

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

Школа: ИШНПТ

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Корпус»

УДК 621.81 – 2 – 047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Волохов Александр Александрович		07.06.2021

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков Владимир Сергеевич	к.т.н		07.06.2021

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		07.06.2021

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		07.06.2021

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства

P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа: ИШНПТ
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

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

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Волохов Александр Александрович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Корпус»

Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021 №111-34/с
---	----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам и т. д.).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – чертеж детали типа «Корпус». – тип производства: мелкосерийное – программа выпуска деталей N=500 шт./год; – материал детали – АМгб.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Обзор научно-технической литературы – Анализ чертежа и технологичности детали – Определение типа производства. – Маршрут изготовления детали – Оборудование и инструменты – Режимы резания – Нормы времени – Финансовый менеджмент – Социальная ответственность – Заключение
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Чертеж детали – Операционные карты – Размерная схема – Граф технологических размерных цепей – Сборочный чертеж приспособления
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Технологический	Коротков Владимир Сергеевич
Конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грубченко Татьяна Григорьевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы	16.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	к.т.н		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Волохов Александр Александрович		16.12.2020

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа выполнена по теме разработка технологии изготовления детали «Корпус» содержит 141 страницы текстового документа, 24 таблиц, 9 рисунков, 24 использованных источников.

Ключевые слова: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ДЕТАЛЬ, КОРПУС, РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ, ГРАФ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ.

Цель данной работы: разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус» и приспособление для сверлильной операции.

В результате проделанной работы спроектирован техпроцесс, который является эффективным для мелкосерийного производства данной детали. Так же произведен экономический расчет бюджета для производства данного изделия. Рассмотрены вопросы, связанные с экологической безопасностью. Предложены пути их решения. Решен вопрос о безопасности сотрудников на производстве.

Степень внедрения: изготовлен корпус редуктора для опытного образца электропривода.

Область применения: применяется в приводе ручной машины - электробур.

Содержание

Введение	8
1 Технологическая часть	9
1.1. Исходные данные	9
1.2. Анализ чертежа детали «Корпус» и ее технологичности	10
1.3. Определение типа производства	10
1.4. Выбор исходной заготовки	12
1.5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса	14
1.6. Построение расчётной схемы и граф технологических цепей	26
1.7. Расчет минимальных припусков на обработку заготовки	28
1.8. Определение допусков на технологические размеры и размеров	35
1.9. Определение режимов обработки	45
1.10. Расчет основного времени	88
1.11. Расчет вспомогательного времени	91
2 Конструкторская часть	93
2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания	93
2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления	94
2.3. Описание конструкции и работы приспособления	95
2.4. Определение необходимой силы зажима	96
2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров	99
2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления	100
2.7. Расчет точности приспособления	100
2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки о содержание операций	101
3 Экономическая часть	104
3.1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	104
3.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности	104
3.3. Планирование научно-исследовательских работ	108
3.4. Бюджет научно-технического исследования	113
3.5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	117
4 Социальная ответственность	121
4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	121
4.2. Организация рабочей зоны	123
4.3. Производственная безопасность	123
4.4. Мероприятия по защите исследователя от опасных и вредных факторов	126
4.5. Экологическая безопасность	128
4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	129
Заключение	132
Список литературы	133
Приложение А	135

Введение

Цель данной работы: разработать технологический процесс изготовления детали корпус и приспособление для сверлильной операции.

Объект исследования: деталь типа корпус.

Предмет исследования: технологический процесс изготовления детали корпус, элемент типа тело вращения.

При механообработке детали будут использоваться станки с ЧПУ.

Применение прогрессивного оборудования приводит к:

- снижению себестоимости детали и трудоёмкости производства;
- сокращению времени на обработку;
- улучшению качества поверхностного слоя;
- и позволяет обеспечить требуемую точность;

В результате проделанной работы создан технологический процесс изготовления детали, построена размерная схема и граф технологических размерных цепей, на основе которых можно проверить правильность разработанного маршрута. Данный техпроцесс применим для серийного производства.

1.2. Анализ чертежа детали «Корпус» и её технологичности

Чертёж детали представлен с достаточным количеством видов, разрезов и выносных элементов. Все необходимые размеры нанесены и защищены допусками. Допуски формы и расположения поверхностей в пределах поля допуска на размер. Чертеж выполнен в соответствии с ГОСТ.

Корпус имеет несложную форму, применение специального оборудования не требуется.

Посадочные размеры под подшипники и зубчатое колесо необходимо выполнить по 8 качеству с шероховатостью поверхности Ra 1,6.

В корпусе имеются резьбовые отверстия расположенные под углом 60 градусов друг от друга. 6 глухих отверстий и 6 сквозных отверстий расположены на разных диаметрах. Имеется свободный доступ режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям.

Корпус является жестким.

Учитывая, написанное выше, приходим к выводу, что деталь технологична.

1.3. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [5]:

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

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2}, (2)$$

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

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 5 [5,стр.23] при односменном режиме работы: $F_r = 2015$ ч.

Тогда

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{2015 \times 60}{500} = 241,2 \text{ мин}$$

Среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, (3)$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=3$): токарную с ЧПУ, сверлильную и чистовую токарную операции (см. операционную карту).

Штучно–калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.173]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} * T_{о.i}, (4)$$

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

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

Для токарных операций: $\varphi_{к.1} = \varphi_{к.2} = 1,36$;

для сверлильной $\varphi_{к.3} = 1,30$,

Для определения основного технологического времени используем данные приложения 1 [5,стр 146]

Основное технологическое время 010 токарной операции

$$T_o = 0,052(D^2 - d^2) + 4 \times 0,052(D^2 - d^2) + 0,17dl + 0,17dl + 0,052(D^2 - d^2)$$
$$T_o = 0,052(115^2 - 52^2) + 4 \times 0,052(110^2 - 85^2) + 0,17 \times 85 \times 64 + 0,17 \times 52 \times 42$$
$$+ 0,052(115^2 - 85^2) = 3,16 \text{ мин}$$

Штучно калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к} = \varphi_k \times T_o$$
$$T_{ш.к} = 2,14 \times 3,16 = 6,76 \text{ мин}$$

Основное технологическое время 030 сверлильной операции

$$T_o = 12 \times 0,52dl$$
$$T_o = 12 \times 0,52 \times 6 \times 8 = 0,3 \text{ мин}$$

Штучно–калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к} = \varphi_k \times T_o$$
$$T_{ш.к} = 1,72 \times 0,3 = 0,51 \text{ мин}$$

Основное технологическое время 050 чистовой токарной операции (см. операционную карту):

$$T_o = 0,17dl = 0,17 \times 52 \times 42 = 0,31 \text{ мин}$$

Штучно–калькуляционное время данной операции, формула (4):

$$T_{ш.к} = \varphi_k \times T_o$$
$$T_{ш.к} = 2,14 \times 0,31 = 0,66 \text{ мин}$$

Среднее штучно–калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 T_{ш.к.i}}{3} = \frac{6,76 + 0,51 + 0,66}{3} = 3,82 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле (1):

$$K_{зо} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{241,2}{3,82} = 63,14$$

Так как $K_{зо} > 20$, то тип производства мелкосерийный.

1.4. Выбор исходной заготовки

Материал заготовки задан АМг6 ГОСТ 4784-97.

Выбор заготовки зависит от формы детали и ее размеров, исходного материала, типа и вида производства, наличия необходимого оборудования,

требования к качеству готовой детали, экономичности изготовления. Существуют различные способы получения заготовок. Анализируя чертеж, отметим что деталь имеет несложную форму. Но учитывая тот факт, что производство мелкосерийное - производство отливок будет неоправданно. Выбираем в качестве заготовки поковку на молотах с подкладными штампами.

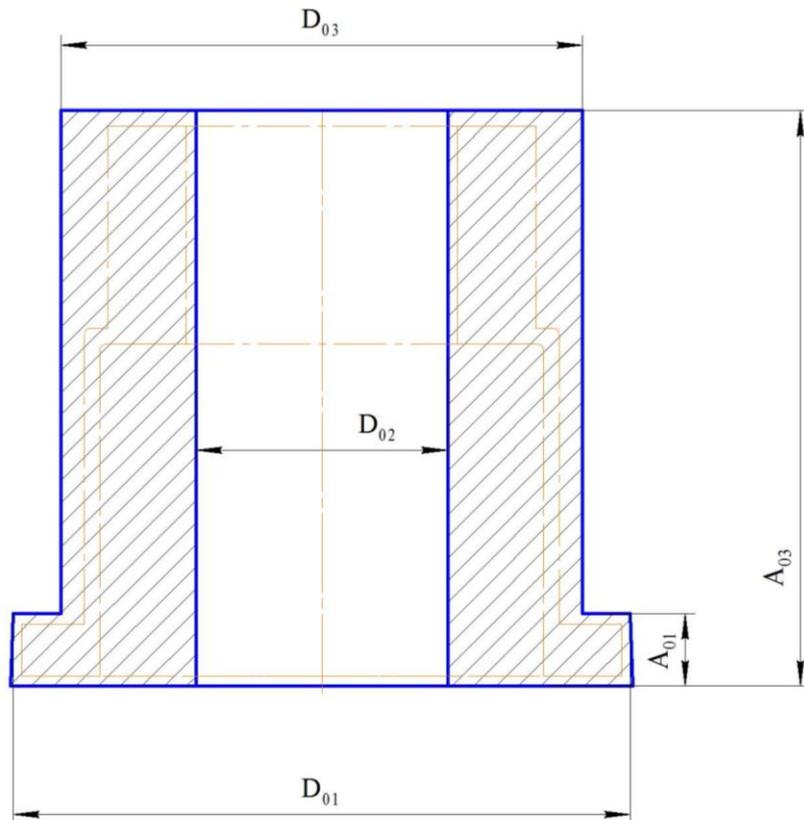


Рисунок 2. Эскиз заготовки

Рассчитаем себестоимость заготовки по методике [11]

Изначально расчет ведем по ценам 1981 года

Стоимость 1т штамповок на молотах из алюминия $C_{ш} = 1808 \text{ руб./}$

тонна

$$S_{заг} = \left(\frac{C_{ш}}{1000} \times Q \times k_m \times k_c \times k_b \times k_m \times k_n \right) - (Q - q) \times \frac{S_{отх}}{1000}, \quad (5)$$

$$S_{отх} = 300 \frac{p}{\text{тонна}} - \text{заготовительная цена на стружку}$$

