностроения и промышленная робототехника

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. зав. кафедрой ТМСРР

_____ Вильнин А.Д.
(подпись) (дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Шахов Александр Васильевич

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения»	
Утверждена приказом директора ИК	« » . 2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

Техническое задание:

Исходные данные к работе:	Чертеж детали; годовая программа выпуска $N_2=1000$ <i>шт</i>
----------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов:	
1. Технологическая часть:	Выполнить анализ технологичности детали; обосновать выбор заготовки; спроектировать технологический процесс; рассчитать припуски на обработку всех поверхностей; выполнить размерный анализ технологического процесса и рассчитать технологические размеры; рассчитать режимы резания и требуемую мощность станков, рассчитать время выполнения каждой операции и всего технологического процесса

2. Конструкторская часть:	Спроектировать специальное приспособление для одной из операций; сделать описание конструкции.
Перечень графического материала:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертёж детали – формат А3; 2. Операционные карты технологического процесса – формат А1; 3. Комплексная схема размерного анализа – формат А1; 4. Сборочный чертёж приспособления – формат А3; 5. Спецификация приспособления – формат А4;

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Ст. преподаватель ТМСПР Шибинский К.Г.
Конструкторская часть	Ст. преподаватель ТМСПР Шибинский К.Г.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ст. преподаватель каф. менеджмента Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Профессор каф. ЭБЖ Федорчук Ю.М.
Аннотация на английском языке	Ст. преподаватель ТМСПР Шибинский К.Г.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном (английском) языках

Аннотация

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Шибинский К.Г.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Шахов Александр Васильевич		

Оглавление

Реферат	6
Введение	7
1. Конструкторский раздел.....	8
1.1. Анализ исходных данных.....	8
1.2. Описание приспособления.....	8
1.3.Описание установки приспособления и изделия.....	8
2. Исследовательская часть.....	9
Техническое задание.....	12
3. Технологическая часть.....	13
3.1. Анализ технологичности детали.....	13
3.2. Определение типа производства.....	21
3	
3.3. Маршрут изготовления детали.....	22
3.4. Определение допусков на технологические размеры.....	30
3.5. Расчет минимальных припусков на обработку.....	32
3.6. Расчет технологических размеров.....	34
3.7. Расчет режимов резания.....	45
3.8.Расчет норм времени.....	93
4. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	104
4.1. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	106
4.2. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты».....	106
4.3. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	106
4.4. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих».....	108
4.5. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	109
4.6. Расчет затрат по статье «Расходы по эксплуатации и содержанию машин и оборудования».....	109
4.7. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	113
4.8. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	113
4.9. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию».....	113
4.10. Расчет прибыли.....	113
4.11. Расчет НДС.....	114
4.12. Цена изделия.....	114
5. Социальная ответственность.....	115
Введение.....	116
5.1. Производственная безопасность.....	117
5.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	117
5.3.Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	124

5.4. Охрана окружающей среды	127
5.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	128
5.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	128
Список литературы	130

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 130 _____ с., _____ 11 _____ рис., _____ 4 _____ табл.,
_____ 14 _____ источников, _____ 0 _____ прил.

Ключевые слова: Технологический процесс, приспособление, проект

Цель работы – Прочностной расчет сепаратора волнового редуктора с промежуточными телами качения.

В процессе исследования проводились: проверки обеспечения размеров при заданных режимах и технологическом процессе изготовления детали

В результате исследования: выяснилось, что все размеры выдерживаются

Степень внедрения: данный технологический процесс может быть введен в производство

Область применения: применяется в волновых передачах с ПТК

Экономическая эффективность/значимость работы _____ цена детали 508 рублей

В будущем планируется внедрить данный технологический процесс в производство

Введение

Машиностроение является ключевым элементом, когда рассматриваются такие вопросы как: ускорение и технического прогресса, повышение производительности труда путем его модернизации, развитие многих отраслей промышленности и типов производств.

Важными задачами машиностроения являются: улучшение технологических процессов, внедрение автоматизации производства. Для достижения поставленных целей, а также их скорейшей реализации не стоит забывать и о том, что следует объединять достижения, полученные другими сферами. К примеру, следует уделять немало внимания к управлению персоналом, следить за нормами на производстве.

Целью данной выпускной квалификационной работы является прочностной расчет сепаратора волнового редуктора с промежуточными телами качения. Для осуществления данной задачи необходимо будет рассчитать припуски, назначить режимы резания, выбрать оборудование, инструмент и приспособления, с помощью которых будет производиться обработка. Также нужно будет рассчитать нормы времени, требуемые для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1.Конструкторская часть.

Конструкторская часть предназначена для решения задач, связанных с контролем некоторых параметров изделия.

1.1. Анализ исходных данных.

В данной работе, было принято решения, разработать приспособление для контроля радиального биения. Требуемая точность (назначенная на чертеже) данного параметра высока, из этого следует что, данному параметру нужно уделить особое внимание.

Заданная точность требует высокоточного оборудования.

Так же, существует проблема закрепления изделия, так как оно сложной формы и для его закрепления требуется дополнительные приспособления.

Приспособления должны быть экономичными и соответствовать всем требованиям.

В данной части, будет решена проблема закрепления детали для контроля радиального биения, разработаны приспособления, закрепления и контроля, для требуемых параметров.

1.2. Описание приспособления.

Для закрепления изделия будут использоваться призма и зажимное устройство.

Для контроля нужной нам величины, будет использоваться измерительная головка часового типа, на штативе, который позволит регулировать положение измерительной головки.

1.3. Описание установки приспособления и изделия:

Призма устанавливается в паз в столе, чтобы исключить её перемещение, вдоль двух осей.

В призму устанавливается заготовка, как указано на схеме, и прижимается прижимным устройством.

Далее, когда деталь закреплена, устанавливается измерительная головка часового типа на штатив и в собранном виде подводится к измеряемой плоскости и производится настройка.

После настройки производится измерение, не меняя положения головки, производим вращение детали и учитываем полученные данные. И делаем вывод, на основе полученных результатов.

Схема приспособлений будет представлена на формате А3.

Спецификация представлена на формате А4.

2. Исследовательская часть

В исследовательской части, задание состоит в выборе лучшей конструкции пазов, для тел качения.

При нагрузках, в пазах возникают нагрузки, которые концентрируются в определенных местах паза, что приводит к деформации. Наша цель, выбрать такую конструкцию, которая позволит максимально снизить последствия этих нагрузок.

Здесь будет представлена итоговая конструкция паза и так же анализ закрепления, при каком из вариантов закреплений нагрузки будут приемлемыми.

Процесс исследования:

В симуляторе Solid Works, создается 3D модель сепаратора.

Выбирается заданный материал.

Далее, используя симулятор, указываем нагрузки на пазы, в соответствии со схемой работы сепаратора и воздействия на него тел качения.

Выбирается схема закрепления и запускается симуляция, которая покажет какие изменения в конструкции произойдет при нагрузке.

Далее будут представлены результаты испытания итоговой конструкции: (Нагрузка 100Н)

Закрепление 1:

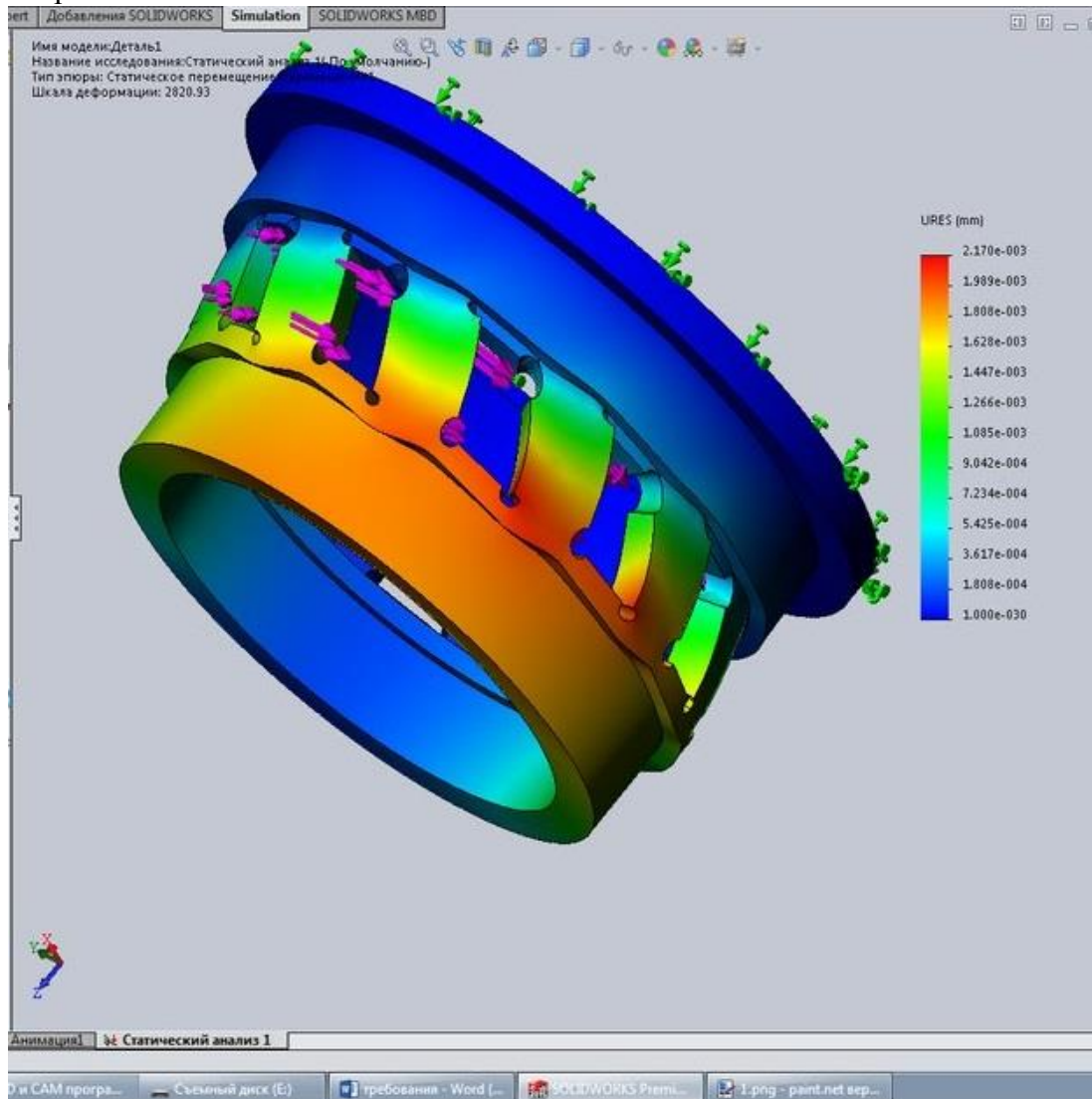


Рис.1

При таком закреплении максимальная деформация достигает $2 \cdot 10^{-3}$ мм.

Закрепление 2:

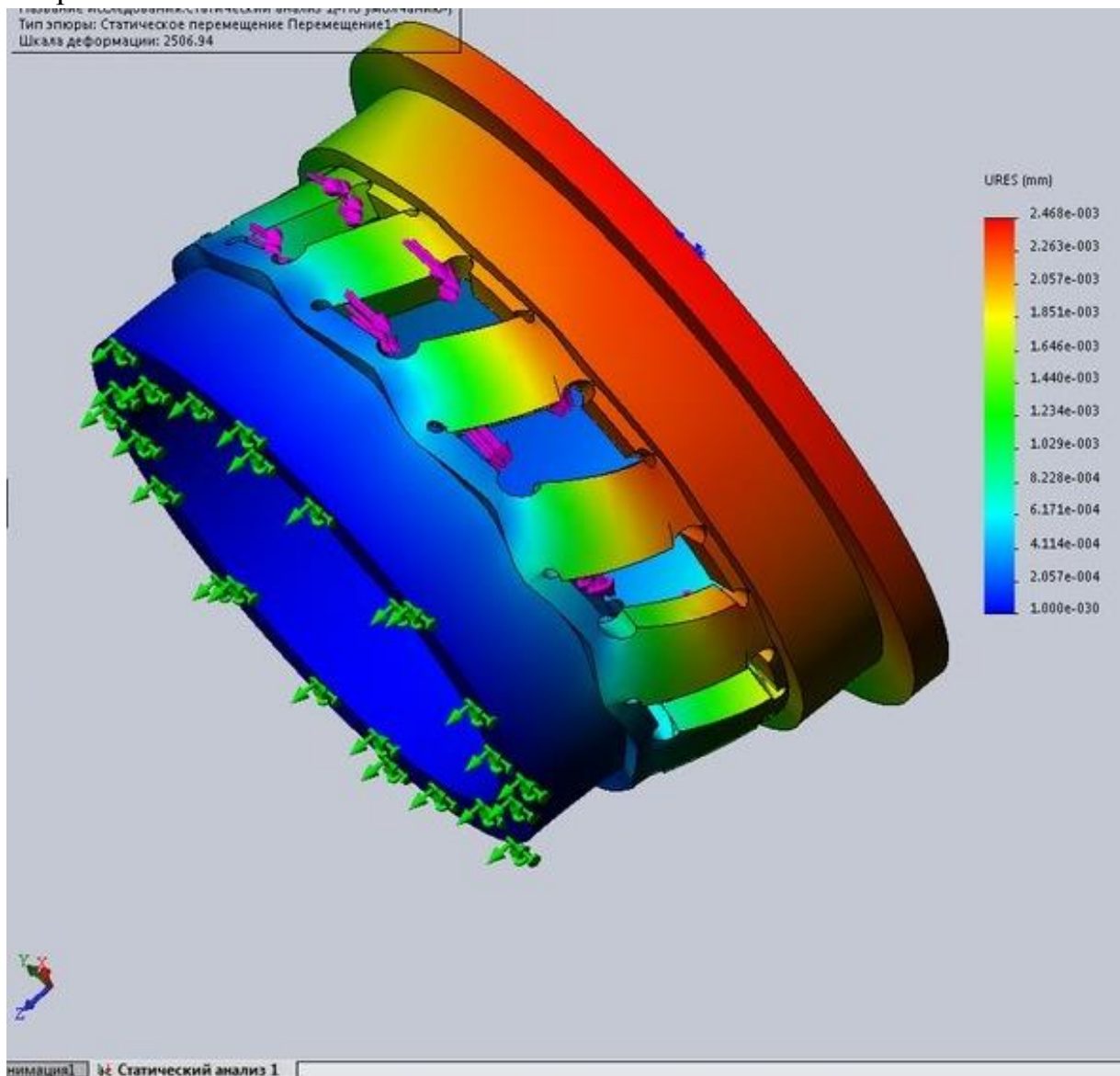


Рис.2

При данном закреплении, максимальная деформация достигает $2.5 \cdot 10^{-3}$ мм

Закрепление 3:

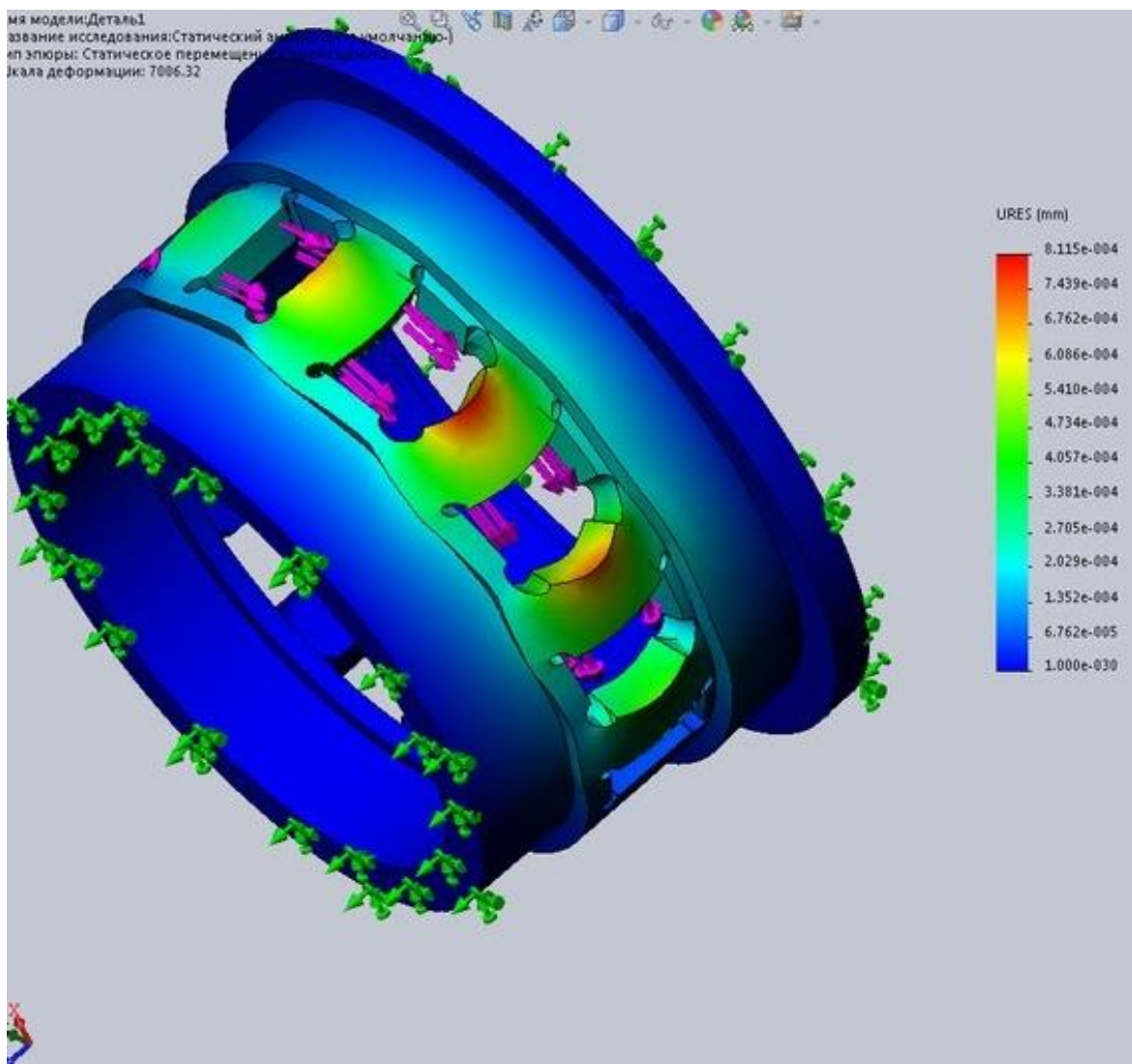


Рис.3

При данном закреплении максимальная деформация $8 \cdot 10^{-4}$ мм

Заключение:

Из данных испытаний следует, что предпочтительно закрепление №3.

Так же при данном закреплении наблюдаются минимальные и незначительные деформации $8 \cdot 10^{-4}$ мм.

Техническое задание.

Задача:

Разработать технологический процесс изготовления сепаратора. Чертеж детали предоставлен на формате А3. Годовая программа выпуска: 1000шт.

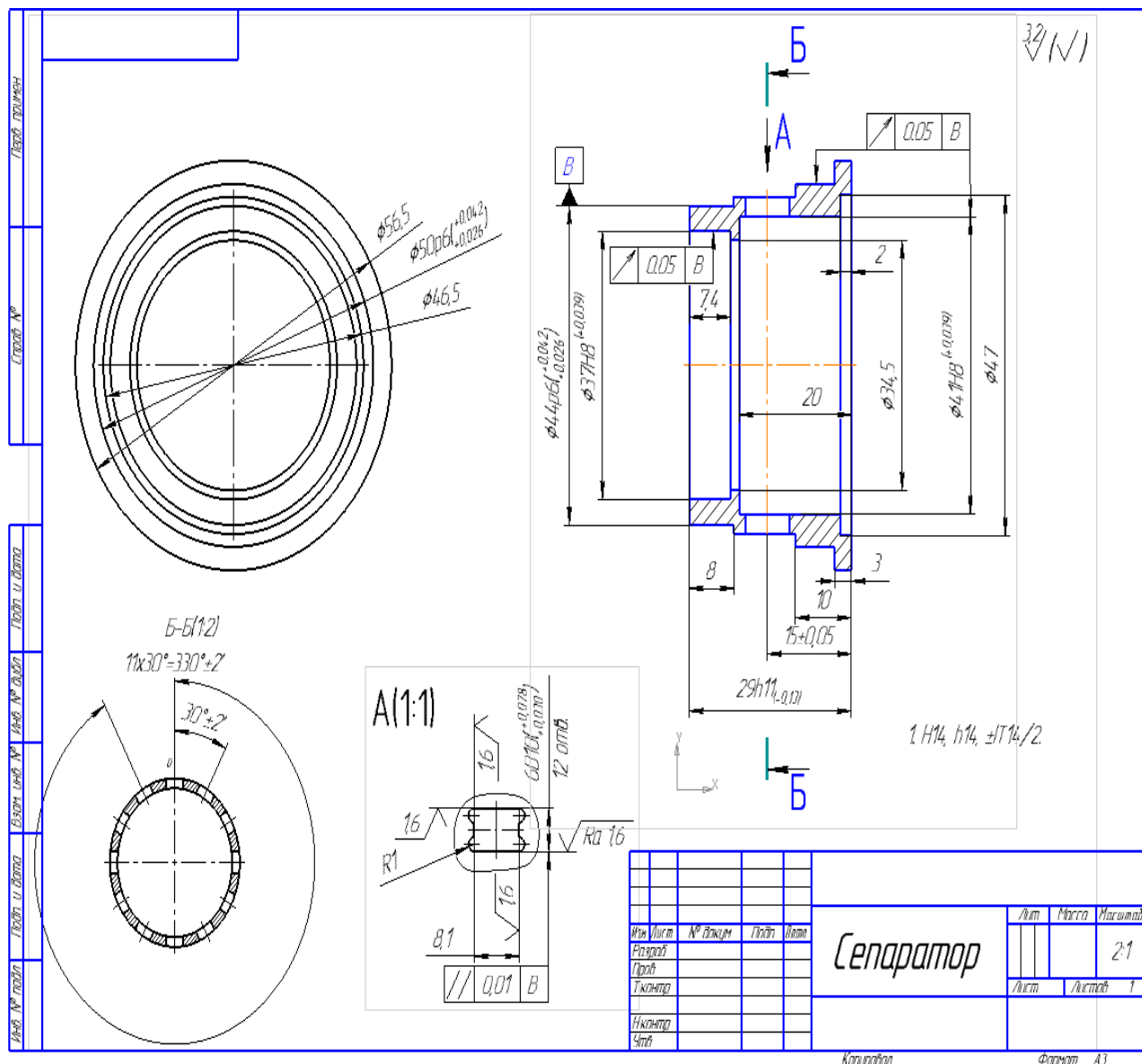


Рис.4. Чертеж

3. Техническая часть.

3.1. Анализ технологичности детали

Деталь сепаратор представляет из себя наиболее ответственную деталь передачи с ПТК, для получения точного профиля и качества поверхности необходимо использовать оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ) которое позволяет обрабатывать поверхности повышенной точности. Деталь изготавливается из стали ШХ 15.

Химический состав в % материала СТ 40 (ГОСТ 801-78)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,37- 0,45	0,17- 0,37	0,5-0,8	До 0,25	До 0,035	До 0,035	До 0,25	До 0,3	Около 97

3.2. Определение типа производства

3.2.1 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\epsilon}}{T_{cp}}, \quad (1)$$

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\epsilon} = \frac{F_r}{N_r},$$

где F_r – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_r = 2030$ ч.

Тогда

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{2030 \times 60}{1000} = 121,8 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (2)$$

где – $T_{ш.к i}$ – штучно – калькуляционное время i - ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ($n=6$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1:

$$T_{ш.кi} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (3)$$

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

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

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Заготовительная операция:

Отрезание:

$$\varphi_k = 1,5$$

$$T_0 = 0,00019 * D^2$$

$$t_{ш0} = 1,5 * 0,00019 * 63,025^2 = 1,132 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш0} = \sum T_{ш}/n = 1,132 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

Подрезка торца

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00011 * d * l$$

$$t_{ш1} = (2,4 * 0,00011 * 63,025 * 4,51) = 0,075 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,72 * 0,00052 * 2,5 * 5 = 0,011 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,72 * 0,00052 * 16 * 32,985 = 0,472 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,72 * 0,00052 * 10 * 32,985 = 0,295 \text{ мин}$$

Сверление

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_0 = 0,00052 * d * l$$

$$t_{ш1} = 1,72 * 0,00052 * 7,5 * 32,985 = 0,221 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш1} = (2,4 * 0,00017 * 4,135 * 32,985) = 0,056 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш1} = (2,4 * 0,00018 * 1 * 32,985) * 3 = 0,042 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш1} = (2,4 * 0,00018 * 1 * 7,4) * 3 = 0,01 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш1} = (2,4 * 0,00018 * 0,5 * 7,4) = 0,002 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш1} = \sum T_{ш}/n = 0,174 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 1,6 * 32,985) = 0,021 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 1,2 * 26) * 6 = 0,076 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 1 * 19) * 6 = 0,046 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 1 * 8) = 0,0033 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 0,5 * 8) = 0,002 \text{ мин}$$

Точение

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш2} = (2,4 * 0,00017 * 0,5 * 7) = 0,0018 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш2} = \sum T_{ш}/n = 0,025 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

Подрезка торца

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00011 * d * l$$

$$t_{ш3} = (2,4 * 0,00011 * 57,49 * 3,275) = 0.05 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш3} = (2,4 * 0,00018 * 1,1 * 20) * 7 = 0,067 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш3} = (2,4 * 0,00018 * 1,1 * 2) * 6 = 0,006 \text{ мин}$$

Растачивание

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш3} = (2,4 * 0,00018 * 0,5 * 20) = 0,004 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш3} = \sum T_{ш}/n = 0,032 \text{ мин.}$$

Фрезерная:

Фрезеровка отверстий:

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,007 * l$$

$$t_{ш4} = 0,007 * 20 = 0,14 \text{ мин}$$

Фрезеровка отверстия:

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,007 * l$$

$$t_{ш4} = 0,007 * 5 = 0,035 \text{ мин}$$

Фрезеровка паза:

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,007 * l$$

$$t_{ш4} = 0,007 * 30 = 0,21 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш4} = \sum T_{ш}/n = 0,13 \text{ мин.}$$

Шлифовальная:

Шлифовка отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0012 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,0012 * 1 * 1,6) * 192 = 0,9 \text{ мин}$$

Шлифовка отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0012 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,0012 * 1 * 2) * 192 = 1 \text{ мин}$$

Шлифовка отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0012 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,0012 * 0,22 * 20) * 88 = 1 \text{ мин}$$

Шлифовка отверстия

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0012 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,0012 * 0,22 * 7,4) * 88 = 0,36 \text{ мин}$$

Шлифование поверхности:

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,00018 * 1 * 11) * 274 = 1,14 \text{ мин}$$

Шлифование поверхности:

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,0018 * d * l$$

$$t_{ш5} = (2,10 * 0,00018 * 0,7 * 3) * 400 = 0,31 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш5} = \sum T_{ш}/n = 0,785 \text{ мин.}$$

Точение:

Тонкое Точение:

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш6} = (2,4 * 0,00017 * 0,22 * 8) = 0,001 \text{ мин}$$

Тонкое Точение:

$$\varphi_k = 2,4$$

$$T_0 = 0,00017 * d * l$$

$$t_{ш6} = (2,4 * 0,00017 * 0,22 * 7) = 0,0007 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш6} = \sum T_{ш}/n = 0,001 \text{ мин.}$$

Шлифование:

Чистовое Шлифование поверхности:

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш7} = (2,10 * 0,0018 * 0,115 * 8) * 15 = 0,11 \text{ мин}$$

Чистовое Шлифование поверхности:

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш7} = (2,10 * 0,0018 * 0,115 * 7) * 16 = 0,09 \text{ мин}$$

Шлифовка торца

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш7} = (2,10 * 0,018 * 44 * 0,43) * 18 = 12,9 \text{ мин}$$

Шлифовка торца

$$\varphi_k = 2,10$$

$$T_0 = 0,00018 * d * l$$

$$t_{ш7} = (2,10 * 0,018 * 56,5 * 0,26) * 11 = 4,4 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш7} = \sum T_{ш}/n = 5,375 \text{ мин.}$$

Фрезерная:

Чистовое фрезерование:

Фрезеровка паза:

$$\varphi_k = 1,84$$

$$T_0 = 0,007 * l$$

$$t_{ш8} = 0,007 * 30 = 0,21 \text{ мин}$$

Среднее штучное время данной операции:

$$T_{ш8} = \sum T_{ш}/n = 0,21 \text{ мин.}$$

Средне штучное время общее:

$$t_{шс} = \frac{1,132 + 0,174 + 0,025 + 0,032 + 0,13 + 0,785 + 0,001 + 5,375 + 0,21}{9} = 0,87 \text{ мин}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{121,8}{0,87} = 140$$

Примем равный $K_{30} = 140$

$K_{30} > 40$, что соответствует единичному производству.

3.3. Разработка маршрута изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «Профильное колесо» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а также тексты переходов и их эскизы.

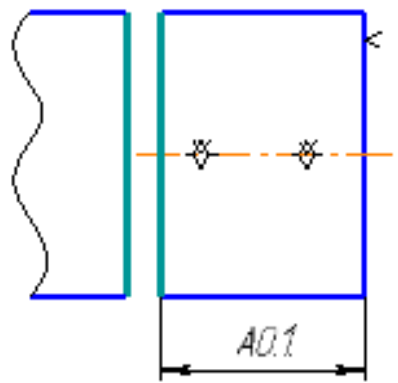
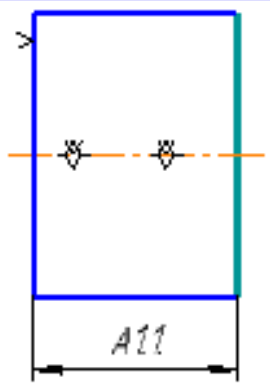
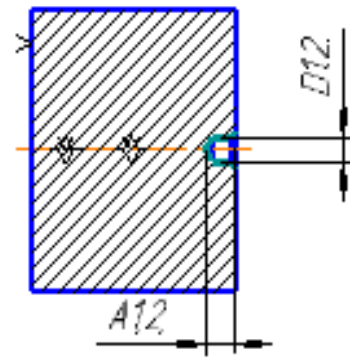
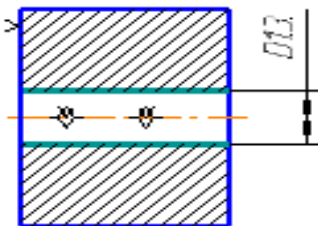
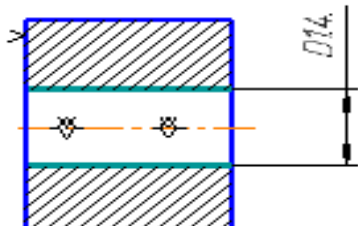
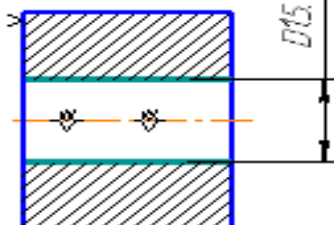
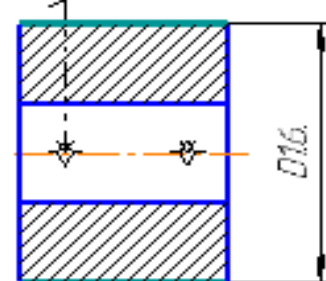
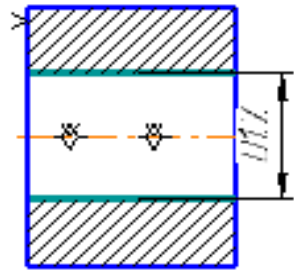
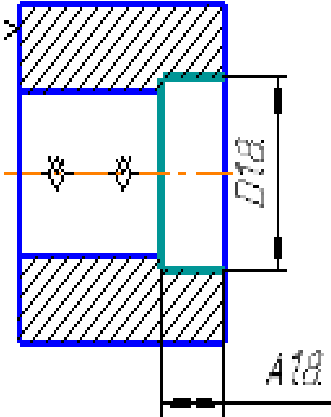
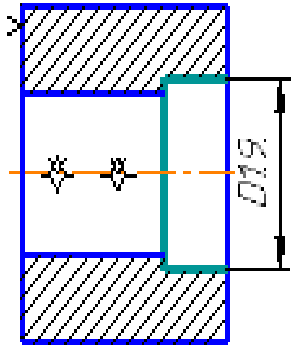
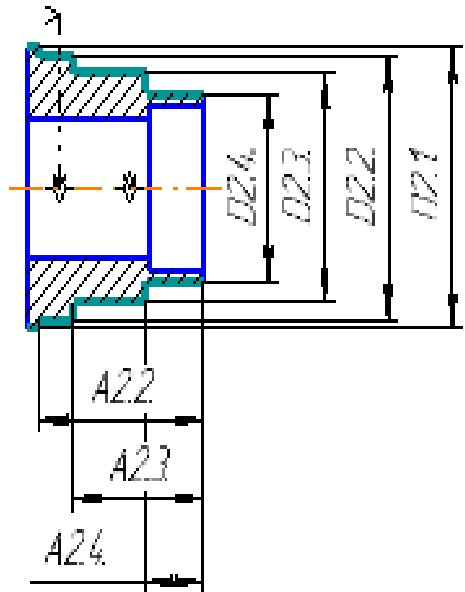
005	1	<i>Эскизы базисных операций. Отрезать заготовку выдерживая размер A0.1</i>	
010	1	<i>Горизонт Установ А Установить Подрезать торец выдерживая размер A1.1</i>	
	2	<i>Просверлить центральное отверстие D12.</i>	