$Q=3.2 \text{ кг}$ - масса заготовки

$q= 0.58 \text{ кг}$ - масса детали

$$k_m = 1$$

$$k_c = 0,8$$

$$k_e = 1,4$$

$$k_M = 0,9$$

$$k_n = 1$$

$$S_{заг1} = \left(\frac{1808}{1000} \times 3,2 \times 1 \times 0,8 \times 1,4 \times 0,9 \times 1 \right) - (3,2 - 0,58) \times \frac{300}{1000} = 5,04 \text{ руб}$$

Рассчитаем себестоимость штампованной заготовки вида "кольцо"

$$S_{заг1} = \left(\frac{1808}{1000} \times 4,4 \times 1 \times 0,8 \times 1,4 \times 0,9 \times 1 \right) - (4,4 - 0,58) \times \frac{300}{1000} = 6,83 \text{ руб}$$

Цена алюминия в 1981 году составляла 1180 р/тона

Цена алюминия в 2021 году составляет 510 000 р/тонна

Следовательно инфляция на металл составляет $k_{инф} = \frac{510000}{1180} = 432$

Экономический эффект от внедрения заготовки (рисунок 2)

$$\mathcal{E}_э = (S_{заг2} - S_{заг1}) \times N \times k_{инф}, (6)$$

$$\mathcal{E}_э = (6.83 - 5.04) \times 500 \times 432 = 386640 \text{ руб/год}$$

1.5. Разработка маршрута технологии изготовления корпуса

На текущем этапе анализируется движение заготовки по этапам технологического процесса для достижения конструкции, заданной по чертежу, с соблюдением всех требований на изделие. Маршрут изготовления на одну деталь может быть различен, в связи с тем, что, в первую очередь, на какой вид производства ориентируется изготовления детали, во-вторых, производство обладает или не обладает необходимым оборудованием в станочном парке, режущим инструментом, оснасткой и прочими технологическими возможностями. Так же при прочих равных условиях от маршрута изготовления зависит и экономическая сторона выбора последовательности изготовления, что существенно на предприятиях по серийному или массовому производству.

Опираясь на тот факт что производство мелкосерийное составляем маршрут технологического процесса изготовления детали.

Заготовка имеет типовую форму "втулка с уступом" (рисунок 3)

При ее изготовлении торца получаются ровными, без срезанных "уступов", как бывает например у кованных заготовок типа "вал". Поэтому для первой механической операции по подготовке баз заготовку можно зажать в обычном трехкулачковом патроне.

С. 18 ГОСТ 7829—70

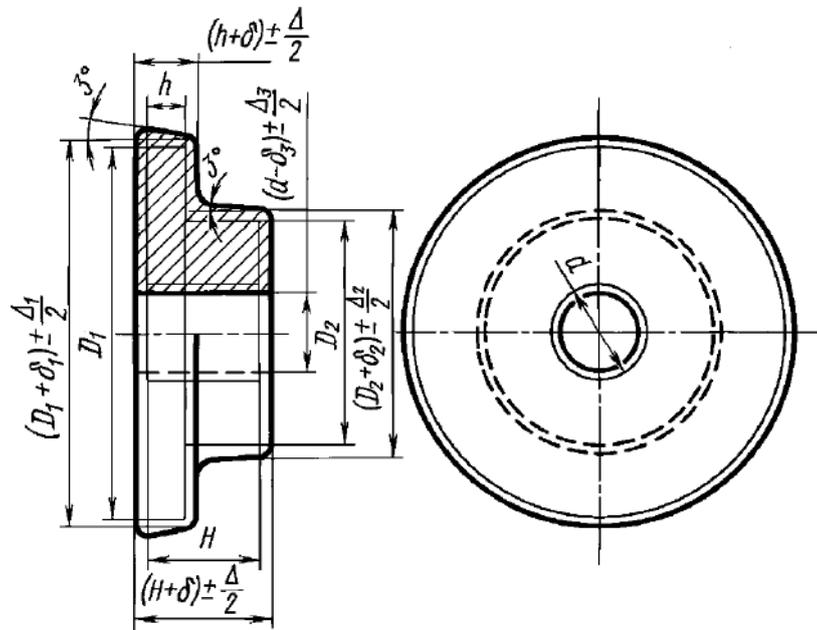
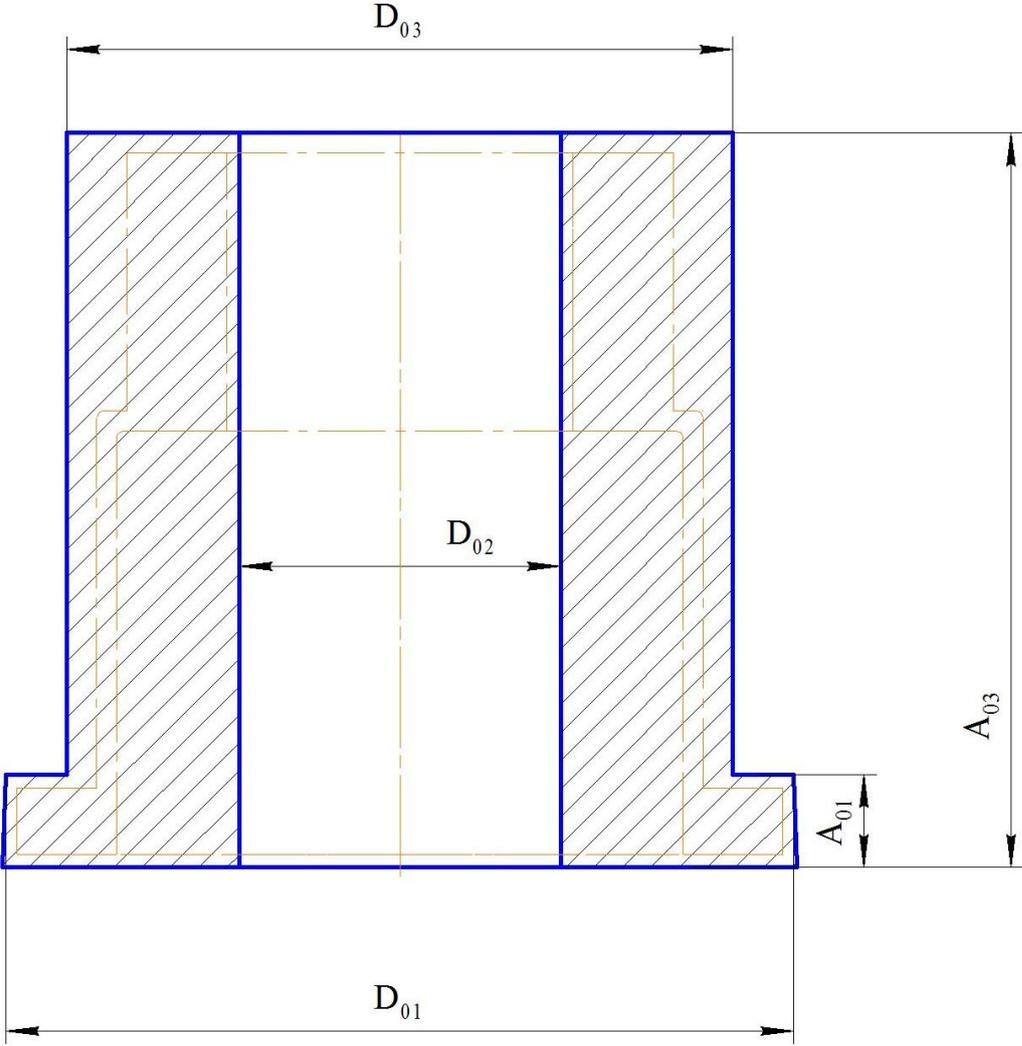
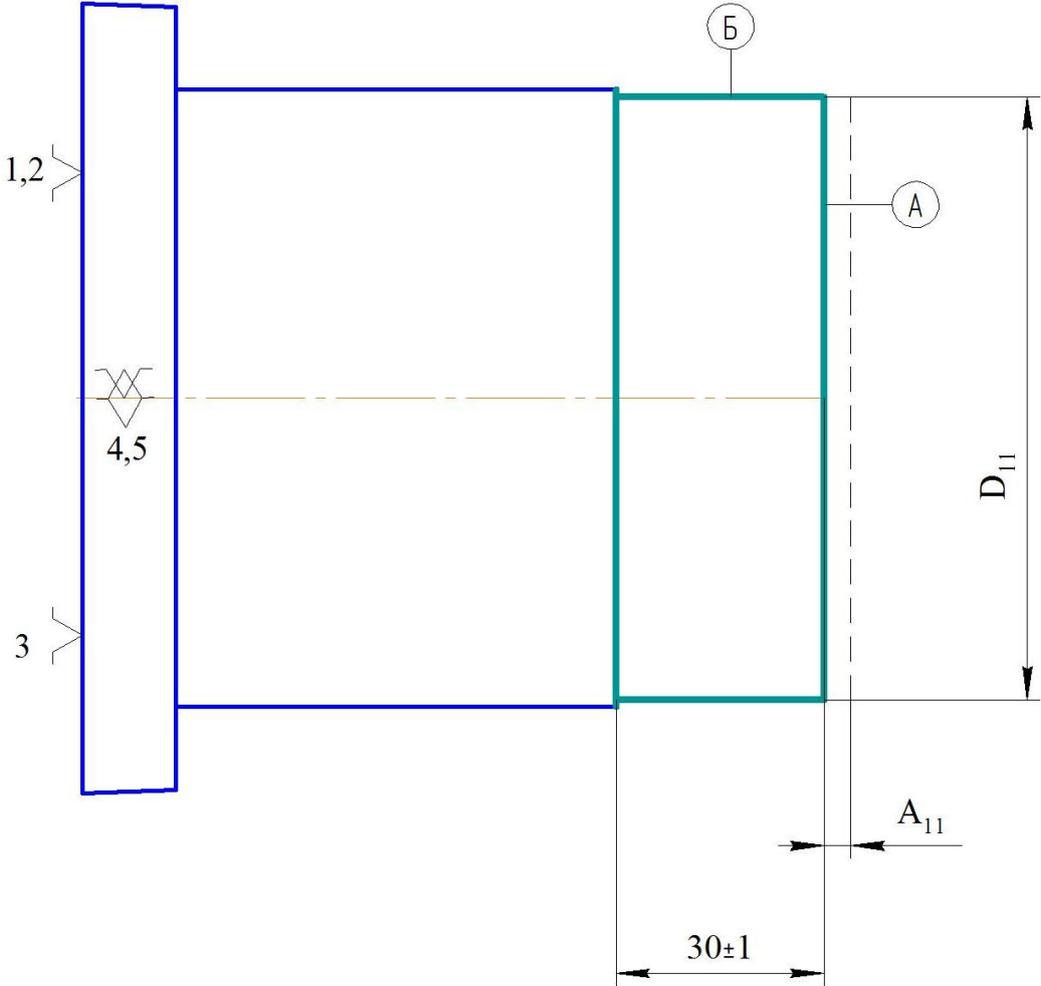
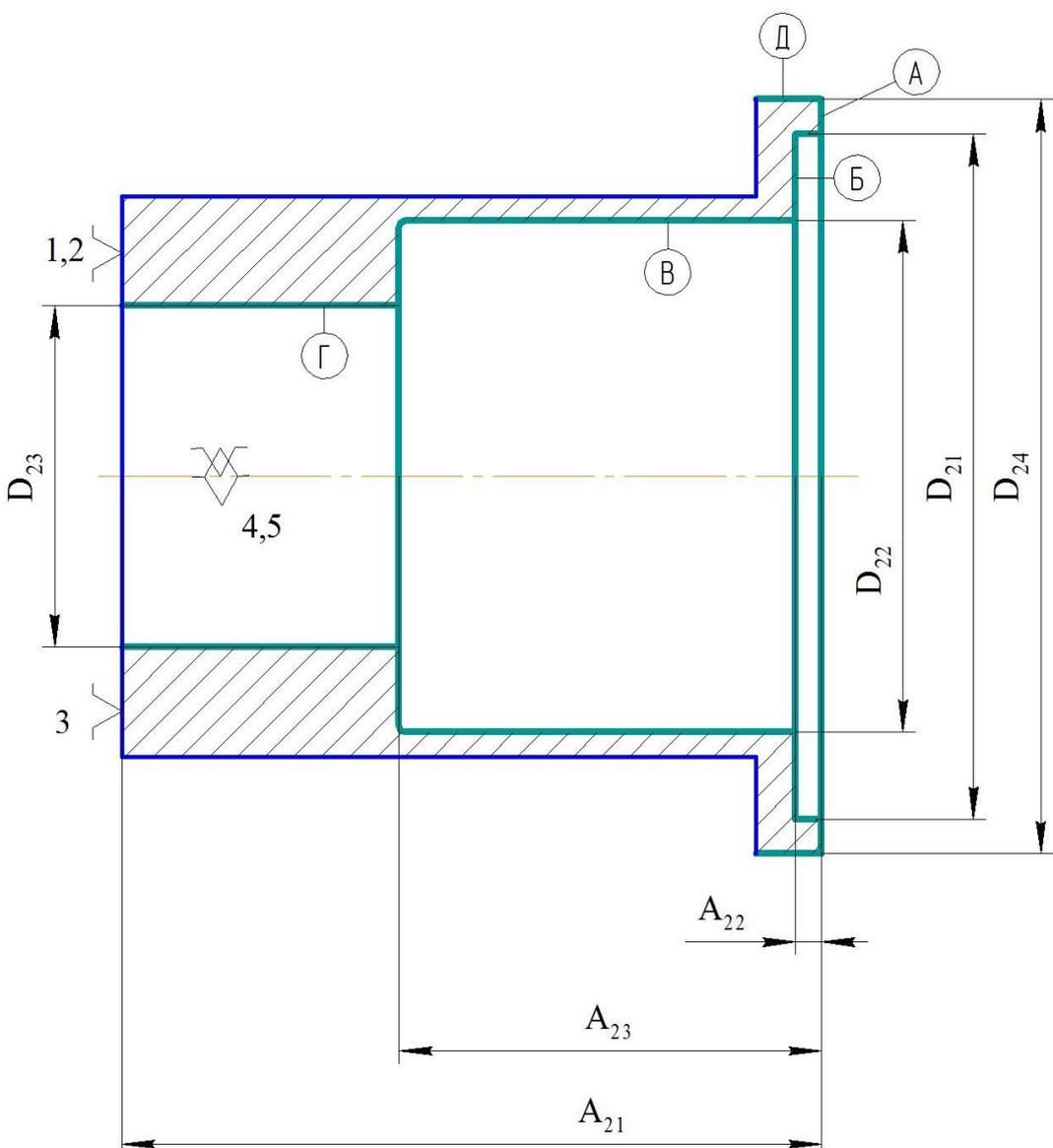


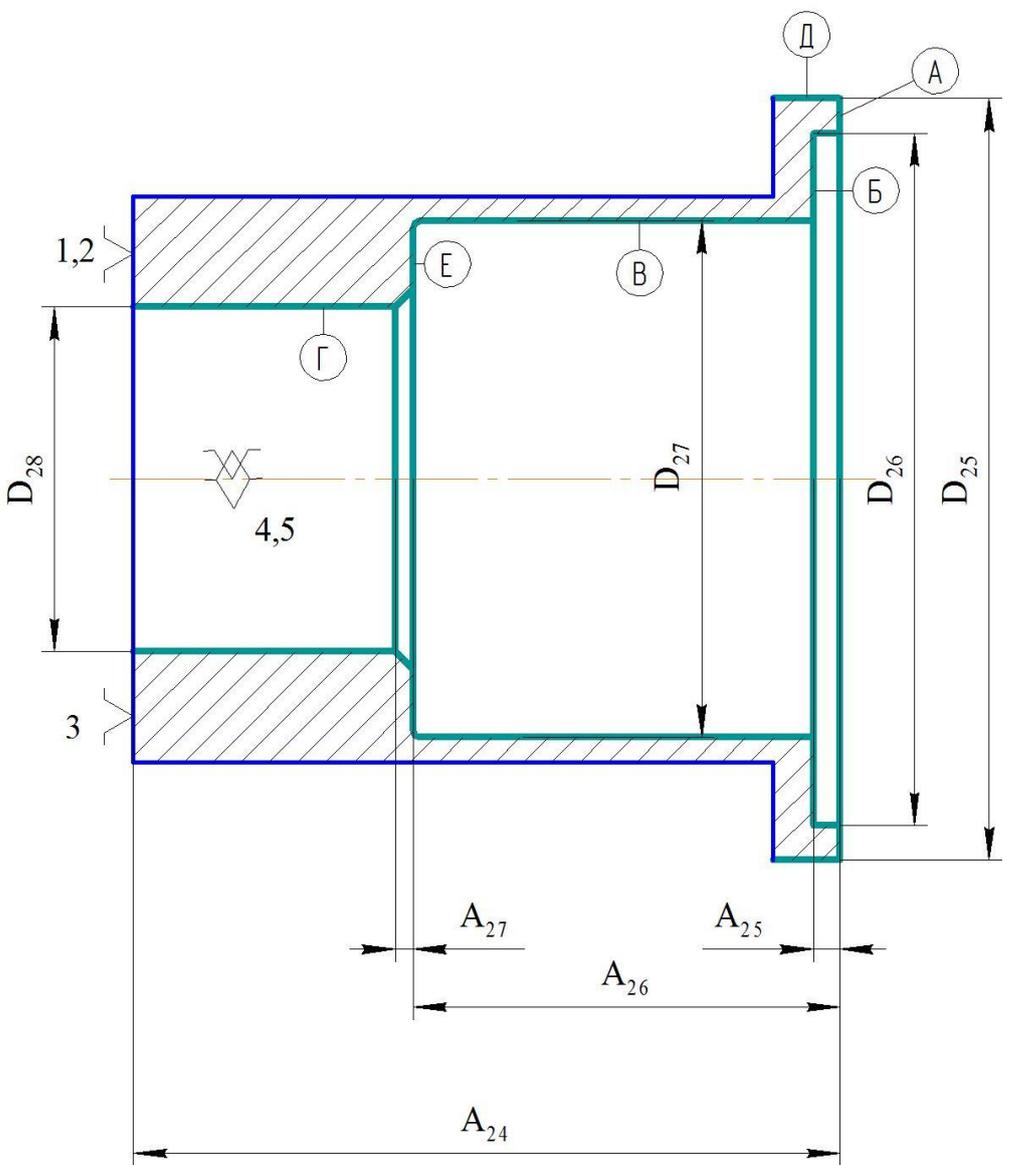
Рисунок 3. Эскиз типовой заготовки

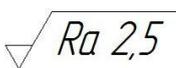
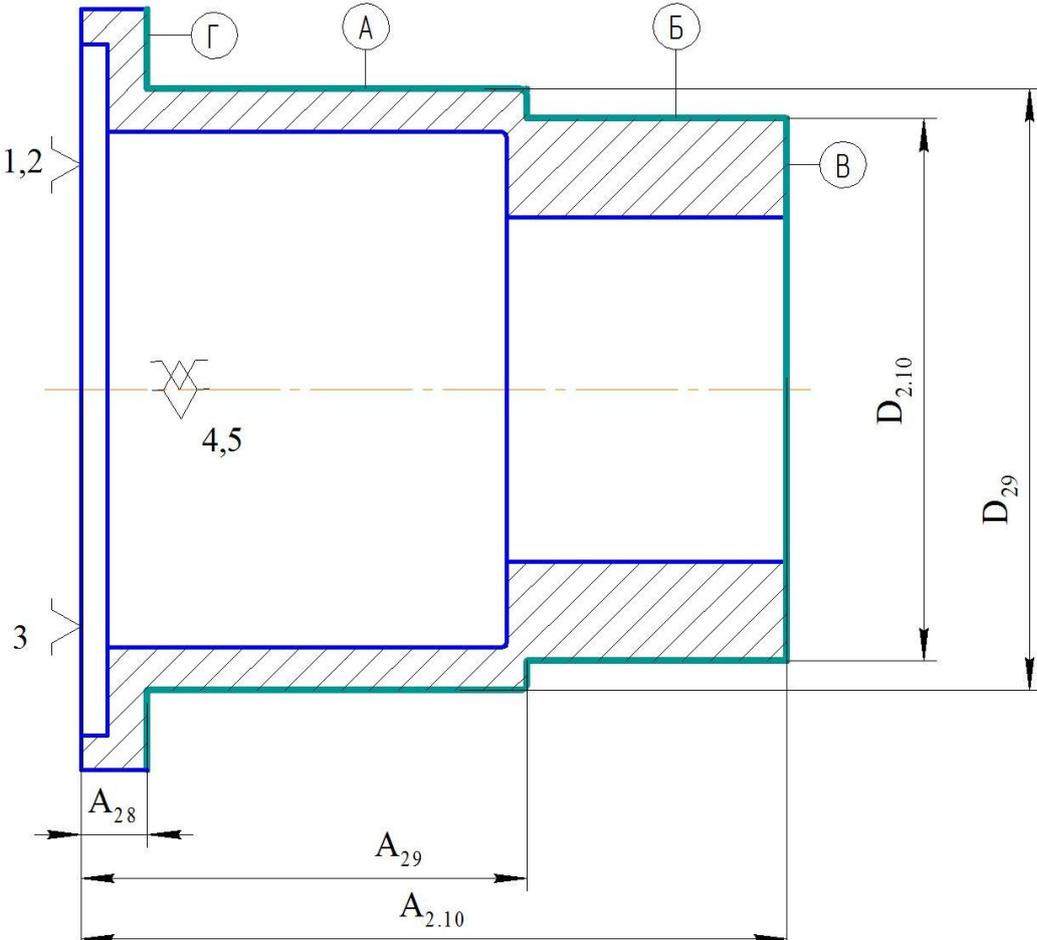
Маршрут представлен в таблице 1.