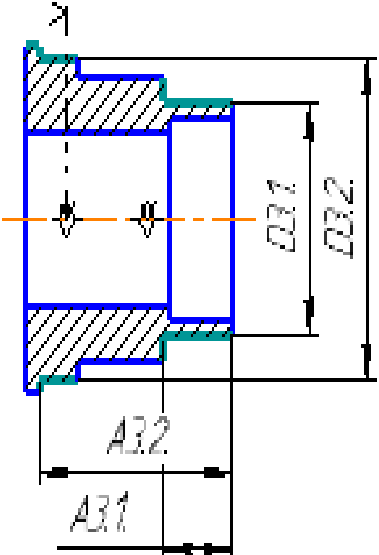
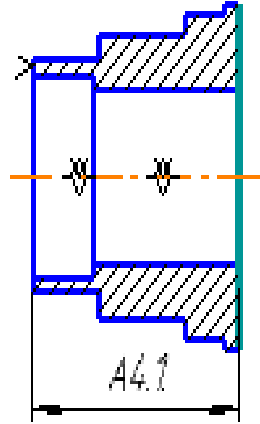
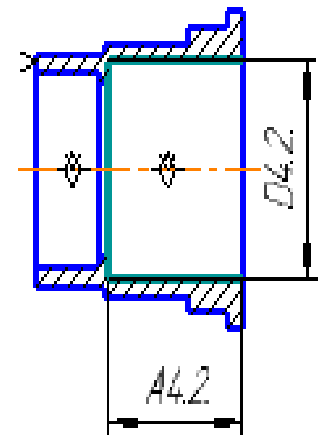
Табл.1

3	<p>Просверлить отверстие $\varnothing 13$.</p>	
4	<p>Расверлить отверстие до $\varnothing 14$.</p>	
5	<p>Расверлить отверстие до $\varnothing 15$.</p>	
6	<p>Установить В Закрепить в центрах Проточить выдерживая $\varnothing 16$.</p>	
7	<p>Установить С Закрепить в трехкулачковый патрон Проточить отверстие до $\varnothing 17$.</p>	

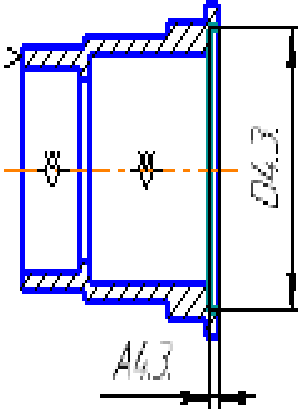
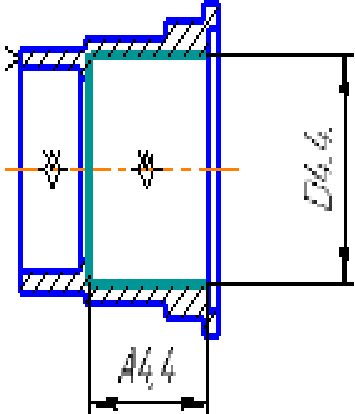
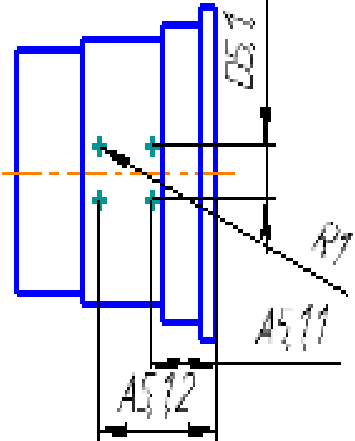
Продолжение табл.1

	8	<p>Распачить отверстие на длину $A18$. Выдерживая размер $D18$.</p>	
	9	<p>Распачить полностью отверстие до диаметра $D19$. Гнуть заготовку</p>	
015	1	<p>Токарная с ЧПУ Удлинить A Закрепить заготовку в центрах Точить выдерживая размеры $D21, D22, D23, D24, A22, A23, A24$.</p>	

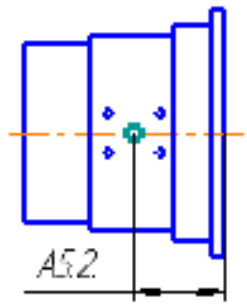
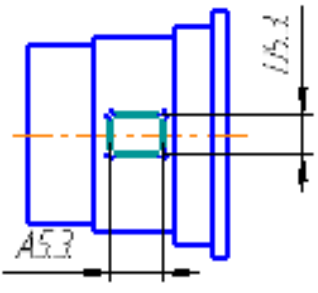
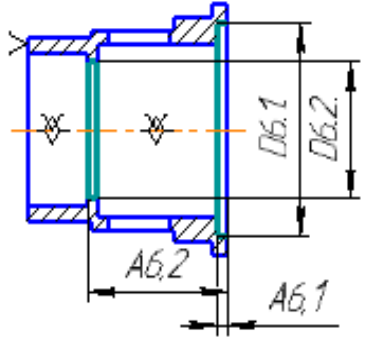
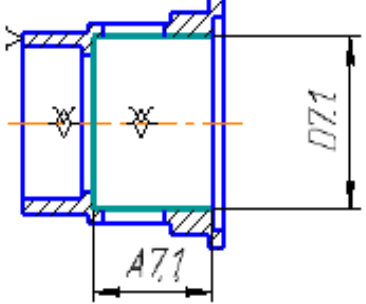
Продолжение табл.1

	2	<p>Изменить номиналы выдерживая размеры D3.1, D3.2, A3.1, A3.2.</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The shaft has two diameters: a larger diameter $D3.1$ on the left and a smaller diameter $D3.2$ on the right. The length of the larger diameter section is $A3.1$, and the length of the smaller diameter section is $A3.2$. A dashed line indicates the axis of symmetry. A small arrow labeled 'X' points to the top surface of the larger diameter section.</p>
D20	1	<p>Изменить с Ч19 Ч1 номиналы в треугольном патроне. Подрезать торец выдерживая размер A4.1</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The shaft has two diameters. The length of the larger diameter section is $A4.1$. A dashed line indicates the axis of symmetry. A small arrow labeled 'X' points to the top surface of the larger diameter section.</p>
	2	<p>Изменить номиналы до D4.2 на длину A4.2.</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The shaft has two diameters. The length of the larger diameter section is $A4.2$. The diameter of the larger section is $D4.2$. A dashed line indicates the axis of symmetry. A small arrow labeled 'X' points to the top surface of the larger diameter section.</p>

Продолжение табл.1

	3	<p>Расточить отверстие до $D_{4.3}$ на длину $A_{4.3}$.</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The diameter of the larger section is labeled $D_{4.3}$ and the length of this section is labeled $A_{4.3}$. The drawing shows a transition from a larger diameter to a smaller diameter section.</p>
	4	<p>Расточить начисто отверстие до $D_{4.4}$.</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The diameter of the larger section is labeled $D_{4.4}$ and the length of this section is labeled $A_{4.4}$. The drawing shows a transition from a larger diameter to a smaller diameter section.</p>
025	1	<p>Фрезеровать на ЧПУ. Закрепить в тисках. Изготовить концевой фрезой 4 ота</p>	 <p>Technical drawing showing a cross-section of a stepped shaft. The diameter of the larger section is labeled $D_{5.7}$. The length of the section with the larger diameter is labeled $A_{5.11}$, and the length of the section with the smaller diameter is labeled $A_{5.12}$. The drawing shows a transition from a larger diameter to a smaller diameter section.</p>

Продолжение табл.1

	2	Фрезеровать внутренние выдерживая р-р А5.2.	
	3	Фрезеровать паз выдерживая п-ры А5.3, D5.3.	
030	1	Термическая обработка Закалка	
	2	Отпустить до HRC 61-63	
035	1	Шлифовальная операция (Внутришлифовальная) Предварительное шлифование. Выдерживая р-ры D6.1, D6.2, на длину A6.1 A6.2	
	2	Шлифовальная операция (Внутришлифовальная) Чистовое шлифование. Шлифовать выдерживая D7.1 на длину A7.1.	

Продолжение табл.1

		<p>Шлифовальная операция (Внутришлифовальная) Чистовое шлифование. Шлифовать выдерживая D7.2 на длину A7.2.</p>	<p>Technical drawing showing a shaft in a housing. The shaft diameter is labeled D7.2 and the length of the shaft within the housing is labeled A7.2. The drawing is a cross-section with a dashed centerline.</p>
	3	<p>Предварительное шлифование. выдерживая размеры D8.1, D8.2.</p>	<p>Technical drawing showing a shaft in a housing. The shaft diameter is labeled D8.1 and the length of the shaft within the housing is labeled A8.1. The overall diameter of the housing is labeled D8.2. The drawing is a cross-section with a dashed centerline.</p>
040	1	<p>Тонкое точение выдерживая размеры D9.1, D9.2 на длины A9.1 и A9.2 соответственно</p>	<p>Technical drawing showing a shaft in a housing. The shaft diameter is labeled D9.1 and the length of the shaft within the housing is labeled A9.1. The overall diameter of the housing is labeled D9.2 and the overall length of the housing is labeled A9.2. The drawing is a cross-section with a dashed centerline.</p>

Продолжение табл.1

045	1	<p>Круглое шлифование. Чистовое шлифование. Выдерживать р-ры П11.1, П11.2, на длины А10.1. и А10.2 соответственно.</p>	
	2	<p>Предварительное шлифование торца выдерживая р-р А11.1</p>	
	3	<p>Предварительное шлифование торца выдерживая р-р А11.2.</p>	
050	1	<p>Фрезерная с ЧПУ Чистовое фрезерование выдерживая р-ры А12.2. D12.1</p>	

Продолжение табл.1

3.4. Определение допусков на технологические размеры.

$$TA_{01} = 3 \text{ мм}$$

$$TA_{11} = \omega_{11} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,3 + 1,5 + 0,6 = 2,4 \text{ мм}$$

$$TA_{18} = \omega_{18} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{13} = \omega_{13} = 0,18 \text{ мм}$$

$$TD_{14} = \omega_{14} = 0,21 \text{ мм}$$

$$TD_{15} = \omega_{15} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TD_{16} = \omega_{16} = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD_{17} = \omega_{17} = 0,62 \text{ мм}$$

$$TD_{18} = \omega_{18} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TD_{19} = \omega_{19} = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{21} = \omega_{21} = 0,74 \text{ мм}$$

$$TD_{22} = \omega_{22} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{23} = \omega_{23} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TD_{24} = \omega_{24} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = \omega_{22} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{23} = \omega_{23} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{24} = \omega_{24} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{31} = \omega_{31} = 0,1 \text{ мм}$$

$$TD_{32} = \omega_{32} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{41} = \omega_{41} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,3 + 0,13 + 0,1 = 0,53 \text{ мм}$$

$$TA_{42} = \omega_{42} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{43} = \omega_{43} = 0,12 \text{ MM}$$

$$TD_{42} = \omega_{42} = 0,25 \text{ MM}$$

$$TD_{43} = \omega_{43} = 0,62 \text{ MM}$$

$$TD_{44} = \omega_{44} = 0,1 \text{ MM}$$

$$TA_{53} = \omega_{53} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + 0,05 + 0,1 = 0,35 \text{ MM}$$

$$TA_{54} = \omega_{54} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,2 + 0,05 + 0,1 = 0,35 \text{ MM}$$

$$TD_{61} = \omega_{61} = 0,62 \text{ MM}$$

$$TD_{62} = \omega_{62} = 0,62 \text{ MM}$$

$$TD_{71} = \omega_{71} = 0,039 \text{ MM}$$

$$TD_{72} = \omega_{72} = 0,039 \text{ MM}$$

$$TD_{81} = \omega_{81} = 0,74 \text{ MM}$$

$$TD_{82} = \omega_{82} = 0,62 \text{ MM}$$

$$TD_{91} = \omega_{91} = 0,046 \text{ MM}$$

$$TD_{92} = \omega_{92} = 0,039 \text{ MM}$$

$$TD_{101} = \omega_{101} = 0,016 \text{ MM}$$

$$TD_{102} = \omega_{102} = 0,016 \text{ MM}$$

$$TA_{111} = \omega_{111} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,12 + 0,02 + 0,1 = 0,24 \text{ MM}$$

$$TA_{112} = \omega_{112} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,12 + 0,02 + 0,05 = 0,19 \text{ MM}$$

$$TA_{12.1} = \omega_{12.1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,12 + 0,008 + 0,035 = 0,163 \text{ MM}$$

$$TA_{12.2} = \omega_{12.2} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{\delta} = 0,12 + 0,008 + 0,035 = 0,163 \text{ MM}$$

3.5. Определение минимальных припусков на обработку.

$$z_{11\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,16 + 0,15 + 1,5 = 1,81 \text{ мм}$$

$$z_{41\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,16 + 0,15 + 1,5 = 1,81 \text{ мм}$$

$$z_{11.1\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,01 + 0,025 + 0,01 = 0,045 \text{ мм}$$

$$z_{11.1\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,01 + 0,025 + 0,01 = 0,045 \text{ мм}$$

$$z_{12.1\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,03 + 0,05 + 0,008 = 0,088 \text{ мм}$$

$$z_{12.2\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,03 + 0,05 + 0,008 = 0,088 \text{ мм}$$

$$Z_{16}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,15 + 0,15 + \sqrt{1,5^2 + 0,4^2}) = 3,7 \text{ мм}$$

$$Z_{17}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,05 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,52 \text{ мм}$$

$$Z_{18}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,05 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,08^2}) = 0,48 \text{ мм}$$

$$Z_{19}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,02 + 0,02 + \sqrt{0,1^2 + 0,08^2}) = 0,32 \text{ мм}$$

$$Z_{21}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{22}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{23}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{24}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{31}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,02 + 0,02 + \sqrt{0,02^2 + 0,1^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

$$Z_{32}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,02 + 0,02 + \sqrt{0,02^2 + 0,1^2}) = 0,28 \text{ мм}$$

$$Z_{42}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{43}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,12 + 0,07 + \sqrt{0,1^2 + 0,1^2}) = 0,66 \text{ мм}$$

$$Z_{44}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,02 + 0,02 + \sqrt{0,02^2 + 0,1^2}) = 0,28 \text{ MM}$$

$$Z_{61}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,03 + 0,04 + \sqrt{0,02^2 + 0,1^2}) = 0,34 \text{ MM}$$

$$Z_{62}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,03 + 0,04 + \sqrt{0,02^2 + 0,1^2}) = 0,34 \text{ MM}$$

$$Z_{71}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,008 + 0,015 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,15 \text{ MM}$$

$$Z_{72}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,008 + 0,015 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,15 \text{ MM}$$

$$Z_{81}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,03 + 0,04 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,25 \text{ MM}$$

$$Z_{82}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,03 + 0,04 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,25 \text{ MM}$$

$$Z_{91}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,008 + 0,015 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,15 \text{ MM}$$

$$Z_{92}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,008 + 0,015 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,15 \text{ MM}$$

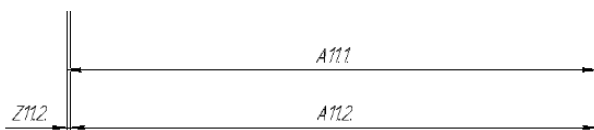
$$Z_{10,1}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,0025 + 0,007 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,12 \text{ MM}$$

$$Z_{10,2}^D = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,0025 + 0,007 + \sqrt{0,02^2 + 0,05^2}) = 0,12 \text{ MM}$$

3.6. Расчет технологических размеров.