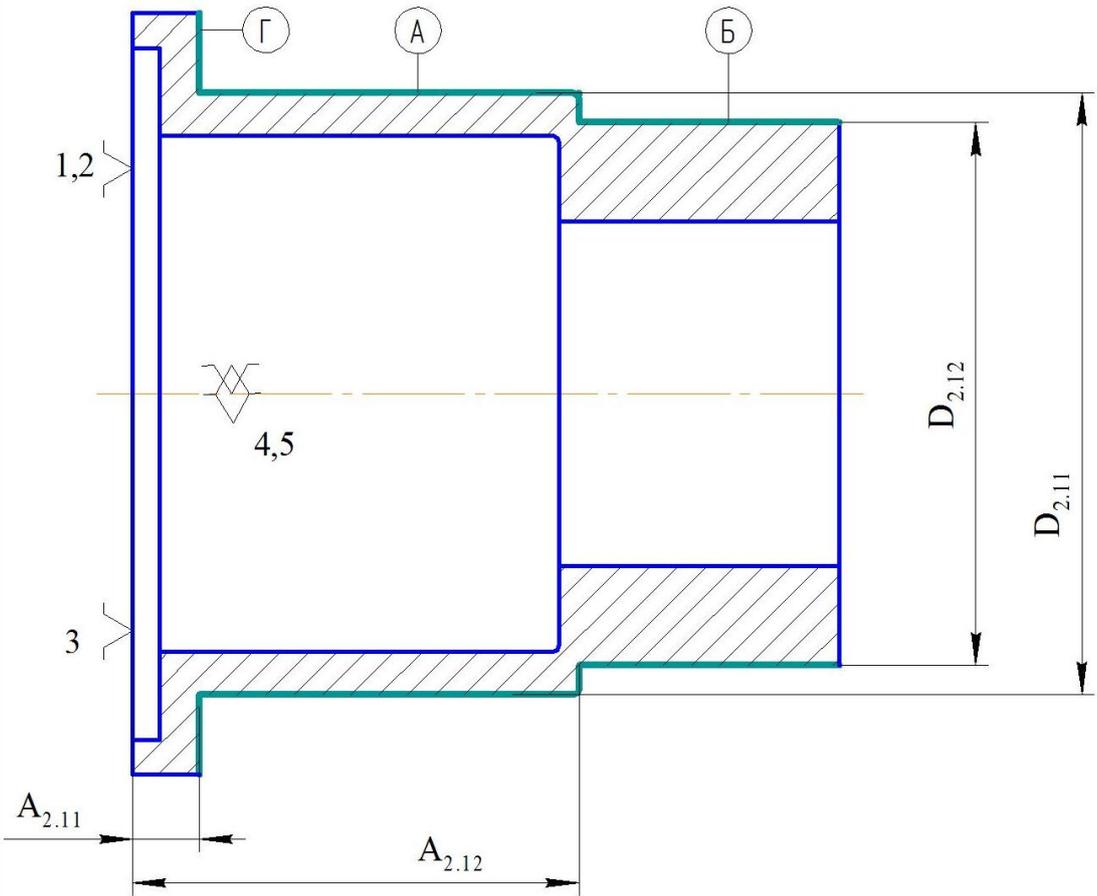
№	Наименование
000	Заготовительная Ковать заготовку
	<p data-bbox="359 678 448 712">Эскиз</p> <p data-bbox="1289 678 1433 734">$\sqrt{Rz\ 200}$</p>  <p>The sketch shows a stepped shaft with a central hole. The outer diameter of the main section is D_{03}. The diameter of the central hole is D_{02}. The diameter of the wider base section is D_{01}. The height of the main section is A_{03}, and the height of the base section is A_{01}. The shaft is hatched with diagonal lines. A surface texture symbol $\sqrt{Rz\ 200}$ is present in the upper right corner of the sketch area.</p>

№	Наименование
010	<p>Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец А 2. Точить поверхность Б
	<p>Эскиз</p> <div style="text-align: right;">$\sqrt{Rz\ 40}$</div>  <p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Section 1: Diameter 4,5, length 1,2. Section 2: Diameter 3, length 3. Section 3: Diameter D_{11}, length A_{11}. Total length: 30 ± 1. End of section 3 is labeled 'А'. End of section 2 is labeled 'Б'. Surface texture symbol: $\sqrt{Rz\ 40}$.

№	Наименование
020	<p>Токарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец А 2. Расточить поверхность Б 3. Расточить отверстие В 4. Расточить отверстие Г 5. Точить поверхность Д
	<p>Эскиз $\sqrt{Ra\ 2,5}$</p>  <p>The drawing shows a stepped shaft with the following features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Surface A: Chamfered end of the outer diameter. Surface B: The outer cylindrical surface of the largest diameter section. Surface В: The inner cylindrical surface of the largest diameter section. Surface Г: The inner cylindrical surface of the middle diameter section. Surface Д: The outer cylindrical surface of the smallest diameter section. <p>Dimensions and tolerances:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top chamfer: 1,2 Bottom chamfer: 3 Inner diameter of the largest section: 4,5 (with a tolerance symbol) Outer diameter of the largest section: D_{23} Outer diameter of the middle section: D_{22} Outer diameter of the smallest section: D_{21} Total length: D_{24} Length of the largest section: A_{23} Length of the middle section: A_{22} Length of the smallest section: A_{21}

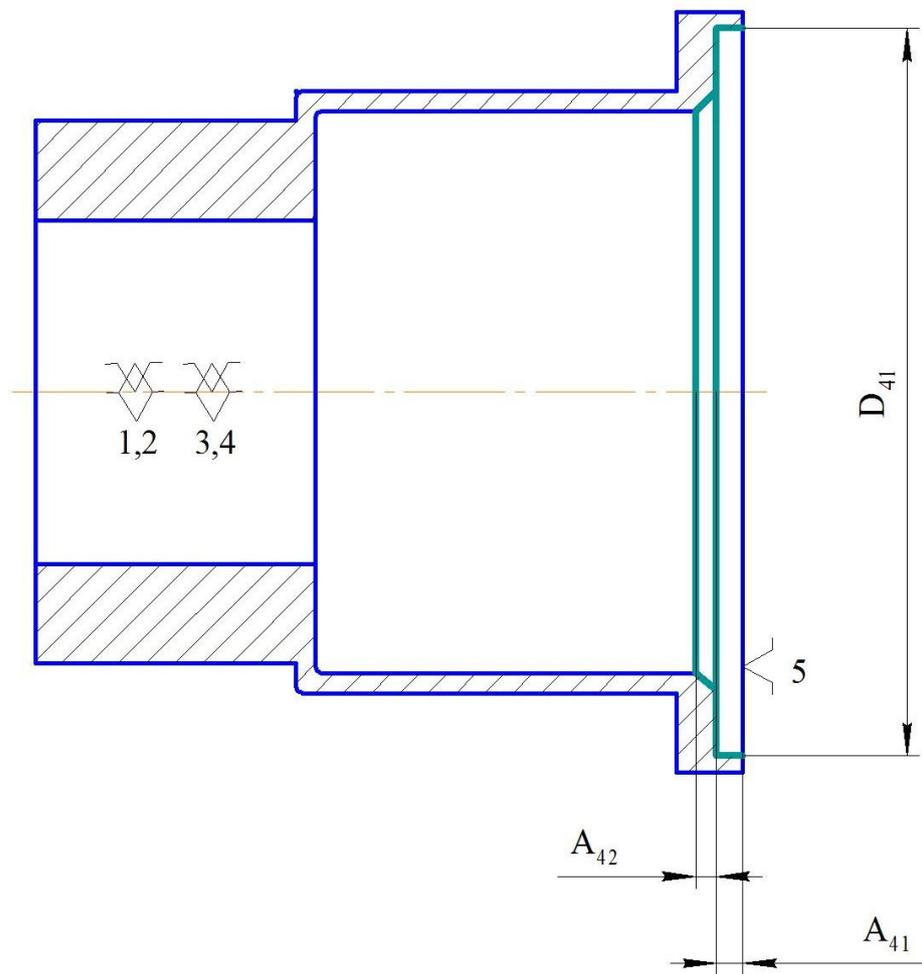
№	Наименование
020	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>6. Подрезать торец А</p> <p>7. Точить поверхность Д</p> <p>8. Расточить отверстие Б</p> <p>9. Расточить по контуру В,Е,Г</p>
	<p>Эскиз $\sqrt{Rz\ 40}$</p> 

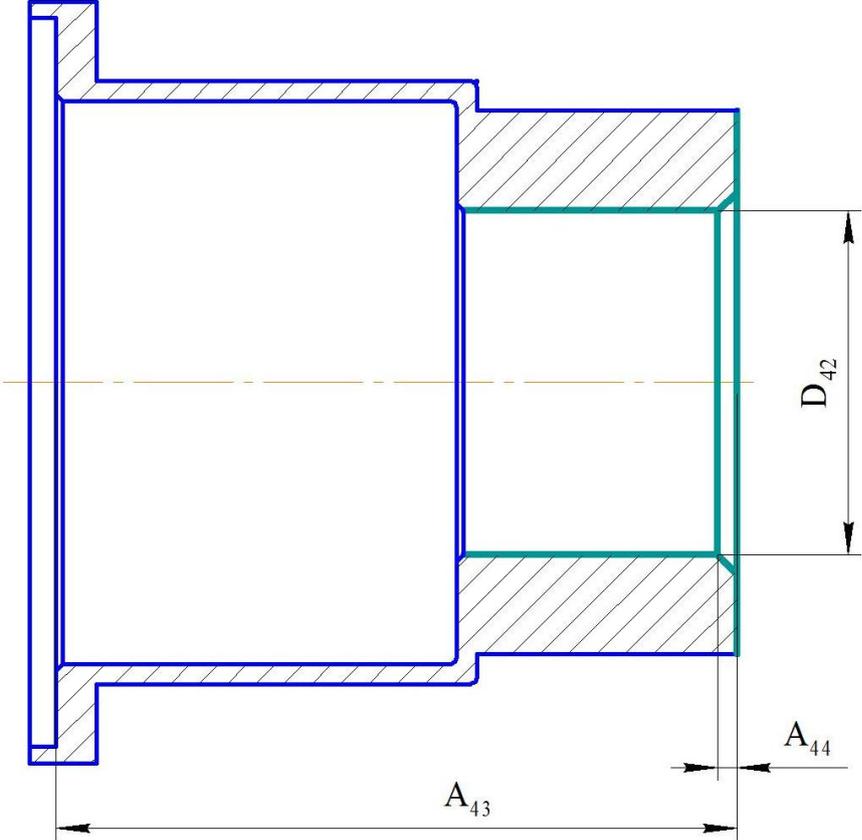
№	Наименование
020	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Переустановить деталь</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точить поверхности Г, А 2. Точить поверхность Б 3. Подрезать торец В
	<p>Эскиз</p> <div style="text-align: right;">  </div> 

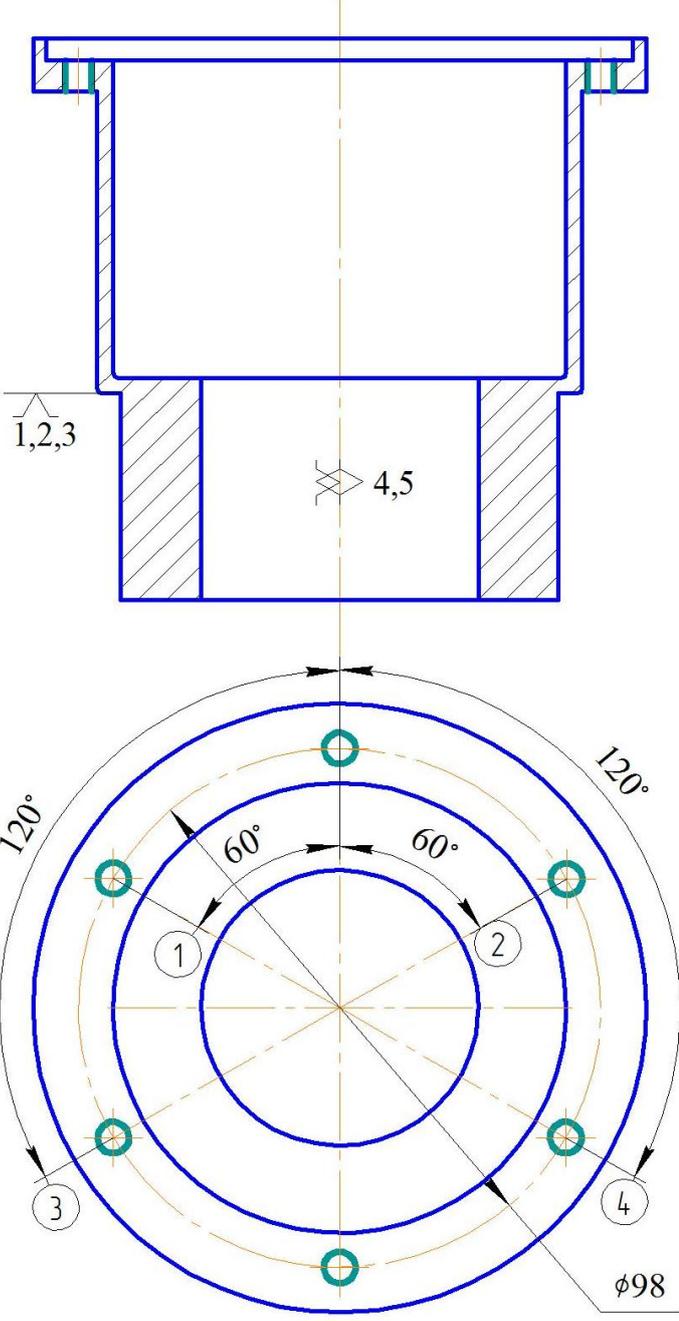
№	Наименование
020	Токарная с ЧПУ 4. Точить по контуру Г, А, Б
<p data-bbox="379 678 464 712">Эскиз</p> <p data-bbox="1283 674 1453 730">$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p>  <p>The sketch shows a stepped shaft with the following features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Section G (Г): The top surface of the first step. Section A (А): The top surface of the second step. Section B (Б): The top surface of the third step. Dimensions: <ul style="list-style-type: none"> $1,2$: Chamfer on the top edge of the first step. 3: Chamfer on the bottom edge of the first step. $4,5$: Chamfer on the inner diameter of the first step. $A_{2.11}$: Axial distance from the left end to the start of the first step. $A_{2.12}$: Axial distance from the left end to the start of the second step. $D_{2.12}$: Diameter of the second step. $D_{2.11}$: Diameter of the third step. 	

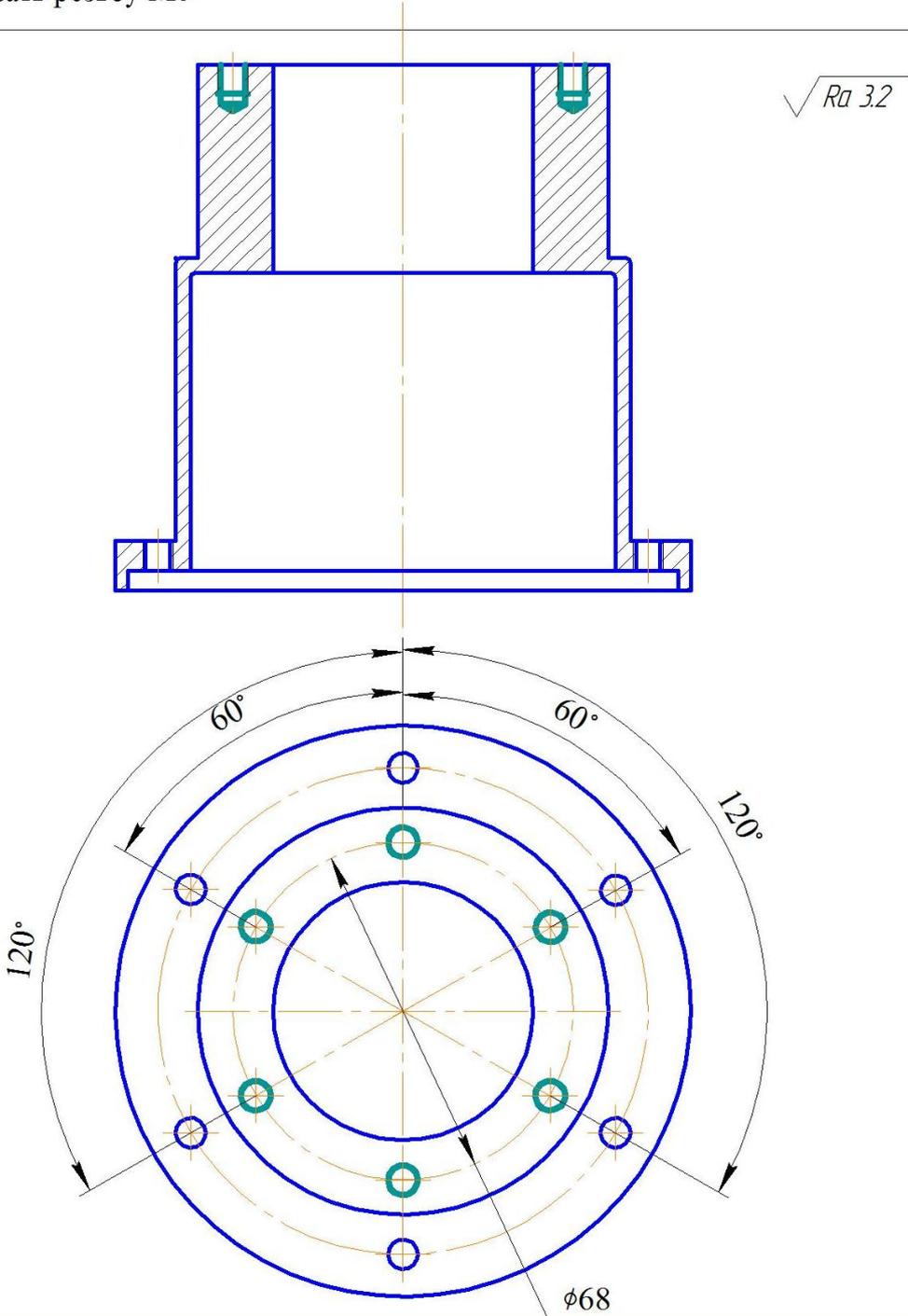
№	Наименование
030	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Расточить поверхность</p> <p>2. Точить фаску</p>

$\sqrt{Ra\ 16}$



№	Наименование
030	<p data-bbox="357 293 592 331">Токарная с ЧПУ</p> <ol data-bbox="357 389 719 517" style="list-style-type: none"> 1. Расточить поверхность 2. Подрезать торец 3. Точить фаску <div data-bbox="1323 663 1445 707" style="text-align: right;"> $\sqrt{Ra\ 1,6}$ </div>  <p>The drawing shows a stepped shaft with a central horizontal axis. The shaft has three distinct sections from left to right: a wide, thin section; a narrower, thicker section; and a final section with a diameter labeled D_{42}. The length of the first section is indicated by dimension A_{43}, and the length of the second section is indicated by dimension A_{44}. The drawing includes hatching to indicate different materials or sections and a surface texture symbol $\sqrt{Ra\ 1,6}$ in the upper right corner.</p>

№	Наименование
030	<p data-bbox="359 275 831 315">Вертикально-сверлильная с ЧПУ</p> <p data-bbox="359 367 678 499"> 1 Центровать 6 отв 2. Сверлить 6 отв. 3. Нарезать резьбу М6 </p> <div data-bbox="1300 533 1437 584" style="text-align: right;"> $\sqrt{Ra\ 3.2}$ </div> 

№	Наименование
030	<p>Вертикально-сверлильная с ЧПУ</p> <p>1 Центровать 6 отв 2. Сверлить 6 отв. 3. Нарезать резьбу М6</p> 
050	<p>Слесарная Притупить острые кромки</p>
060	<p>Технический контроль</p>

1.6. Построение расчётной схемы и графа технологических цепей

Расчётная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия [3, стр. 21].