3.6.1. Расчет линейных размеров.

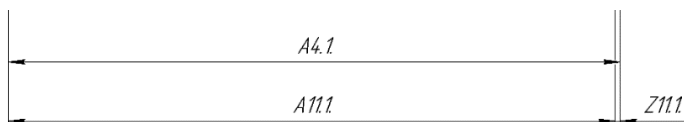
1.



$$A_{11.2} = K_1 = 29$$

$$z_{11.2}^{cp} = z_{11.2}^{\min} + \frac{(TA_{11.2} + TA_{11.1})}{2} = 0,045 + \frac{0,24 + 0,19}{2} = 0,26 \quad A_{11.1} = 29 + 0,26 = 29,26 \text{ мм}$$

2.



$$A_{11.1} = 29,26$$

$$z_{11.1}^{cp} = z_{11.1}^{\min} + \frac{(TA_{11.1} + TA_{4.1})}{2} = 0,045 + \frac{0,24 + 0,53}{2} = 0,43$$

$$A_{4.1} = 29,26 + 0,43 = 29,69 \text{ мм}$$

3.

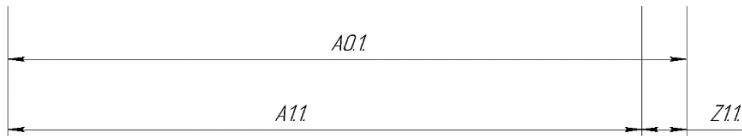


$$A_{4.1} = 29,69$$

$$z_{4.1}^{cp} = z_{4.1}^{\min} + \frac{(TA_{4.1} + TA_{1.1})}{2} = 1,81 + \frac{2,4 + 0,53}{2} = 3,275$$

$$A_{1.1} = 29,69 + 3,275 = 32,985 \text{ мм}$$

4.

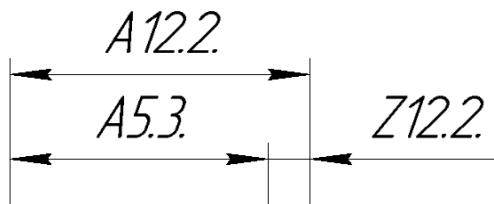


$$A_{1.1} = 32,985$$

$$z_{1.1}^{cp} = z_{1.1}^{\min} + \frac{(TA_{0.1} + TA_{1.1})}{2} = 1,81 + \frac{2,4 + 3}{2} = 4,51$$

$$A_{0.1} = 32,985 + 4,51 = 37,495 \text{ мм}$$

5.

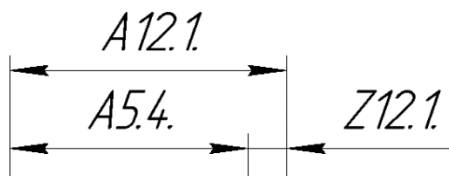


$$A_{12.2} = K_{10} = 8,1$$

$$z_{12.2}^{cp} = z_{12.2}^{\min} + \frac{(TA_{12.2} + TA_{5.4})}{2} = 0,088 + \frac{0,163 + 0,35}{2} = 0,3445$$

$$A_{5.3} = 8,1 - 0,3445 = 7,7555 \text{ мм}$$

6.



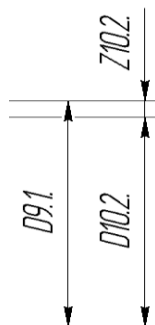
$$A_{12.1} = K_{11} = 6,54$$

$$z_{12.1}^{cp} = z_{12.1}^{\min} + \frac{(TA_{12.1} + TA_{5.4})}{2} = 0,088 + \frac{0,163 + 0,35}{2} = 0,3445$$

$$A_{5.4} = 6,54 - 0,3445 = 6,1955 \text{ мм}$$

3.6.2. Расчет диаметральных размеров.

1.



$$D_{10.2}^{\text{cp}} = K_2^{\text{cp}} = 50,034 \text{ мм};$$

$$z_{10.2}^{\text{D cp}} = z_{10.2}^{\text{D min}} + \frac{TD_{10.2} + TD_{9.1}}{2} = 0,12 + \frac{0,016 + 0,046}{2} = 0,151 \text{ мм},$$

$$D_{9.1}^{\text{cp}} = D_{10.2}^{\text{cp}} + z_{10.2}^{\text{D cp}} = 50,034 + 0,151 = 50,185 \text{ мм};$$

2.

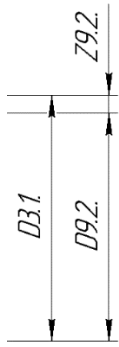


$$D_{10.1}^{\text{cp}} = K_3^{\text{cp}} = 44,034 \text{ мм};$$

$$z_{10.1}^{\text{D cp}} = z_{10.1}^{\text{D min}} + \frac{TD_{10.1} + TD_{9.2}}{2} = 0,12 + \frac{0,016 + 0,039}{2} = 0,1475 \text{ мм},$$

$$D_{9.2}^{\text{cp}} = D_{10.1}^{\text{cp}} + z_{10.1}^{\text{D cp}} = 44,034 + 0,1475 = 44,1815 \text{ мм};$$

3.

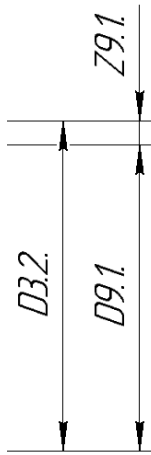


$$D_{9.2}^{cp} = 44,1815 \text{ mm};$$

$$z_{9.2}^{Dcp} = z_{9.2}^{Dmin} + \frac{TD_{3.1} + TD_{9.2}}{2} = 0,15 + \frac{0,1 + 0,039}{2} = 0,2195 \text{ mm},$$

$$D_{3.1}^{cp} = D_{9.2}^{cp} + z_{9.2}^{Dcp} = 44,1815 + 0,2195 = 44,401 \text{ mm};$$

4.



$$D_{9.1}^{cp} = 50,185 \text{ mm};$$

$$z_{9.1}^{Dcp} = z_{9.1}^{Dmin} + \frac{TD_{3.2} + TD_{9.1}}{2} = 0,15 + \frac{0,12 + 0,046}{2} = 0,233 \text{ mm},$$

$$D_{3.2}^{cp} = D_{9.1}^{cp} + z_{9.1}^{Dcp} = 50,185 + 0,233 = 50,418 \text{ mm};$$

5.

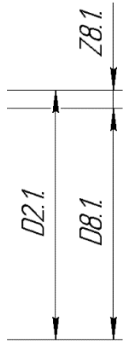


$$D_{8.2}^{cp} = K_4^{cp} = 46,5 \text{ мм};$$

$$z_{8.2}^{Dcp} = z_{8.2}^{Dmin} + \frac{TD_{2.3} + TD_{8.2}}{2} = 0,25 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 0,685 \text{ мм},$$

$$D_{2.3}^{cp} = D_{8.2}^{cp} + z_{8.2}^{Dcp} = 46,5 + 0,685 = 47,185 \text{ мм};$$

6.

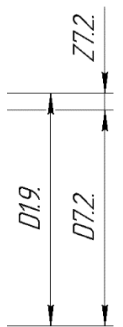


$$D_{8.1}^{cp} = K_5^{cp} = 56,5 \text{ мм};$$

$$z_{8.1}^{Dcp} = z_{8.1}^{Dmin} + \frac{TD_{2.1} + TD_{8.1}}{2} = 0,25 + \frac{0,74 + 0,74}{2} = 0,99 \text{ мм},$$

$$D_{2.1}^{cp} = D_{8.1}^{cp} + z_{8.1}^{Dcp} = 56,5 + 0,99 = 57,49 \text{ мм};$$

7.

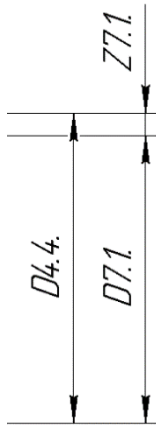


$$D_{7.2}^{cp} = K_6^{cp} = 37,0125 \text{ мм};$$

$$z_{7.2}^{Dcp} = z_{7.2}^{Dmin} + \frac{TD_{1.9} + TD_{7.2}}{2} = 0,15 + \frac{0,039 + 0,1}{2} = 0,2195 \text{ мм},$$

$$D_{1.9}^{cp} = D_{7.2}^{cp} - z_{7.2}^{Dcp} = 37,0125 - 0,2195 = 36,793 \text{ мм};$$

8.

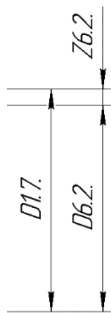


$$D_{7.1}^{\text{cp}} = K_7^{\text{cp}} = 41,0125 \text{ мм};$$

$$z_{7.1}^{\text{D cp}} = z_{7.1}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{4.4} + \text{TD}_{7.1}}{2} = 0,15 + \frac{0,039 + 0,1}{2} = 0,2195 \text{ мм},$$

$$D_{4.4}^{\text{cp}} = D_{7.1}^{\text{cp}} - z_{7.1}^{\text{D cp}} = 41,0125 - 0,2195 = 40,793 \text{ мм};$$

9.

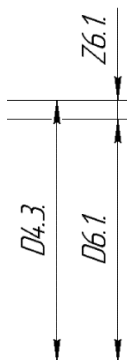


$$D_{6.2}^{\text{cp}} = K_8^{\text{cp}} = 34,5 \text{ мм};$$

$$z_{6.2}^{\text{D cp}} = z_{6.2}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{1.7} + \text{TD}_{6.2}}{2} = 0,34 + \frac{0,62 + 0,62}{2} = 0,96 \text{ мм},$$

$$D_{1.7}^{\text{cp}} = D_{6.2}^{\text{cp}} - z_{6.2}^{\text{D cp}} = 34,5 - 0,96 = 33,54 \text{ мм};$$

10.

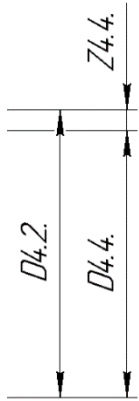


$$D_{6.1}^{cp} = K_9^{cp} = 47 \text{ mm};$$

$$z_{6.1}^{Dcp} = z_{6.1}^{Dmin} + \frac{TD_{4.3} + TD_{6.1}}{2} = 0,34 + \frac{0,62 + 0,62}{2} = 0,96 \text{ mm},$$

$$D_{4.3}^{cp} = D_{6.1}^{cp} - z_{6.1}^{Dcp} = 47 - 0,96 = 46,04 \text{ mm};$$

11.

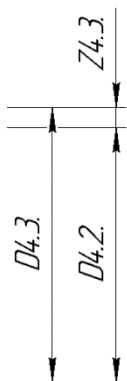


$$D_{4.4}^{cp} = 40,793 \text{ mm};$$

$$z_{4.4}^{Dcp} = z_{4.4}^{Dmin} + \frac{TD_{4.4} + TD_{4.2}}{2} = 0,28 + \frac{0,25 + 0,1}{2} = 0,455 \text{ mm},$$

$$D_{4.2}^{cp} = D_{4.4}^{cp} - z_{4.4}^{Dcp} = 40,793 - 0,455 = 40,338 \text{ mm};$$

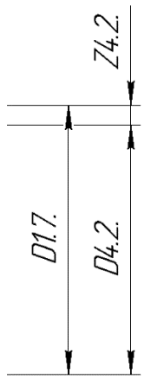
12.



$$D_{4.2}^{cp} = 40,338 \text{ mm};$$

$$z_{4.3}^{D\text{ cp}} = z_{4.3}^{D\text{ min}} + \frac{TD_{4.3} + TD_{4.2}}{2} = 0,66 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 1,095 \text{ мм},$$

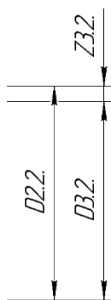
13.



$$D_{4.2}^{\text{cp}} = 40,338 \text{ мм};$$

$$z_{4.2}^{D\text{ cp}} = z_{4.2}^{D\text{ min}} + \frac{TD_{1.7} + TD_{4.2}}{2} = 0,66 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 1,095 \text{ мм},$$

14.

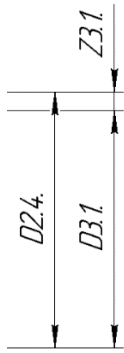


$$D_{3.2}^{\text{cp}} = 50,418 \text{ мм};$$

$$z_{3.2}^{D\text{ cp}} = z_{3.2}^{D\text{ min}} + \frac{TD_{2.2} + TD_{3.2}}{2} = 0,28 + \frac{0,3 + 0,12}{2} = 0,49 \text{ мм},$$

$$D_{2.2}^{\text{cp}} = D_{3.2}^{\text{cp}} + z_{3.2}^{D\text{ cp}} = 50,418 + 0,49 = 50,908 \text{ мм};$$

15.

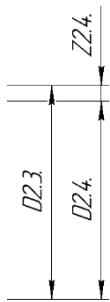


$$D_{3.1}^{\text{cp}} = 44,401\text{mm};$$

$$z_{3.1}^{\text{D cp}} = z_{3.1}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{2.4} + \text{TD}_{3.1}}{2} = 0,28 + \frac{0,25 + 0,1}{2} = 0,455 \text{ mm},$$

$$D_{2.4}^{\text{cp}} = D_{3.1}^{\text{cp}} + z_{3.1}^{\text{D cp}} = 44,401 + 0,455 = 44,856 \text{ mm};$$

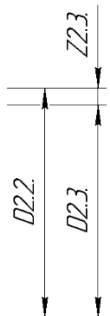
16.



$$D_{2.4}^{\text{cp}} = 44,856\text{mm};$$

$$z_{2.4}^{\text{D cp}} = z_{2.4}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{2.4} + \text{TD}_{2.3}}{2} = 0,66 + \frac{0,25 + 0,25}{2} = 0,91 \text{ mm},$$

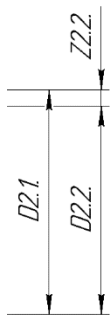
17.



$$D_{2.3}^{\text{cp}} = 45,776\text{mm};$$

$$z_{2.3}^{\text{D cp}} = z_{2.3}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{2.3} + \text{TD}_{2.2}}{2} = 0,66 + \frac{0,3 + 0,25}{2} = 0,935 \text{ mm},$$

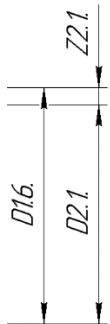
18.



$$D_{2.2}^{\text{cp}} = 50,908 \text{ mm};$$

$$z_{2.2}^{\text{D cp}} = z_{2.2}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{2.2} + \text{TD}_{2.1}}{2} = 0,66 + \frac{0,3 + 0,74}{2} = 1,18 \text{ mm},$$

19.