На основании маршрута изготовления корпуса, составляется размерная схема, которая представлена на рисунках 4 и 5, и содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

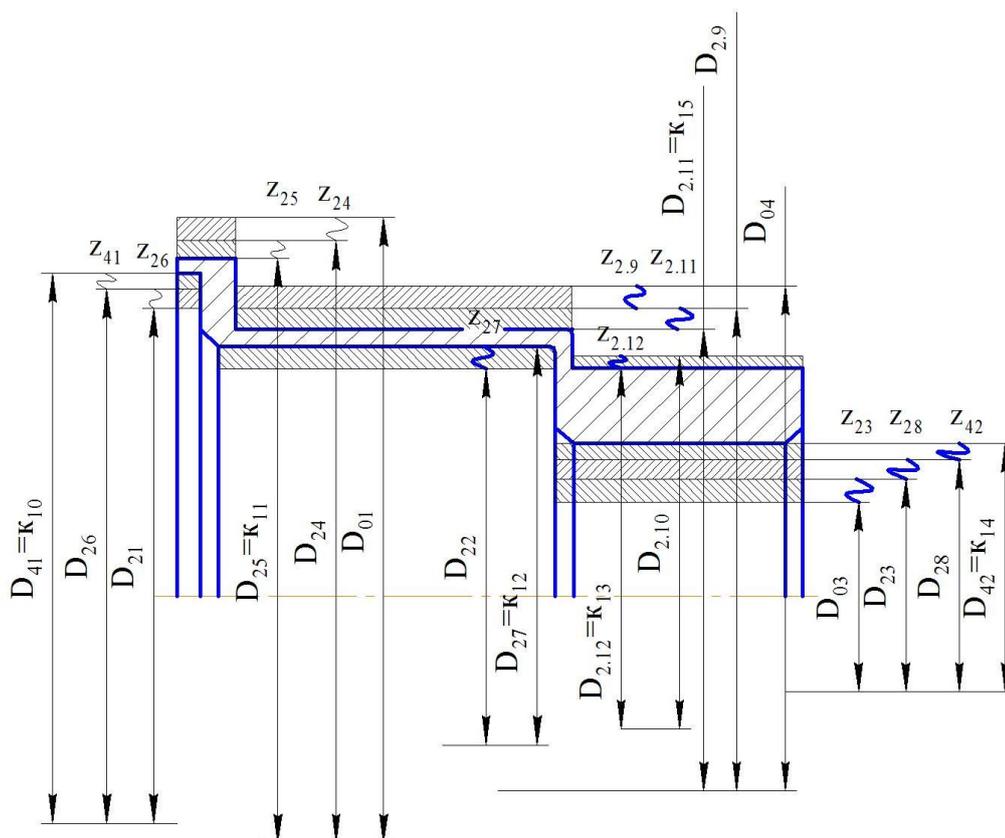


Рисунок 4. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса (диаметральное направление)

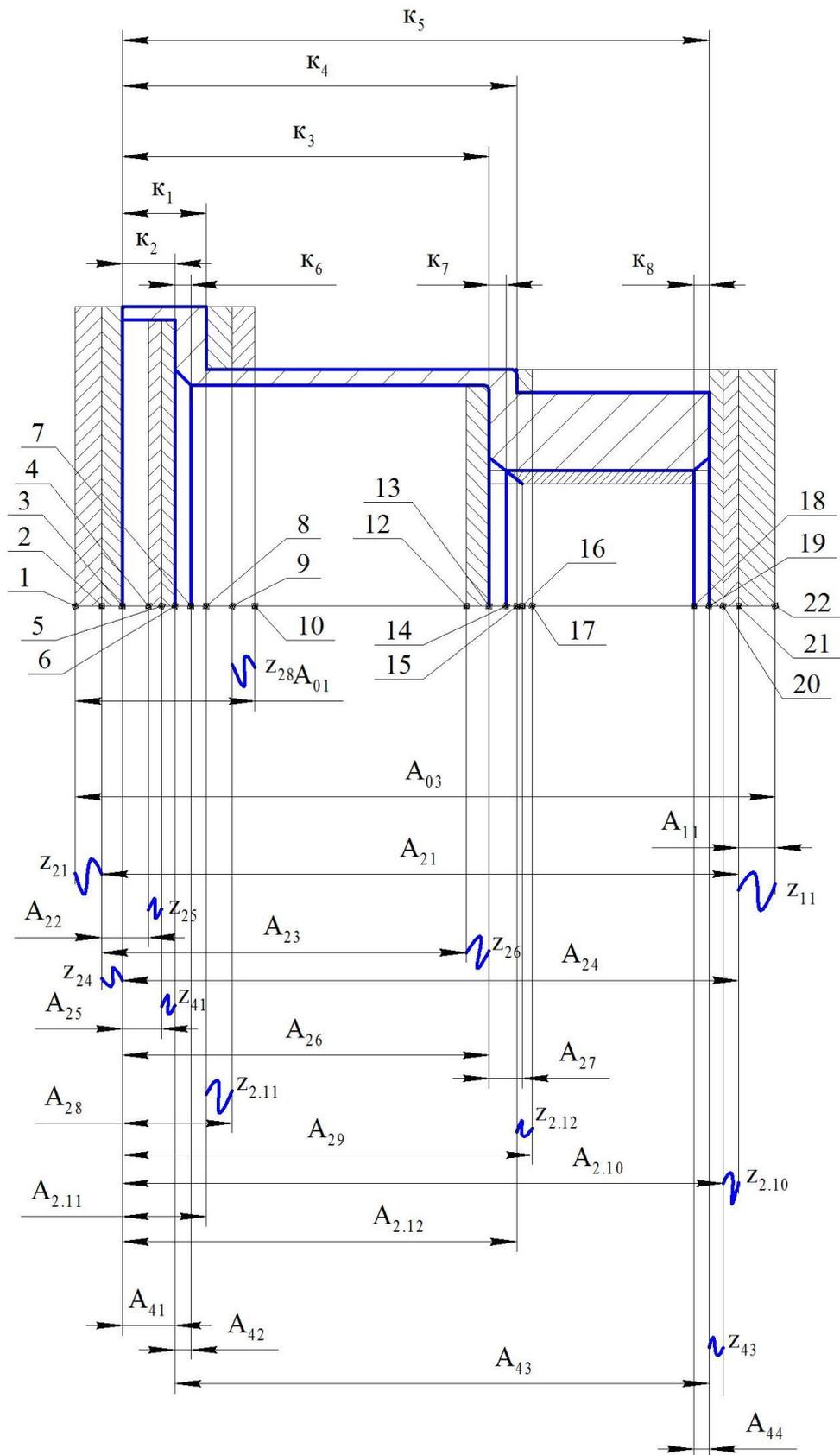


Рисунок 5. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса (осевое направление)

С целью облегчения составления размерных цепей в дальнейшем, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения графа подробно излагается в источнике [3, стр. 29]. Граф для продольной размерной схемы изготовления корпуса представлен на рисунке 6.

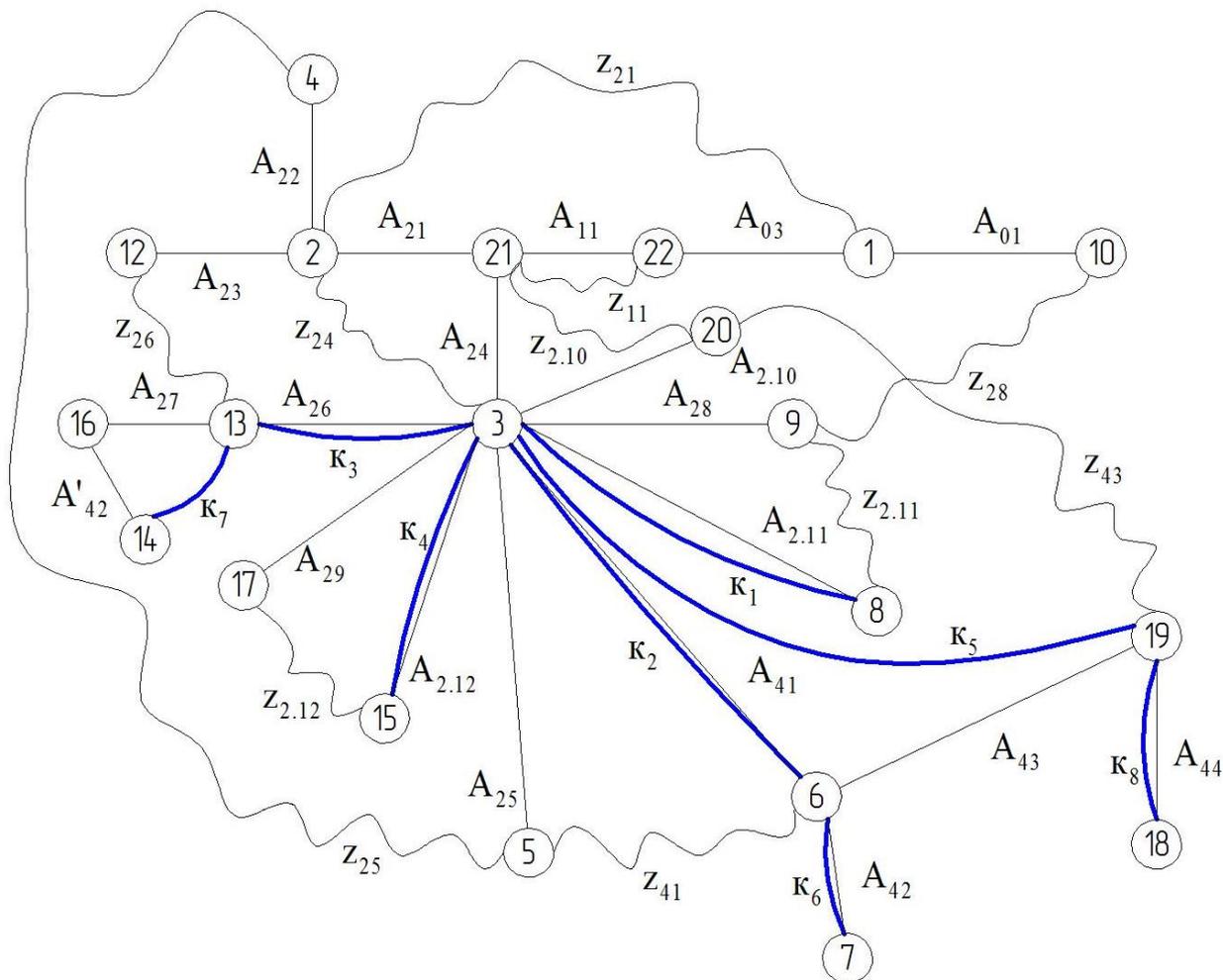


Рисунок 6. Граф технологических размерных цепей.