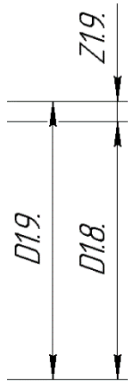


$$D_{2.1}^{\text{cp}} = 57,49 \text{ mm};$$

$$z_{2.1}^{\text{D cp}} = z_{2.1}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{1.6} + \text{TD}_{2.1}}{2} = 0,66 + \frac{0,74 + 0,74}{2} = 1,4 \text{ mm},$$

$$D_{1.6}^{\text{cp}} = D_{2.1}^{\text{cp}} + z_{2.1}^{\text{D cp}} = 57,49 + 1,4 = 58,89 \text{ mm};$$

20.

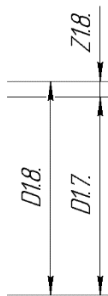


$$D_{1.9}^{\text{cp}} = 36,793 \text{ мм};$$

$$z_{1.9}^{\text{D cp}} = z_{1.9}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{1.9} + \text{TD}_{1.8}}{2} = 0,32 + \frac{0,1 + 0,25}{2} = 0,495 \text{ мм},$$

$$D_{1.8}^{\text{cp}} = D_{1.9}^{\text{cp}} - z_{1.9}^{\text{D cp}} = 36,793 - 0,495 = 36,298 \text{ мм};$$

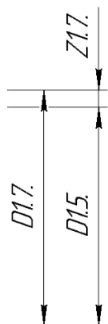
21.



$$D_{1.8}^{\text{cp}} = 36,298 \text{ мм};$$

$$z_{1.8}^{\text{D cp}} = z_{1.8}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{1.8} + \text{TD}_{1.7}}{2} = 0,48 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 0,915 \text{ мм},$$

22.

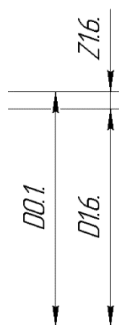


$$D_{1.7}^{\text{cp}} = 33,54 \text{ мм};$$

$$z_{1.7}^{\text{D cp}} = z_{1.7}^{\text{D min}} + \frac{\text{TD}_{1.7} + \text{TD}_{1.5}}{2} = 0,52 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 0,955 \text{ мм},$$

$$D_{1.5}^{cp} = D_{1.7}^{cp} - z_{1.7}^{Dcp} = 33,54 - 0,955 = 32,585 \text{ мм};$$

23.



$$D_{1.6}^{cp} = 58,89 \text{ мм};$$

$$z_{1.6}^{Dcp} = z_{1.6}^{Dmin} + \frac{TD_{1.6} + TD_{0.1}}{2} = 3,7 + \frac{0,62 + 0,25}{2} = 4,135 \text{ мм},$$

$$D_{0.1}^{cp} = D_{1.6}^{cp} - z_{1.6}^{Dcp} = 58,89 - 4,135 = 54,755 \text{ мм};$$

3.7. Расчет режимов и мощностей резания.

1. Токарная операция

Комплексный токарный многоцелевой станок с ЧПУ с противопинделем и приводным инструментом SMEC PL 2000MS

1) Подрезка торца А11.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 4,51 \text{ мм};$

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,7 \text{ мм/об};$

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, n_V = 1, K_{\Gamma} = 1, \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 0,9$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 0,909$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 4,51^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,909 = 121,65 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 121.65}{3,14 \cdot 63.025} = 614.7 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_P – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_P = K_{mp} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0.989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\varphi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rp} = 0.989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.989$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2.3^1 \cdot 0,7^{0.75} \cdot 0.989 \cdot 0.476 = 2465.922 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2465.9 \cdot 121,65}{1020 \cdot 60} = 4,9 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$4,9 < 10,8$$

2) Сверлить центровое отверстие

Инструмент:

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77 Средняя серия. Класс точности В).

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм}$;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,08 \text{ мм/об}$;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v$$

где T - стойкость инструмента, мин; S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент; m , y - показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_6} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления, $K_{iv} = 1$;

K_{iv} - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{iv} = 1$

$K_v = 1,01$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $m = 0,2$; $y = 0,7$; $q = 0,4$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 63,025^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,08^{0,7}} \cdot 1,01 = 127 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 127}{3,14 \cdot 63,025} = 641,74 \text{ об/мин}$$

5. Расчет осевой силы резания и крутящего момента, по формулам:

$$P_0 = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 2,5^1 \cdot 0,08^{0,7} \cdot 1,01 = 293.04 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p = 10 \cdot 0.0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,08^{0,8} \cdot 1,01 = 0.29 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,29 \cdot 650}{9750} = 0.02 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0.9 = 10.8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0.9$.

$$1) 0.02 < 10.8$$

3) Сверлить отверстие

Инструмент:

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77 Средняя серия. Класс точности В).

1. Глубина резания: $t = 0,5D = 0,5 \cdot 16 = 8$ мм;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,2$ мм/об;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v$$

где T - стойкость инструмента, мин; S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент; m , y - показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv}$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления, $K_{iv} = 1$;

K_{nv} - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{nv} = 1$

$$K_v = 1,01$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 7$; $m = 0,2$; $y = 0,7$; $q=0,4$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{7 \cdot 16^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,01 = 31,28_{\text{м/мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 31,28}{3,14 \cdot 16} = 622,61 \text{ об/мин}$$

5. Расчет осевой силы резания и крутящего момента, по формулам:

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 68 \cdot 16^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1,01 = 3560,371 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,01 = 24,62 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{24,62 \cdot 600}{9750} = 1,52 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$2) \quad 1,52 < 10,8$$

4) Рассверливание отверстие

Инструмент:

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77 Средняя серия. Класс точности В).

1. Глубина резания: $t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (25 - 15) = 5 \text{ мм};$

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,4 \text{ мм/об};$

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

где T- стойкость инструмента, мин; S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент; m, y- показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{iv}$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_{\epsilon}} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления, $K_{iv} = 1$;

K_{iv} - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{iv} = 1$

$K_v = 1,01$

Период стойкости инструмента принимаем: T = 50 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 16.2$; m = 0,2; y = 0,5; x=0,2; q=0,4

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16.2 \cdot 26^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 5^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 1,01 = 31,62 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 31.62}{3,14 \cdot 26} = 387.31 \text{ об/мин}$$

5. Расчет осевой силы резания и крутящего момента, по формулам:

$$P_0 = 10C_p D^q S^y t^x K_p = 10 \cdot 67 \cdot 26^0 \cdot 0,4^{0,65} \cdot 5^{1,2} = 2519.8 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10C_m D^q S^y t^x K_p = 10 \cdot 0.09 \cdot 26^1 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 5^{0,9} = 46.9 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{46.9 \cdot 350}{9750} = 1.68 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0.9 = 10.8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0.9$.

$$1.68 < 10.8$$

Последующие режимы резания для рассверливания производим аналогичным образом.

5) Рассверливание отверстие

Инструмент:

Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77 Средняя серия. Класс точности В).

1. Глубина резания: $t = 0,5(D - d) = 0,5 \cdot (33,5 - 26) = 3,75 \text{ мм}$;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,5 \text{ мм/об}$;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v$$

где T - стойкость инструмента, мин; S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент; m , y - показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv}$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{740} \right)^1 = 1,01$$

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления, $K_{iv} = 1$;

K_{iv} - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{iv} = 1$

$$K_v = 1,01$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 70$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 16.2$; $m = 0,2$; $y = 0,5$; $x=0,2$; $q=0,4$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16.2 \cdot 33,5^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 3,75^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1,01 = 30,83 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 30.83}{3,14 \cdot 33,5} = 293.09 \text{ об/мин}$$

5. Расчет осевой силы резания и крутящего момента, по формулам:

$$P_o = 10C_p D^q S^y t^x K_p = 10 \cdot 67 \cdot 33,5^0 \cdot 0,5^{0,65} \cdot 3,75^{1,2} = 2096.832 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y t^x K_p = 10 \cdot 0.09 \cdot 33,5^1 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 3,75^{0,9} = 56.76 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{56.76 \cdot 250}{9750} = 1.46 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0.9 = 10.8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0.9$.

$$1.46 < 10.8$$

Последующие режимы резания для рассверливания производим аналогичным образом.

б) Точение поверхности D16.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава T15K6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 2,1$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 1$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 0,9$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 0,909$$

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

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,45$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,909 = 115,36 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 115,36}{3,14 \cdot 63,025} = 582,93 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2 \cdot 3^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,49 = 3343,809 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3343,809 \cdot 115,36}{1020 \cdot 60} = 6,3 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$6,3 < 10,8$$

7) Растачивание поверхности D17.

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава T15K6 (по ГОСТ 1882-73).

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=2 мм

1. Глубина резания: $t= 0.5$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,12$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T- стойкость инструмента, мин; t- глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y- показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $K_V = 0.9$ $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,12^{0,2}} \cdot 0,909 = 239.58_{\text{м/мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 239.58}{3,14 \cdot 32,585} = 2341_{\text{об/мин}}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

$$K_P = K_{\text{мр}} K_{\text{фр}} K_{\text{гр}} K_{\text{лр}} K_{\text{гп}}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0.75} = 0.989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 0.989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,12^{0.75} \cdot 0.989 \cdot 0.44 = 130.55 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{130.55 \cdot 239.58}{1020 \cdot 60} = 0.51 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,51 < 10,8$$

8) Растачивание поверхности D18.

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава ВК8 (по ГОСТ 1882-73).

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=2 мм

1. Глубина резания: $t=0.5$ мм;

2. Подача для данной глубины резания: $S=0,12$ мм/об;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T- стойкость инструмента, мин; t- глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y- показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: T = 60 мин.

Значения коэффициентов: $K_V = 0.9$ $C_V = 350$; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,12^{0,2}} \cdot 0,909 = 239.58_{\text{м/мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 239.58}{3,14 \cdot 36,298} = 2102_{\text{об/мин}}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0.989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0.989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.989$$

$$P_z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 0.989 \cdot 0.44 = 130.55 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{130.55 \cdot 239.58}{1020 \cdot 60} = 0.51 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,51 < 10,8$$

9) Растачивание поверхности D19.

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 1882-73).

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=2 мм

1. Глубина резания: $t= 0.25$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,12$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T- стойкость инструмента, мин; t- глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y- показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $K_V = 0.9$ $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,12^{0,2}} \cdot 0,909 = 266,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 266,2}{3,14 \cdot 36,298} = 2335 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,43 = 63,79 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{63,79 \cdot 266,2}{1020 \cdot 60} = 0,28 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,28 < 10,8$$

10) Точение поверхности D₂₁.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,7$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,7$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,01 = 178,22 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 178,22}{3,14 \cdot 57,49} = 987,27 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,7^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,46 = 735,64 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{735,64 \cdot 178,22}{1020 \cdot 60} = 2,14 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$2,14 < 10,8$$

11) Точение поверхности D22.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,6$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,7$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}$, $n_V = 1$, $K_{\Gamma} = 1$, $\sigma_B = 740$ МПа,

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,01 = 182,46 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 182,46}{3,14 \cdot 50,9} = 1141,62 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,6^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,46 = 626,69 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{626,69 \cdot 182,46}{1020 \cdot 60} = 1,87 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$1,87 < 10,8$$

12) Точение поверхности D₂₃.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,5$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,7$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T- стойкость инструмента, мин; t- глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y- показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, n_V = 1, K_{\Gamma} = 1, \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

Период стойкости инструмента принимаем: T = 30 мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,35

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,01 = 187,73 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 187,73}{3,14 \cdot 45,776} = 1306,07 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_P – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{r p} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,5^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,456 = 517,7 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{517,7 \cdot 187,73}{1020 \cdot 60} = 1,59 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$1,59 < 10,8$$

13) Точение поверхности D24.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава T15K6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,455$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,7$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T- стойкость инструмента, мин; t- глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y- показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, n_V = 1, K_{\Gamma} = 1, \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 0,455^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 1,01 = 189,84 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 189,84}{3,14 \cdot 44,856} = 1347,84 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_P – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,455^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,455 = 470,07 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{470,07 \cdot 189,84}{1020 \cdot 60} = 1,46 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$1,46 < 10,8$$

14) Чистовое точение поверхности D₃₁.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава T15K6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,23$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,144$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 740 \text{ МПа,}$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,23^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,01 = 329,86 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 329,86}{3,14 \cdot 44,401} = 2365,96 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_P – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

$$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,23^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,42 = 67,07 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{67,07 \cdot 329,86}{1020 \cdot 60} = 0,36 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,36 < 10,8$$

15) Чистовое точение поверхности D32.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава T15K6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,25$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,144$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,144^{0,2}} \cdot 1,01 = 325,78 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 325,78}{3,14 \cdot 50,418} = 2057,83 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,144^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,42 = 71,65 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{71,65 \cdot 325,78}{1020 \cdot 60} = 0,38 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,38 < 10,8$$

16) Подрезка торца А41.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 3,275$ мм;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,57$ мм/об;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}$, $n_V = 1$, $K_{\Gamma} = 1$, $\sigma_B = 740$ МПа,

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 0,9$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 0,909$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{290}{30^{0,2} \cdot 3,275^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,909 = 155,28 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 155,28}{3,14 \cdot 45,776} = 1080 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_a}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3,275^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,47 = 2715,528 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2715,528 \cdot 155,28}{1020 \cdot 60} = 6,89 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$6,89 < 10,8$$

17) Растачивание отверстия до D_{42} на длину A_{42} .

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 1882-73).

1. Глубина резания: $t = 0,55 \text{ мм}$;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,4 \text{ мм/об}$;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $K_V = 1,01$ $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,55^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,01 = 194,24 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 194,24}{3,14 \cdot 40,338} = 1533 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_P t^x S^y V^n K_P = 10 \cdot 300 \cdot 0,55^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,455 = 373,47 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{373,47 \cdot 194,24}{1020 \cdot 60} = 1,19 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$1,19 < 10,8$$

18) Растачивание отверстия до D_{43} на длину A_{43} .

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 1882-73).

1. Глубина резания: $t = 0,55$ мм;

2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,4$ мм/об;

3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_v - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_v - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $K_v = 1,01$ $C_v = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,55^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,01 = 194,24 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 194,24}{3,14 \cdot 41,483} = 1491 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,55^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,455 = 373,47 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{373,47 \cdot 194,24}{1020 \cdot 60} = 1,19 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$1,19 < 10,8$$

19) Растачивание отверстия D42 до D44.

Инструмент:

Резец расточной с пластиной из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 1882-73).

Геометрия инструмента: $\varphi=45^0$; $\gamma=10$; $\lambda=0^0$; R=2 мм

1. Глубина резания: $t = 0.25$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,32$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $K_V = 1,01$ $C_V = 290$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,32^{0,35}} \cdot 1,01 = 237,76 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 237,76}{3,14 \cdot 40,793} = 1856 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_e}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_P = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,44 = 138,86 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{138,86 \cdot 237,76}{1020 \cdot 60} = 0,54 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,54 < 10,8$$

20) Фрезерная

Настольный фрезерный станок с ЧПУ BF46 CNC Pro
Фрезеровка отверстий

1. Глубина резания: $t=1$ мм , ширина фрезерования $B=5$ мм
2. Подача: $S=0,05$ мм/об
3. Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем $T=80$ мин.

Значения коэффициентов $C_v=46,7$, $q=0,45$, $x=0,5$, $y=0,5$, $u=0,1$, $p=0,1$, $m=0,33$, $K_v = 1,01$

Рассчитываем скорость резания :

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 \cdot 1^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 1^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,01 = 37,26 \text{ м/мин}$$

4. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S^y B^n z}{D^q n^w} K_{np} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 1 \cdot 0,05^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 3}{1 \cdot 11866^0} \cdot 0,3 = 355 \text{ Н}$$

Где n частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 37,26}{3,14 \cdot 1} = 11866 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{355 \cdot 1}{200} = 1,775 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{355 \cdot 37,26}{1020 \cdot 60} = 0,215 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,215}{0,9} = 0,239 \text{ кВт}$$

Мощность шпинделя станка достаточна для данных режимов резания.

$$0,239 < 5,6$$

Фрезеровка отверстия выдерживания р-р А5.2.

1. Глубина резания: t=2мм , ширина фрезерования B=5мм

2. Подача: S=0,05 мм/об

3. Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем T=80мин.