1.7. Расчёт минимальных припусков z_{\min} на обработку заготовки

Как известно из [3] минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления было достаточно для обеспечения требуемой точности детали и её заданного качества поверхностного слоя.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}), \quad (7)$$

где $z_{i \min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

В свою очередь:

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{Pi-1}^2 + \rho_{\Phi i-1}^2}, \quad (8)$$

где ρ_{Pi-1}^2 - погрешность расположения обрабатываемой поверхности, возникшая на предыдущем переходе, мкм;

$\rho_{\Phi i-1}^2$ - погрешность формы обрабатываемой поверхности с предыдущего перехода.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [1, стр. 47]:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (9)$$

где $\rho_{i-1} = \rho_{Pi-1} + \rho_{\Phi i-1}$.

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (7) и сводим их в таблицу 2.

Методика заполнения таблицы припусков: для каждого припуска в этой же строке вписываем в столбцы

- 1- Шероховатость Rz поверхности **до снятия припуска**
- 2- Дефектный слой T поверхности **до снятия припуска**
- 3- Кривизну заготовки ρ **до снятия припуска**

4- Погрешность установки ε на выполняемом переходе

В результате расчет минимального припуска сводиться к простому складыванию значений в каждой строке (для продольных) или рассчитывается по формуле (5) для радиальных.

При определении продольных припусков в качестве ρ выбираем отклонение от перпендикулярности ,торцовое биение. Параметры шероховатости, величины дефектного слоя и погрешность установки в трехкулачковом патроне выбираем из соответствующих таблиц приложений [3].

Припуски на ковку назначаются по ГОСТ 7928-70. В таблицах данного ГОСТа указываются общие припуски на длину/диаметр заготовок, поэтому для продольных припусков данные значения распределяем на две части.

Продольные припуски

Припуск Z_{11} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z=3000$ мм.

Припуск Z_{21} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z=4000$ мм.

Припуск Z_{24} : шероховатость заготовки после черного точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{25} : шероховатость заготовки после черного точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{26} : шероховатость заготовки после черного точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{28} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z=4000$ мм.

Припуск $Z_{2.10}$: шероховатость заготовки после чернового точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм, кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск $Z_{2.11}$: шероховатость заготовки после чернового точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм, кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск $Z_{2.12}$: шероховатость заготовки после чернового точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм, кривизна 250 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{41} : шероховатость заготовки после точения $Rz=40$ мкм, дефектный слой $T=50$ мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z_{42} : шероховатость заготовки после точения $Rz=40$ мкм, дефектный слой $T=50$ мкм, кривизна 60 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Таблица 2 - Расчет продольных припусков на обработку.

	R_z	T	ρ	ϵ	Z_{\min}
Z_{11}	-	-	-	-	3000
Z_{21}	-	-	-	-	4000
Z_{24}	100	100	250	-	450
Z_{25}	100	100	250	-	450
Z_{26}	100	100	250	-	450
Z_{28}	-	-	-	-	4000
$Z_{2.10}$	100	100	250	-	450
$Z_{2.11}$	100	100	250	-	450
$Z_{2.12}$	100	100	250	-	450
Z_{41}	40	50	60	-	150
Z_{43}	40	50	60	-	150

Продольные припуски

$$Z_{24}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{25}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{26}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.10}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.11}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{2.12}=100+100+250=450 \text{ мкм}$$

$$Z_{41}=40+50+60=150 \text{ мкм}$$

$$Z_{43}=40+50+60=150 \text{ мкм}$$

Радиальные припуски

Припуск Z_{23} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z= 16000$ мм.

Припуск Z_{24} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z= 11000$ мм.

Припуск Z_{25} : шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления обработанной заготовки в трехкулачковом патроне $\varepsilon=150$ мкм. [3]

Припуск Z_{26} : шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю, т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия напуска [3]

Припуск Z_{27} : шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю, т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия напуска [3]

Припуск Z_{28} : шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю, т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия напуска [3]

Припуск Z_{29} : Припуск на ковку назначаем по ГОСТ 7928-70. Для заготовок получаемых ковкой на молотах $Z= 8000$ мм.

Припуск $Z_{2,11}$: шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю, т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия напуска [3]

Припуск $Z_{2,12}$: шероховатость заготовки после точения $Rz=100$ мкм, дефектный слой $T=100$ мкм , кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления равна нулю, т.к. заготовка не переустанавливалась после снятия напуска [3]

Припуск Z_{41} : шероховатость заготовки после чистового точения $Rz=40$ мкм, дефектный слой $T=50$ мкм , кривизна 80 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в трехкулачковом патроне $\varepsilon=70$ мкм. [3]

Припуск Z_{42} : шероховатость заготовки после чистового точения $R_z=40$ мкм, дефектный слой $T=50$ мкм, кривизна 80 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в трехлачковом патроне $\varepsilon=70$ мкм. [3]

Таблица 3 - Расчет диаметральных припусков на обработку.

	R_z	T	φ	ε	Z_{\min}
Z_{23}	-	-	-	-	16000
Z_{24}	-	-	-	-	11000
Z_{25}	100	100	150	150	830
Z_{26}	100	100	150	0	700
Z_{27}	100	100	150	0	700
Z_{28}	100	100	150	0	700
$Z_{2,9}$	-	-	-	-	8000
$Z_{2,11}$	100	100	150	0	700
$Z_{2,12}$	100	100	150	0	700
Z_{41}	40	50	80	70	400
Z_{42}	40	50	80	70	400

Расчет радиальных припусков:

$$z_{25} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 150^2}) = 830 \text{ мкм}$$

$$z_{26} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 700 \text{ мкм}$$

$$z_{27} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 700 \text{ мкм}$$

$$z_{28} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 700 \text{ мкм}$$

$$z_{2,11} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 700 \text{ мкм}$$

$$z_{2,12} = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{150^2 + 0^2}) = 700 \text{ мкм}$$

$$z_{41} = 2 \times (40 + 50 + \sqrt{80^2 + 70^2}) = 400 \text{ мкм}$$

$$z_{42} = 2 \times (40 + 50 + \sqrt{80^2 + 70^2}) = 400 \text{ мкм}$$

1.8. Определение допусков на технологические размеры и размеров

Допуски и припуски размеров исходной заготовки назначаем по ГОСТ 7928-70. Допускаемое отклонения на размер поковки выполняемой на молотах с применением подкладных штампов типа втулок с уступами

$$TD_{01} = 6 \text{ мм. } (\pm 3 \text{ мм}).$$

$$TD_{02} = 4 \text{ мм. } (\pm 2 \text{ мм}).$$

$$TD_{03} = 8 \text{ мм. } (\pm 4 \text{ мм}).$$

$$TA_{01} = 6 \text{ мм. } (\pm 3 \text{ мм}).$$

$$TA_{03} = 6 \text{ мм. } (\pm 3 \text{ мм}).$$

Допуски размеров, получаемые на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности.

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности: $TD_i = \omega_{ci}$

Для черновых операций это соответствует 12 качеству, для чистовых 10 качеству. Для размеров выдерживаемых непосредственно приравняем допуск к допуску конструкторского размера.

Расширяем допуски на диаметральные технологические размеры:

$$TD_{41} = 0,054 \text{ мм};$$

$$TD_{29} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{2.11} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{26} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2.10} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{25} = 0,2 \text{ мм}$$

$$TD_{2.12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{24} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{23} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TD_{28} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{27} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{42} = 0,046 \text{ мм};$$

Допуски на осевые размеры

Для размеров между обработанной поверхностью и измерительной базой

$$TA = \omega + \rho_{и} \quad (10)$$

Для остальных допуск размера приравняем к среднестатистической погрешности

Определяем:

$$TA_{21} = \omega_{c_{21}} + \rho_{и} = 0,25 + 0,45 = 0,7 \text{ мм};$$

$$TA_{24} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,15 + 0,45 = 0,6 \text{ мм};$$

$$TA_{28} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,25 + 0,06 = 0,31 \text{ мм Принимаем } 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{29} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,25 + 0,06 = 0,31 \text{ мм Принимаем } 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.10} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,25 + 0,06 = 0,31 \text{ мм Принимаем } 0,4 \text{ мм}$$

$$TA_{2.11} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,15 + 0,06 = 0,21 \text{ мм Принимаем } 0,3 \text{ мм}$$

$$TA_{2.12} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{42} = \omega_{c_{22}} + \rho_{и} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ мм}$$

В остальных случаях значение $\rho_{и}$ принимаем равным нулю и для технологических межоперационных размеров принимаем

$$TA_{11} = 1 \text{ мм};$$

$$TA_{27} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{22} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TA_{41} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TA_{23} = 0,3 \text{ мм};$$

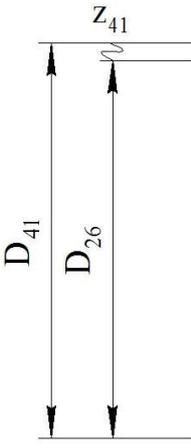
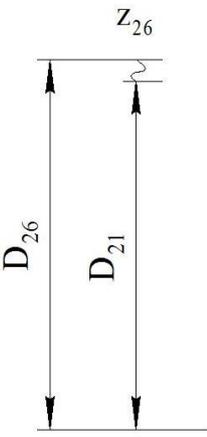
$$TA_{43} = 0,1 \text{ мм};$$

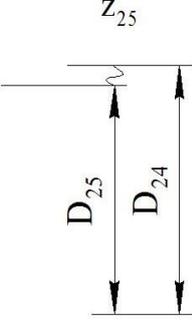
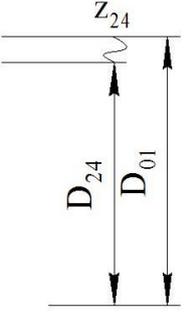
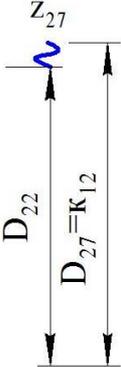
$$TA_{25} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{44} = 0,4 \text{ мм};$$

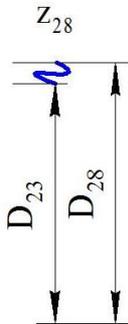
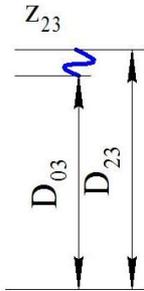
$$TA_{26} = 0,2 \text{ мм};$$

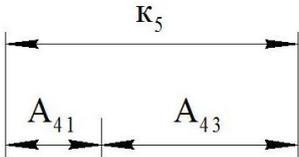
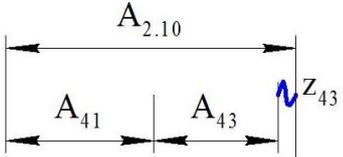
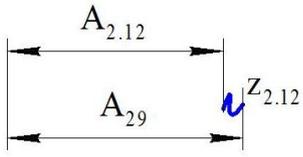
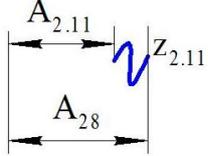
Расчет технологических размеров сводим в таблицу 4.