Значения коэффициентов $C_v=46,7$, $q=0,45$, $x=0,5$, $y=0,5$, $u=0,1$, $p=0,1$, $m=0,33$, $K_v = 1,01$

Рассчитываем скорость резания :

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 \cdot 2^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 2^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,01 = 37,34 \text{ м/мин}$$

4. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10C_p t^x S^y B^z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 3}{2^{0,86} \cdot 11866^0} \cdot 0,3 = 355 \text{ Н}$$

Где n частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 37,34}{3,14 \cdot 2} = 5945 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{355 \cdot 2}{200} = 3,55 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{355 \cdot 37,34}{1020 \cdot 60} = 0,217 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,217}{0,9} = 0,24 \text{ кВт}$$

Мощность шпинделя станка достаточна для данных режимов резания.

$$0,24 < 5,6$$

Фрезеровка паза выдерживая p-ры A5.3. и D5.3.

Вертикально фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1

1. Глубина резания: $t=0,3$ мм , ширина фрезерования $B=5$ мм

2. Подача: $S=0,05$ мм/об

3. Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем $T=80$ мин.

Значения коэффициентов $C_v=46,7$, $q=0,45$, $x=0,5$, $y=0,5$, $u=0,1$, $p=0,1$, $m=0,33$, $K_v = 1,01$

Рассчитываем скорость резания :

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B_z^u z^p} K_v = \frac{46,7 \cdot 2^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 0,3^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,01 = 95,76 \text{ м/мин}$$

4. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B_z^n z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,3^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 3}{2^{0,86} \cdot 15248^0} \cdot 0,3 = 69,44 \text{ Н}$$

Где n частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 95,76}{3,14 \cdot 2} = 15248 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{69,44 \cdot 2}{200} = 0,69 \text{ Нм}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{69,44 \cdot 95,76}{1020 \cdot 60} = 0,11 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,11}{0,9} = 0,122 \text{ кВт}$$

Мощность шпинделя станка достаточна для данных режимов резания.

$$0,122 < 5,6$$

21) Внутришлифовальная операция

Координатно-шлифовальные станки моделей JG-510CM

А) Для отверстия $D_{6,1}$

1. Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с} - \text{Круга}$$

$$V_s = 100 \text{ м/мин} - \text{Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,005 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,4 - 0,75) \text{ В}$$

$$B=2$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 0,3 \cdot 100^{0,35} \cdot 1^{0,4} \cdot 47^{0,3} \cdot 0,005^{0,4} = 0,57 \text{ кВт}$$

5.Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 47} = 678$$

Б) Для отверстия $D_{6,2}$

1.Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 100 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,005 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,4 - 0,75) \text{ В}$$

$$B=1,6$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 0,3 \cdot 100^{0,35} \cdot 0,8^{0,4} \cdot 34,5^{0,3} \cdot 0,005^{0,4} = 0,47 \text{ кВт}$$

5.Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 34,5} = 923$$

В) Для отверстия $D_{7.1}$

1.Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_z = 100 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,0025 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,25 - 0,4) \text{ В}$$

$$B=20$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_z^r s_p^y d^q t^x = 0,3 \cdot 100^{0,35} \cdot 8^{0,4} \cdot 41^{0,3} \cdot 0,0025^{0,4} = 0,95 \text{ кВт}$$

5.Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 41} = 777$$

Г) Для отверстия $D_{7.2}$

1.Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_z = 100 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,0025 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,25 - 0,4) \text{ В}$$

$$B=7,4$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 0,3 \cdot 100^{0,35} \cdot 2,96^{0,4} \cdot 37^{0,3} \cdot 0,0025^{0,4} = 0,61 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 37} = 860$$

22) Круглое наружное шлифование

А) Для отверстия $D_{8,1}$

1. Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 25 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2. Глубина шлифования

$$t = 0,0025 \text{ мм}$$

3. Продольная подача

$$S = (0,3 - 0,7) \text{ В}$$

$$B=11$$

4. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 25^{0,5} \cdot 5,5^{0,55} \cdot 0,025^{0,5} = 9,91 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 56,5} = 141$$

Б) Для отверстия $D_{8,2}$

1. Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 25 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2. Глубина шлифования

$$t = 0,0025 \text{ мм}$$

3. Продольная подача

$$S = (0,3 - 0,7) \text{ В}$$

$$В=8$$

4. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 25^{0,75} \cdot 4^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} = 8,32 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 48} = 166$$

23) Тонкое точение поверхности D₉₁.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,115$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,1$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, n_V = 1, K_{\Gamma} = 1, \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,115^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 1,01 = 395,59 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 395,59}{3,14 \cdot 50,189} = 2510,19 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,115^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,41 = 24,9 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{24,9 \cdot 395,59}{1020 \cdot 60} = 0,16 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,16 < 10,8$$

24) Тонкое точение поверхности D92.

Инструмент:

Резец проходной отогнутый с пластинами из твердого сплава Т15К6 (по ГОСТ 188677-73)

1. Глубина резания: $t = 0,11$ мм;
2. Подача для данной глубины резания: $S = 0,1$ мм/об;
3. Расчетная формула, скорости резания, м/с

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

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m , x , y - показатели степени;

K_V - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.

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

где K_{MV} - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot (750/\sigma_B)^{n_V}, \quad n_V = 1, \quad K_{\Gamma} = 1, \quad \sigma_B = 740 \text{ МПа},$$

$$K_{MV} = 1 \cdot (750/740)^1 = 1,01$$

$K_{ПВ}$ - коэффициент учитывающий состояние поверхности, $K_{ПВ} = 1$;

$K_{ИВ}$ - коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{ИВ} = 1$

$$K_V = 1,01$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,11^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 1,01 = 397,62 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 397,62}{3,14 \cdot 44,1815} = 2866 \text{ об/мин}$$

5. Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

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

Сила P_z :

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{740}{750} \right)^{0,75} = 0,989$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 0,989 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,989$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,11^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 0,989 \cdot 0,41 = 24,7 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N_{рез} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{24,7 \cdot 397,62}{1020 \cdot 60} = 0,16 \text{ кВт.}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$N_{ст}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{дв}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 12 \cdot 0,9 = 10,8 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,16 < 10,8$$

25) Тонкое Круглое наружное шлифование

А) Для отверстия $D_{10.1}$

1.Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 55 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,01 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,2 - 0,4) \text{ В}$$

$$B=11$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 55^{0,5} \cdot 3,3^{0,55} \cdot 0,01^{0,5} = 3,14 \text{ кВт}$$

5.Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 41} = 427$$

Б) Для отверстия $D_{10.2}$

1.Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 55 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2.Глубина шлифования

$$t = 0,01 \text{ мм}$$

3.Продольная подача

$$S = (0,2 - 0,4) \text{ В}$$

$$B=8$$

4.Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 55^{0,5} \cdot 2,4^{0,55} \cdot 0,01^{0,5} = 2,64 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 55}{3,14 \cdot 41} = 427$$

26) Торцевое наружное шлифование

А) Для торца $A_{11.1}$

1. Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 25 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2. Глубина шлифования

$$t = 0,025 \text{ мм}$$

3. Продольная подача

$$S = (0,3 - 0,7) \text{ В}$$

$$B=7$$

4. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 25^{0,5} \cdot 3,5^{0,55} \cdot 0,025^{0,5} = 3,5 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 56,5} = 141$$

Б) Для торца $A_{11.2}$

1. Скорость вращательного движения

$$V_k = 35 \text{ м/с - Круга}$$

$$V_3 = 25 \text{ м/мин - Заготовки}$$

2. Глубина шлифования

$$t = 0,025 \text{ мм}$$

3. Продольная подача

$$S = (0,3 - 0,7) \text{ В}$$

$$V=6,5$$

4. Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^r s_p^y d^q t^x = 2,2 \cdot 25^{0,5} \cdot 3,25^{0,55} \cdot 0,025^{0,5} = 3,36 \text{ кВт}$$

5. Частота вращения шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 46,5} = 171$$

27) Чистовое Фрезерование паза до р-ров, $A_{12.2}$, $D_{12.2}$

Вертикально фрезерный станок с ЧПУ Haas TM-1

Фрезеровка отверстий

4. Глубина резания: $t=0,17$ мм , ширина фрезерования $V=5$ мм

5. Подача: $S=0,02$ мм/об

6. Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем $T=80$ мин.

Значения коэффициентов $C_v=46,7$, $q=0,45$, $x=0,5$, $y=0,5$, $u=0,1$, $p=0,1$, $m=0,33$, $K_v = 1,01$

Рассчитываем скорость резания :

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{46,7 \cdot 2^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 0,17^{0,5} \cdot 0,02^{0,5} \cdot 5^{0,1} \cdot 3^{0,1}} \cdot 1,01 = 195,17 \text{ м/мин}$$

4. Расчет силы резания:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,17^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 3}{2^{0,86} \cdot 31078^0} \cdot 0,3 = 74,6 \text{ Н}$$

Где n частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_s} = \frac{1000 \cdot 195.17}{3,14 \cdot 2} = 31078 \text{ об/мин}$$

8. Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{74,6 \cdot 2}{200} = 0,746 \text{ Нм}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{74,6 \cdot 195,17}{1020 \cdot 60} = 0,238 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,238}{0.9} = 0,265 \text{ кВт}$$

Мощность шпинделя станка достаточна для данных режимов резания. $0,265 < 5,6$

3.8. Нормирование технологического процесса.

3.8.1. Расчет основного время;

Операция 005

$$t_0 = \frac{65}{200} = 0,325 \text{ мин}$$

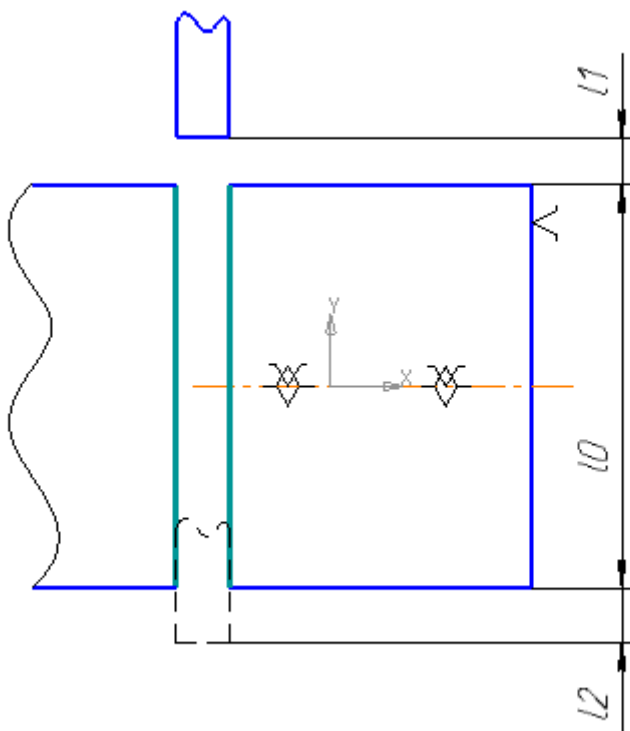


рис.5 Отрезная операция

Операция 010

$$1) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(31,5 + 2,3 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1)}{0,7 \cdot 679} = 0,07 \text{ мин.}$$

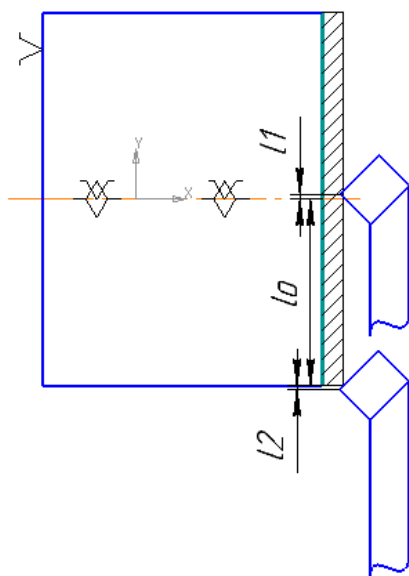


рис.6 Подрезка торца

$$2) t_0 = \frac{(l + 0,4d) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(4 + 1)}{0,08 \cdot 641} = 0,1 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{(l + 0,4d) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 6,4)}{0,2 \cdot 623} = 0,32 \text{ мин.}$$

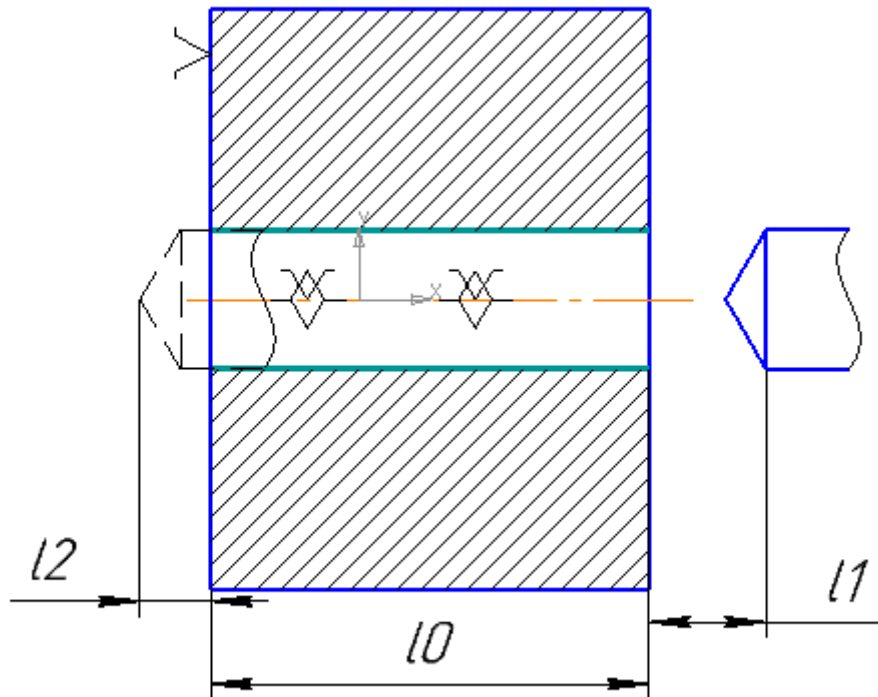


Рис.7 Сверление сквоз.

$$4) t_0 = \frac{(l + 0,4d) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 10,4)}{0,4 \cdot 387} = 0,28 \text{ мин.}$$

$$5) t_0 = \frac{(l + 0,4d) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 13,4)}{0,5 \cdot 293} = 0,32 \text{ мин.}$$

$$6) t_0 = \frac{(l + t \cdot \text{ctg} \varphi + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 2,1 \cdot \text{ctg} 45^\circ + 1)}{1 \cdot 583} = 0,06 \text{ мин.}$$

$$7) t_0 = \frac{(l + t \cdot \text{ctg} \varphi + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 0,5 \cdot \text{ctg} 45^\circ + 1) \cdot 3}{0,12 \cdot 2341} = 0,37 \text{ мин.}$$

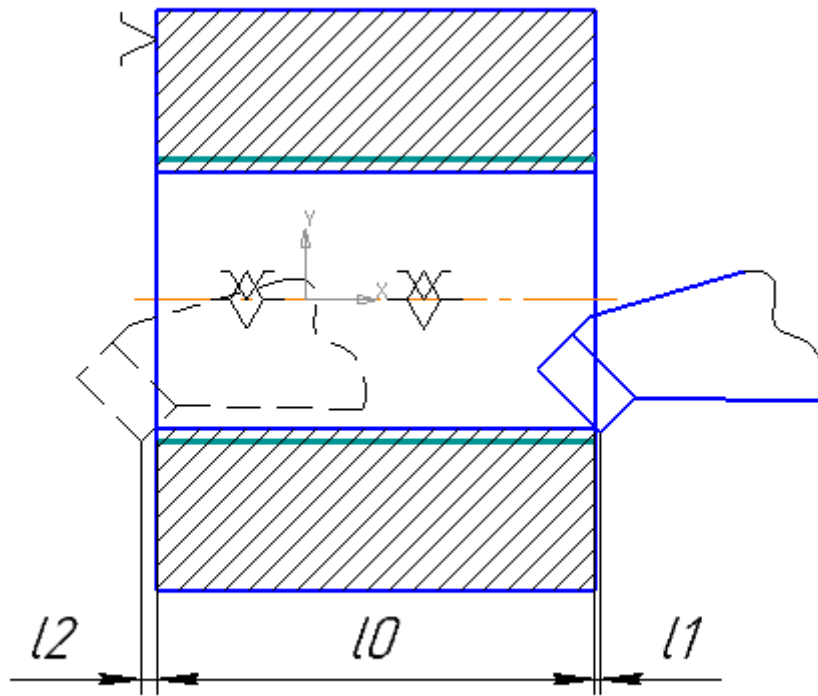


рис.8 Растачивание

$$8) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7.4 + 0,5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1) \cdot 3}{0,12 \cdot 2102} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$9) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7.4 + 0,25 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1)}{0,12 \cdot 2335} = 0,03 \text{ мин.}$$

Операция 015

$$1) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(32,985 + 0,7 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1)}{0,7 \cdot 987} = 0,05 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + 0,6 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1) \cdot 6}{0,7 \cdot 1142} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(19 + 0,5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1) \cdot 6}{0,7 \cdot 1306} = 0,14 \text{ мин.}$$

$$4) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 0,455 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1)}{0,7 \cdot 1348} = 0,01 \text{ мин.}$$

$$5) t_0 = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg} \varphi + l_{\text{нд}}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 0,23 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ + 1)}{0,144 \cdot 2366} = 0,03 \text{ мин.}$$

$$6) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(26 + 0,25 \cdot ctg 45^\circ + 1)}{0,144 \cdot 2058} = 0,09 \text{ мин.}$$

Операция 020

$$1) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(28,745 + 3,275 \cdot ctg 45^\circ + 1)}{0,57 \cdot 1080} = 0,05 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 0,55 \cdot ctg 45^\circ + 1) \cdot 7}{0,4 \cdot 1533} = 0,25 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(2 + 0,55 \cdot ctg 45^\circ + 1) \cdot 6}{0,4 \cdot 1491} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$4) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + 0,25 \cdot ctg 45^\circ + 1)}{0,32 \cdot 1856} = 0,04 \text{ мин.}$$

Операция 025

$$1) t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 2) \cdot 4}{0,05 \cdot 11866} = 0,05 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(5 + 2)}{0,05 \cdot 5945} = 0,02 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(35,2 + 2)}{0,05 \cdot 15248} = 0,05 \text{ мин.}$$

Операция 035

$$1) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{4,6 \cdot 192}{0,8 \cdot 923} = 1,2 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{3,6 \cdot 192}{1 \cdot 678} = 1,02 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{20,6 \cdot 88}{6 \cdot 777} = 0,4 \text{ мин.}$$

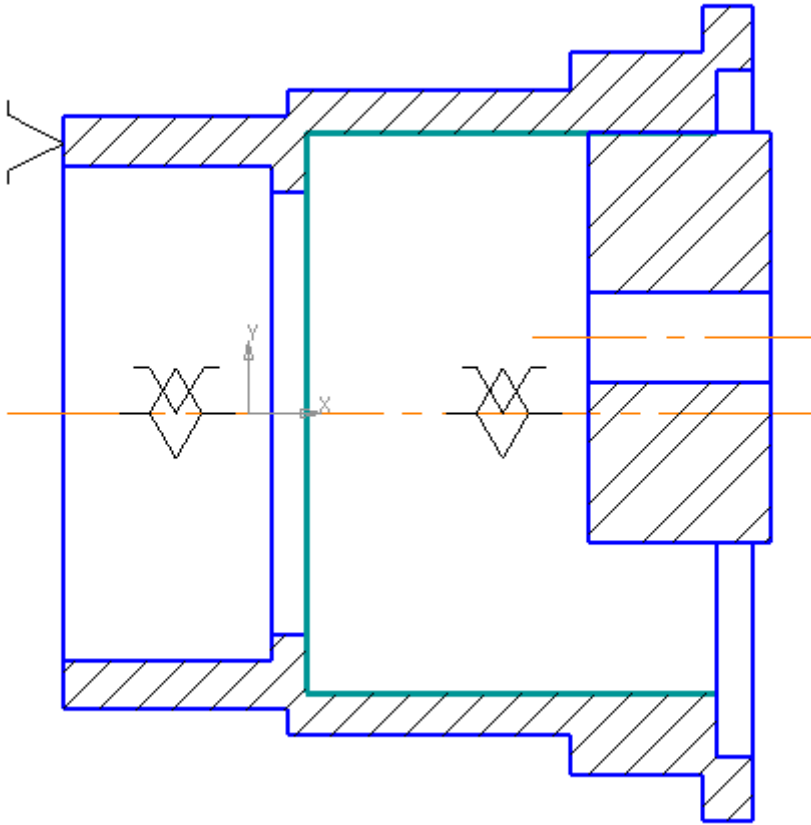


Рис.9 Шлифование

$$4) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{9,4 \cdot 88}{2,22 \cdot 860} = 0,43 \text{ мин.}$$

$$5) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{11 \cdot 274}{4 \cdot 166} = 4,54 \text{ мин.}$$

$$6) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{3 \cdot 400}{5,5 \cdot 141} = 1,55 \text{ мин.}$$

Операция 040

$$1) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(8 + 0,115 \cdot ctg 45^\circ + 1)}{0,1 \cdot 2510} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{(l + t \cdot ctg \varphi + l_{нд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(7 + 0,11 \cdot ctg 45^\circ + 1)}{0,1 \cdot 2866} = 0,03 \text{ мин.}$$

Операция 045

$$1) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{8 \cdot 15}{3,3 \cdot 427} = 0,09 \text{ мин.}$$

$$2) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{7 \cdot 16}{2,4 \cdot 427} = 0,11 \text{ мин.}$$

$$3) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{216,9 \cdot 18}{2,1 \cdot 141} = 13,19 \text{ мин.}$$

$$4) t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{278,5 \cdot 11}{3,25 \cdot 171} = 5,51 \text{ мин.}$$

Операция 050

$$1) t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(35,2 + 2)}{0,02 \cdot 31078} = 0,06 \text{ мин.}$$

3.8.2. Расчет вспомогательного время.

1) Операция 005

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,325 = 0,05 \text{ мин}$$

2) Операция 010

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 1,63 = 0,25 \text{ мин}$$

3) Операция 015

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,53 = 0,08 \text{ мин}$$

4) Операция 020

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,38 = 0,06 \text{ мин}$$

5) Операция 025

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,12 = 0,02 \text{ мин}$$

6) Операция 035

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 9,14 = 1,37 \text{ мин}$$

7) Операция 040

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ мин}$$

8) Операция 045

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 18,9 = 2,835 \text{ мин}$$

9) Операция 050

$$t_{всп} = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,06 = 0,01 \text{ мин}$$

3.8.3. Расчет оперативного время.

1) Операция 005

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.325 + 0.05 = 0.375 \text{ мин}$$

2) Операция 010

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 1.63 + 0.25 = 1.88 \text{ мин}$$

3) Операция 015

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.53 + 0.08 = 0.61 \text{ мин}$$

4) Операция 020

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.38 + 0.06 = 0.44 \text{ мин}$$

5) Операция 025

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.12 + 0.02 = 0.14 \text{ мин}$$

6) Операция 035

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 9.14 + 1.37 = 10.51 \text{ мин}$$

7) Операция 040

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.07 + 0.01 = 0.08 \text{ мин}$$

8) Операция 045

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 18.9 + 2.835 = 21,735 \text{ мин}$$

9) Операция 050

$$t_{on} = t_o + t_{всп} = 0.06 + 0.01 = 0.07 \text{ мин}$$

3.8.4. Расчет время на личные потребности.

1) Операция 005

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.375 = 0.01 \text{мин}$$

2) Операция 010

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 1.88 = 0.05 \text{мин}$$

3) Операция 015

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.61 = 0.02 \text{мин}$$

4) Операция 020

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.44 = 0.01 \text{мин}$$

5) Операция 025

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.14 = 0.004 \text{мин}$$

6) Операция 035

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 10.51 = 0.26 \text{мин}$$

7) Операция 040

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.08 = 0.002 \text{мин}$$

8) Операция 045

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 21.735 = 0.54 \text{мин}$$

9) Операция 050

$$t_n = 0,025 \cdot t_{on} = 0,025 \cdot 0.07 = 0.002 \text{мин}$$

3.8.5. Расчет время технического обслуживания рабочего места.

1) Операция 005

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орг} = (0,06 \cdot t_{on}) + (0,08 \cdot t_{on}) = 0.05 \text{мин}$$

2) Операция 010

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орг} = (0,06 \cdot t_{on}) + (0,08 \cdot t_{on}) = 0.26 \text{мин}$$

3) Операция 015

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орг} = (0,06 \cdot t_{on}) + (0,08 \cdot t_{on}) = 0.09 \text{мин}$$

4) Операция 020

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 0.06 \text{ мин}$$

5) Операция 025

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 0.02 \text{ мин}$$

6) Операция 035

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 1.47 \text{ мин}$$

7) Операция 040

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 0.01 \text{ мин}$$

8) Операция 045

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 3.04 \text{ мин}$$

9) Операция 050

$$t_{обс} = t_{мо} + t_{орз} = (0,06 \cdot t_{он}) + (0,08 \cdot t_{он}) = 0.01 \text{ мин}$$

3.8.6. Расчет штучного времяя.

1) Операция 005

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 0.325 + 0.05 + 0.05 + 0.01 = 0.426 \text{ мин}$$

2) Операция 010

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 1.63 + 0.25 + 0.26 + 0.05 = 2.19 \text{ мин}$$

3) Операция 015

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 0.53 + 0.08 + 0.09 + 0.02 = 0.72 \text{ мин}$$

4) Операция 020

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 0.38 + 0.06 + 0.06 + 0.01 = 0.51 \text{ мин}$$

5) Операция 025

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 0.12 + 0.02 + 0.004 + 0.02 = 0.164 \text{ мин}$$

6) Операция 035

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 9.14 + 1.37 + 1.47 + 0.26 = 12.24 \text{ мин}$$

7) Операция 040

$$t_{шт} = \sum t_o + t_{всн} + t_{обс} + t_n = 0.07 + 0.01 + 0.002 + 0.01 = 0.092 \text{ мин}$$

8) Операция 045

$$t_{ум} = \sum t_o + t_{всп} + t_{обс} + t_n = 18.9 + 2.835 + 3.04 + 0.54 = 25.315 \text{ мин}$$

9) Операция 050

$$t_{ум} = \sum t_o + t_{всп} + t_{обс} + t_n = 0.06 + 0.01 + 0.002 + 0.01 = 0.082 \text{ мин}$$

3.8.7. Расчет штучно-калькуляционного время.

1) Операция 005

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 0.426 + 0.02 = 0.446 \text{ мин}$$

2) Операция 010

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 2.19 + 0.02 = 2.21 \text{ мин}$$

3) Операция 015

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 0.72 + 0.02 = 0.74 \text{ мин}$$

4) Операция 020

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 0.51 + 0.02 = 0.53 \text{ мин}$$

5) Операция 025

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 0.164 + 0.02 = 0.184 \text{ мин}$$

6) Операция 035

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 12.24 + 0.02 = 12.26 \text{ мин}$$

7) Операция 040

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 0.092 + 0.02 = 0.112 \text{ мин}$$

8) Операция 045

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{t_{нз}}{n} = 25.315 + 0.02 = 25.335 \text{ мин}$$

9) Операция 050

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{ш}} + \frac{t_{\text{нз}}}{n} = 0.082 + 0.02 = 0.102 \text{ мин}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Шахов Александр Васильевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСПр
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<p>1. <i>Стоимость ресурсов для изготовления детали «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения»</i></p>	<p>1. <i>Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</i></p> <p>2. <i>Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</i> 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. <i>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</i></p> <p>3. <i>Тариф на электроэнергию – 5.8 руб/кВт.ч.</i></p>
<p>3. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i></p>	<p><i>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06 -затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты 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 зарплаты основных рабочих. -общецеховые расходы - 50 – 80 %, от основной зарплаты основных рабочих

	-общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты 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 «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения»	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 «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения» 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 «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения»

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Шахов Александр Васильевич		

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

4.1. Расчет затрат на материалы и сырье.

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.

Стоимость материала: на изготовления 1 шт. составит:

$$C_{\text{мо}} = N \cdot C = 0,913 \cdot 52 = 47,5 \text{ руб.}$$

Где, N – масса заготовки; C – цена одного кг материала, [www.pulscen.ru]

Вспомогательные материалы на тех. цели: примем 15% от стоимости материала

$$C_{\text{мв}} = C_{\text{мо}} \cdot 0,15 = 0,15 \cdot 47,5 = 7,125 \text{ руб.}$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала

$$C_{\text{ТРЗ}} = 0,15 \cdot 47,5 = 7,125 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_{\text{м}} = C_{\text{мо}} + C_{\text{мв}} + C_{\text{ТРЗ}} = 47,5 + 7,125 + 7,125 = 61,75 \text{ руб.}$$

4.2. Расчет затрат на возвратные отходы.

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

$$C_{\text{от}} = M_{\text{от}} \cdot Ц_{\text{от}} = (V_{\text{чр}} - V_{\text{чст}}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{\text{от}},$$

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

$Ц_{\text{от}}$ – цена отходов, руб/т. (5200);

$V_{\text{чр}}$ – масса заготовки, кг (0,913);

$V_{\text{чст}}$ – чистая масса детали, кг (0,12);

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

$$C_{\text{от}} = (0,913 - 0,12) \cdot (1 - 0,02) \cdot 5,2 = 4,04 \text{ руб} / \text{шт.}$$

4.3. Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих.

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции. Оплата может осуществляться как по сдельным

расценкам, так и по часовым тарифным ставкам. В статью включаются доплаты и выплаты за неблагоприятные условия труда и премии за производственные результаты, начисленные в соответствии с действующими на предприятии премиальными системами. Расчет следует произвести по формуле

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{ЧТС}_i \cdot k_{\text{пр}},$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин; K_0 – количество операций в процессе; ЧТС_i – часовая тарифная ставка на i -й операции; $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде.

Разряды рабочих:

- 1-я операция: рабочий 2-го разряда,
- 2-я операция: рабочий 2-го разряда,
- 3-я операция: рабочий 2-го разряда,
- 4-я операция: рабочий 2-го разряда,
- 5-я операция: рабочий 2-го разряда
- 6-я операция: рабочий 1-го разряда
- 7-я операция: рабочий 3-го разряда
- 8-я операция: рабочий 2-го разряда
- 9-я операция: рабочий 3-го разряда
- 10-я операция: рабочий 2-го разряда.

Часовые тарифные ставки, используемые для расчета, представлены в [методичка]

$$C_{\text{озп1}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,446}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,53 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп2}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{2,21}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 2,63 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп3}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,74}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,88 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп4}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,53}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,63 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп5}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,184}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,22 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп6}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{1,13}{60} \cdot 40 \cdot 1,4 = 1,06 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп7}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{12,26}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 18,61 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп8}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,112}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,13 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп9}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,502}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 0,76 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп10}} = \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = \frac{0,102}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 0,12 \text{ руб} / \text{шт.}$$

$$C_{\text{озп}} = \sum_{i=1}^{K_o} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{\text{пр}} = 25,57 \text{ руб} / \text{шт.}$$

4.4. Расчет затрат на дополнительную заработную плату 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 + основной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 25,57 \cdot 0,1 = 2,56 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.; $k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

4.5. Расчет затрат на 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 (все это вместе взятое – так называемый социальный налог), на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}}) / 100,$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.; $C_{\text{с.н}}$ – ставка социального налога (принять 30 %); $C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_{\text{н}} = \frac{(25,57 + 2,56) \cdot (30 + 0,7)}{100} = 8,64 \text{ руб.}$$

4.6. Расчет затрат на 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 $C_{\text{а}}$;
- 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 «а»

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot N_{\text{а}i} + \sum_j^m \Phi_j \cdot N_{\text{а}i}$$

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 -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;
 m – количество типов используемой оснастки; $N_{\text{об}i}$ и $N_{\text{осн}j}$ – соответствующие нормы амортизации.

Норма амортизации:

$$N_a = \frac{1}{T_{\text{ти}}} = \frac{1}{5} = 0,2;$$

Токарный ЧПУ станок: $C = 6 \text{ млн. руб.}$

$$A_{\text{год}} = 6000000 \cdot 0,2 = 1200000 \text{ руб.}$$

Фрезерный ЧПУ станок: $C = 940 \text{ тыс. руб.}$

$$A_{\text{год}} = 940000 \cdot 0,2 = 188000 \text{ руб.}$$

Круглошлифовальный универсальный станок: $C = 3,2 \text{ млн. руб.}$

$$A_{\text{год}} = 3200000 \cdot 0,2 = 640000 \text{ руб.}$$

Ленточная пила: $C = 220 \text{ тыс. руб.}$

$$A_{\text{год}} = 220000 \cdot 0,2 = 44000 \text{ руб.}$$

$$A_{\text{год,общ}} = 2072000 \text{ руб.}$$

Средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

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

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.

$$l_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 18,216}{604200} = 0,03$$

$$l_{\text{кр}} \leq 0,6, \text{ то } C_a = \left(\frac{A_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}\right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}}\right)$$

$$C_a = \left(\frac{A_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}\right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}}\right) = \frac{2072000 \cdot 0,03}{1000 \cdot 0,85} = 73,13 \text{ руб.}$$

Элемент «в»

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 зарплаты и отчислений от основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (25,57 + 2,56 + 8,64) \cdot 0,4 = 14,708 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 73,13 \cdot 0,2 = 14,626 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по формуле:

$$C_{\text{эл.п}} = \Pi_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot K_{\text{ви}} \cdot t_i^{\text{шт.к}}$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию (5,8 руб). / кВт.ч.; $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции; $K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6); $K_{\text{ви}}$ – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить $t_i^{\text{маш}}$ и принимается равным 0,6 от $t_i^{\text{шт.к}}$.

Мощность станков:

$$W_{\text{шлифовальный}} = 2,2 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{лечь}} = 7 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{ЦПУ}} = 13 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{фрез}} = 3,7 \text{ кВт},$$

$$W_{\text{пила}} = 0,59 \text{ кВт}.$$

$$C_{\text{эл.п}} = \Pi_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot K_{\text{ви}} \cdot t_i^{\text{шт.к}} = 6,32 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Элемент «с»

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 – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 25,57 \cdot 1,1 = 28,13 \text{ руб.}$$

Элемент «е»

В эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года, либо стоимостью менее 100 тыс. руб. Расчет производится по формуле:

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

где $C_{\text{ин}i}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$; $t_{\text{рез}i}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.; m_i – количество одновременно используемых инструментов; $T_{\text{ст.и}i}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин; n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента; $k_{\text{ТЗ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{ТЗ}}=0,06$).

Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб.

Наименование	Цена, руб.	Срок эксплуатации, лет	Затраты в год, руб.
Поворотный стол	93000	5	18600

Табл.2

Используемый инструмент:

Инструмент	Цена, руб.	Время работы, мин.	Стойкость, мин.	Количество переточек (граней у пластин)
Полотно для ленточной пилы	1550	0,446	-	-
Сменная пластинка	124	1,64	25	3
Сверло центровочное	42	0,1	15	3
Сверло на 16	270	0,32	30	5
Сверло на 26	300	0,28	50	5
Сверло на 33	470	0,32	60	5
Резец расточной	340	1,44	30	3

Резец проходной	32	0,2	12	2
--------------------	----	-----	----	---

Табл.3

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{ТЗ}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i} = 18,92 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб.

Исходя из срока эксплуатации вычислим затраты на одно изделие:

$$C_{\text{осн}} = \frac{C}{N} = \frac{93000}{1000} = 93 \text{ руб} / \text{шт.}$$

Где: С – цена оснащения, N – количество деталей в год.

4.7. Расчет затрат на общецеховые расходы.

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общецехового назначения и тд.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 25,57 \cdot 0,7 = 17,9 \text{ руб.}$$

4.8. Расчет затрат на 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.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ох}} = 25,57 \cdot 0,5 = 12,79 \text{ руб.}$$

4.9. Расходы на реализацию (внепроизводственные)

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.

$$C_{\text{вн}} = (C_{\text{см}} + C_{\text{онз}} + C_{\text{озп}} + C_{\text{н}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} + C_{\text{осн}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}}) \cdot 0,01 = 3,74 \text{ руб.}$$

4.10. 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÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$C_{np} = (C_{см} + C_{опз} + C_{дзн} + C_n + C_a + C_{экс} + C_{мэкс} + C_{эл.п.} + C_{рем} + C_{ион} + C_{осн} + C_{оп} + C_{ох} + C_{вн}) \cdot 0,15 = 56,66 \text{ руб.}$$

4.11. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$C_{НДС} = (374 + 56,66) \cdot 0,18 = 77,52 \text{ руб.}$$

4.12. Расчет цены изделия

$$C_{изд} = C_{об} + C_{np} + C_{НДС} = 374 + 56,66 + 77,52 = 508,18 \text{ руб.}$$

**5. ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Шахов Александр Васильевич

Институт	кибернетики	Кафедра	ТМСИР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема дипломной работы: «Прочностной расчет сепаратора волнового редуктора с промежуточными телами качения».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является деталь типа «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения», а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения. 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	1.1. При производстве детали «Сепаратор волнового редуктора с промежуточными телами качения» на участке цеха используется следующее оборудование: фрезерный станок с ЧПУ, Токарный станок с ЧПУ, Шлифовальный станок, Пила. Производственные условия на участке характеризуются наличием следующих вредных факторов (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ). -повышенный уровень шума на рабочем месте; -недостаточная освещенность рабочей зоны. 1.2. Анализ опасных факторов производится с указанием средств защиты индивидуальной и коллективной. Выявленные опасные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ): -подвижные части производственного оборудования; -повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
2. Региональная безопасность	В данном разделе производится анализ влияния производственных факторов на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	В данном разделе приводятся возможные ЧС, а также способы их ликвидации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.17г
---	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
------------------	------------	-------------------------------	----------------	-------------

Профессор кафедры ЭБЖ	Федорчук Ю.М.	Доктор технических наук		10.03.17г.
-----------------------	---------------	----------------------------	--	------------

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛЗ1	Шахов Александр Васильевич		10.03.17г

Введение.

Объектом данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления «Зубчатого рычага», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

При каком-либо производстве, на человека воздействуют техногенные опасности, их подразделяют на два понятия: опасный и вредный производственный фактор. *Опасный фактор* – это фактор, при котором воздействии на работающего человека в определенных условиях может привести к травме или внезапному ухудшению здоровья. Вредный фактор – это фактор, который при воздействии на человека может привести к заболеванию, снижению трудоспособности или нарушению здоровья потомства.

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.

- 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, их делят по степени опасности поражения электрическим током;

К основным *вредным факторам* можно отнести:

- превышение уровня шума;
- недостаточная освещенность;
- повышенный уровень вибраций;
- монотонный режим работы;
- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень электромагнитных полей;

5.1. Производственная безопасность.

5.2 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

5.2.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Табл.4

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

5.2.2 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.

Наиболее опасные вещества, которые выделяются при работе оргтехники и компьютеров:

- Бензол – данное вещество может привести к появлению онкологических заболеваний и развитию врожденных пороков плода (если беременная контактирует с данным веществом).
- Ксилол – при его накоплении в организме может развиваться почечная недостаточность.
- Толуол, изооктан – эти вещества способствуют появлению сонливости, усталости, приводят к раздражению слизистых оболочек.
- Трихлорэтан – вызывает раздражение кожи, носоглотки, глаз.
- Дибутил, трибутил – приводят к нарушению работы эндокринной системы.
- Стирол – способствует появлению функциональных нарушений центральной нервной системы, раздражает слизистую оболочку верхних дыхательных путей.
- Формальдегид – при регулярном контакте даже с небольшим количеством этого вещества могут развиваться сонливость, слабость, депрессия, головная боль.

- Диоксид азота – снижает сопротивляемость организма к вирусным и бактериальным инфекциям, раздражает слизистую оболочку дыхательных путей, может привести к развитию сенсорных нарушений.
- Селенистый водород – вызывает раздражение слизистой оболочки глаз.

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.

5.2.3. Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья,

обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

5.2.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 8$ м, ширина $B = 7$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 7 \times 8 = 56 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{п} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ-80, световой поток которой равен $\Phi_{лц} = 5000$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОД – 2-80.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 80 Вт каждая, длина светильника равна 1531 мм, ширина – 266 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) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

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: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

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

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{8}{2,2} = 3,6 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

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

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 10 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

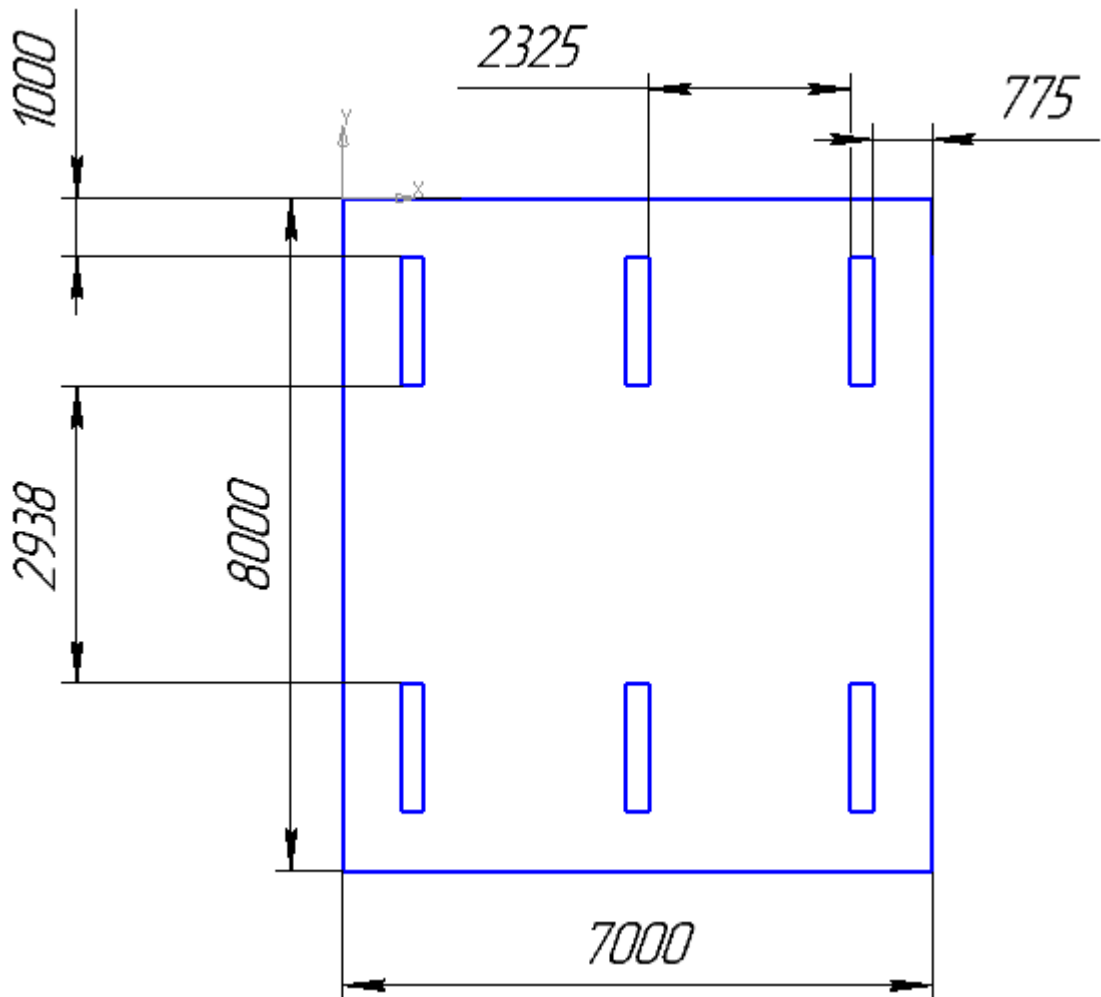


Рисунок 10 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 7}{2,0 \cdot (8 + 7)} = 1,85$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{пл}} = 70\%$, $\rho_{\text{с}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,85$ равен $\eta = 0,47$.

Найдем количество ламп, которое нам требуется:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{п}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{5000 \cdot 0,47} = 12 \text{ ламп.}$$

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,47} = 4914 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{5000 - 4914}{5000} \cdot 100\% = 1,72\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 1,72\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

5.2.5 Электромагнитные поля

В бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с

коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

СИЗ

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим

соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электротехническими средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

Дополнительные электротехнические средства в электроустановках.

Дополнительными электротехническими средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории А_н, Б_н, В_н, Г_н и Д_н.

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и

волокон), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). 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 (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

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

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

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

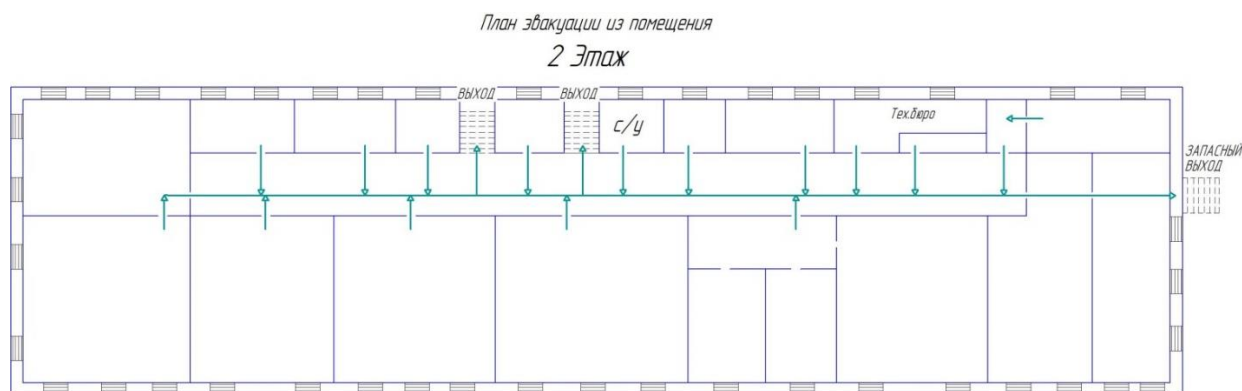


Рис 11. Пути эвакуации.

5.4. Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Металлическую стружку необходимо спрессовывать и пересылать на Новокузнецкий металлургический комбинат. Для защиты от абразивной пыли устанавливается установка для очистки воздуха от абразивной пыли, после чего абразивная пыль идет на переработку. СОЖ после истечения эксплуатационных свойств фильтруют, смешивают с эмульсией в пропорциях, указанных на таре.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Все эти бытовые отходы необходимо расфасовывать только по бытовому характеру. В отдельные мусорные баки, которые установлены на специальной площадке около здания. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

5.5 Защита в ЧС

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

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

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Обогреватели должны независимые от центрального отопления, то есть, например, на газу или электричестве их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случаи ЧС на них.

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. Также необходимо исключить распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, Должностные лица должны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
2. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
3. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

4. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы

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

Список литературы

- 1) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с.
- 2) Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с.
- 3) Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2006. – 99с.
- 4) Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. Изд. 2-е. М., «Машиностроение», 1974, 421с. (ЦБПНТ при НИИТруда).
- 5) Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением, часть 1 . Романова С.Ю. – М: Экономика, 1990. – 210 с.
- 6) Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Сулова, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с.
- 7) Горбачевич А.Ф, Шкред В.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015. – 256 с.
- 8) Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.
- 9) Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы. Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996
- 10) Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Ю.В. Бородин, В.Н. Извеков, А.М. Плахов – Томск: Изд-во Томского политехнического универ-та, 2014. – 11 с. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.
- 11) Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.
- 12) Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.
- 13) Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.
- 14) Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.