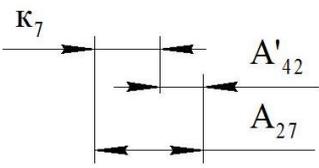
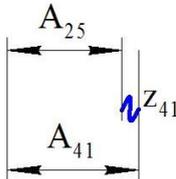
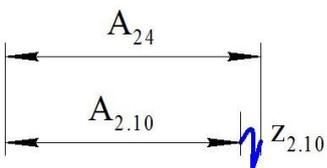
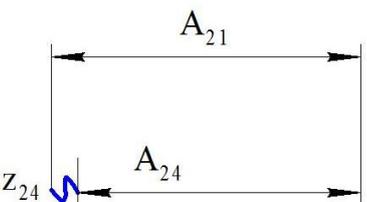
Расчет технологических размеров (радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $D_{41} = K_{10} = 110^{+0,054}$ $D_{25} = K_{11} = 115_{-0,2}$ $D_{27} = K_{12} = 85^{+0,2}$ $D_{2.12} = K_{13} = 82_{-0,2}$ $D_{42} = K_{14} = 52^{+0,046}$ $D_{2.11} = K_{15} = 91_{-0,2}$
	<p>Определение технологического размера D_{26}</p> $D_{26}^c = D_{41}^c - Z_{41}^c$ $Z_{41}^c = Z_{41}^{\min} + \frac{TD_{41} + TD_{26}}{2}$ $Z_{41}^c = 0,4 + \frac{0,054 + 0,2}{2} = 0,527$ $D_{26}^c = 110,027 - 0,527 = 109,5$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{26} = 109,4^{+0,2}$
	<p>Определение технологического размера D_{21}</p> $D_{21}^c = D_{26}^c - Z_{26}^c$ $Z_{26}^c = Z_{26}^{\min} + \frac{TD_{26} + TD_{21}}{2}$ $Z_{26}^c = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1$ $D_{21}^c = 109,5 - 1 = 108,5$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{21} = 108,3^{+0,4}$

Расчет технологических размеров (радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера D_{24}</p> $D_{24}^c = D_{25}^c + Z_{25}^c$ $Z_{25}^c = Z_{25}^{\min} + \frac{TD_{25} + TD_{24}}{2}$ $Z_{25}^c = 0,83 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1,13$ $D_{24}^c = 114,9 + 1,13 = 116,03$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{24} = 116,3_{-0,4}$
	<p>Определение технологического размера D_{01}</p> $D_{01}^c = D_{24}^c + Z_{24}^c$ $Z_{24}^c = Z_{24}^{\min} + \frac{TD_{24} + TD_{01}}{2}$ $Z_{24}^c = 11 + \frac{0,4 + 6}{2} = 14,2$ $D_{01}^c = 116,1 + 14,2 = 130,3$ $D_{01} = 131 \pm 3$
	<p>Определение технологического размера D_{22}</p> $D_{22}^c = D_{27}^c - Z_{27}^c$ $Z_{27}^c = Z_{27}^{\min} + \frac{TD_{27} + TD_{22}}{2}$ $Z_{27}^c = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1$ $D_{22}^c = 85,1 - 1 = 84,1$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{22} = 83,9^{+0,4}$

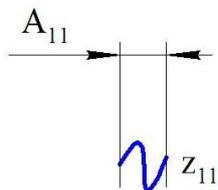
Расчет технологических размеров (радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера $D_{2.10}$</p> $D_{2.10}^c = D_{2.12}^c + Z_{2.12}^c$ $Z_{2.12}^c = Z_{2.12}^{\min} + \frac{TD_{2.12} + TD_{2.10}}{2}$ $Z_{2.12}^c = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1$ $D_{2.10}^c = 81,9 + 1 = 82,9$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{2.10} = 83,1_{-0,4}$
	<p>Определение технологического размера D_{29}</p> $D_{29}^c = D_{2.11}^c + Z_{2.11}^c$ $Z_{2.11}^c = Z_{2.11}^{\min} + \frac{TD_{2.11} + TD_{2.9}}{2}$ $Z_{2.11}^c = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1$ $D_{29}^c = 90,9 + 1 = 91,9$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{29} = 92,1_{-0,4}$
	<p>Определение технологического размера D_{04}</p> $D_{04}^c = D_{29}^c + Z_{29}^c$ $Z_{29}^c = Z_{29}^{\min} + \frac{TD_{29} + TD_{04}}{2}$ $Z_{29}^c = 8 + \frac{0,4 + 8}{2} = 12,2$ $D_{04}^c = 91,9 + 12,2 = 104,1$ $D_{04} = 105 \pm 4$
	<p>Определение технологического размера D_{28}</p> $D_{28}^c = D_{42}^c - Z_{42}^c$ $Z_{42}^c = Z_{42}^{\min} + \frac{TD_{42} + TD_{28}}{2}$ $Z_{42}^c = 0,4 + \frac{0,046 + 0,2}{2} = 0,523$ $D_{28}^c = 52,023 - 0,523 = 51,5$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{28} = 51,4^{+0,2}$

Расчет технологических размеров (радиальное направление)	
Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера D_{23}^c</p> $D_{23}^c = D_{28}^c - Z_{28}^c$ $Z_{28}^c = Z_{28}^{\min} + \frac{TD_{28} + TD_{23}}{2}$ $Z_{28}^c = 0,7 + \frac{0,2 + 0,4}{2} = 1$ $D_{23}^c = 51,5 - 1 = 50,5$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{23} = 50,3^{+0,4}$
	<p>Определение технологического размера D_{03}^c</p> $D_{03}^c = D_{23}^c + Z_{23}^c$ $Z_{23}^c = Z_{23}^{\min} + \frac{TD_{23} + TD_{03}}{2}$ $Z_{23}^c = 16 + \frac{0,4 + 4}{2} = 18,2$ $D_{03}^c = 50,5 - 18,2 = 32,3$ $D_{03} = 32 \pm 2$
Расчет технологических размеров (продольное направление)	
<p>Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам</p> $A_{2.11} = K_1 = 10_{-0,15} \quad A_{42} = K_6 = 1 \pm 0,2$ $A_{42} = K_2 = 4 \pm 0,1 \quad A_{44} = K_8 = 1 \pm 0,2$ $A_{26} = K_3 = 64 \pm 0,1 \quad A_{41} = K_8 = 4 \pm 0,2$ $A_{2.12} = K_4 = 67 \pm 0,1$	

Расчет технологических размеров (продольное направление)	
	<p>Определение технологического размера A_{43} замыкающим звеном является конструкторский размер K_5, необходимо, чтобы соблюдалось условие</p> $TK_5 > TA_{41} + TA_{43} \quad 0,87 > 0,1 + 0,1 \quad K_5 = 106_{-0,8}$ $K_5^c = A_{41}^c + A_{43}^c \quad A_{43}^c = K_5^c - A_{41}^c$ $A_{43}^c = 105,6 - 4 = 101,6$ $A_{43} = 101,6 \pm 0,05$
	<p>Определение технологического размера $A_{2.10}$ замыкающим звеном является припуск Z_{43}</p> $Z_{43} = A_{2.10} - A_{41} - A_{43}$ $A_{2.10}^c = A_{41}^c + A_{43}^c + Z_{43}^c$ $Z_{43}^c = Z_{43}^{\min} + \frac{TA_{2.10} + TA_{41} + TA_{43}}{2}$ $Z_{43}^c = 0,15 + \frac{0,4 + 0,1 + 0,1}{2} = 0,45$ $A_{2.10}^c = 4 + 101,6 + 0,45 = 106,05$ $A_{2.10} = 106,1 \pm 0,2$
	<p>Определение технологического размера A_{29}</p> $A_{29}^c = A_{2.12}^c + Z_{2.12}^c$ $Z_{2.12}^c = Z_{2.12}^{\min} + \frac{TA_{2.12} + TA_{29}}{2}$ $Z_{2.12}^c = 0,45 + \frac{0,15 + 0,4}{2} = 0,725$ $A_{29}^c = 67 + 0,725 = 67,725$ $A_{29} = 67,8 \pm 0,2$
	<p>Определение технологического размера A_{28}</p> $A_{28}^c = A_{2.11}^c + Z_{2.11}^c$ $Z_{2.11}^c = Z_{2.11}^{\min} + \frac{TA_{2.11} + TA_{28}}{2}$ $Z_{2.11}^c = 0,45 + \frac{0,3 + 0,4}{2} = 0,8$ $A_{28}^c = 9,93 + 0,8 = 10,73$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $A_{28} = 11_{-0,4}$

Расчет технологических размеров (продольное направление)	
 <p>The diagram shows a horizontal dimension line with three segments. The leftmost segment is labeled K_7. The middle segment is labeled A'_{42}. The total length of the three segments is labeled A_{27}.</p>	<p>Определение технологического размера A_{27} замыкающим звеном является конструкторский размер K_7, необходимо, чтобы соблюдалось условие</p> $TK_7 > \sqrt{TA_{27}^2 + TA'_{42}^2} \quad 0,4 > \sqrt{0,2^2 + 0,12^2}$ $K_7 = 1 \pm 0,2 \quad K_7^c = A_{27}^c - A'_{42}^c$ $A_{27}^c = K_7^c + A'_{42}^c$ $A_{27}^c = 1 + 0,3 = 1,3$ $A_{27} = 1,3 \pm 0,1$
 <p>The diagram shows a horizontal dimension line with two segments. The left segment is labeled A_{41}. The right segment is labeled Z_{41}. The total length of the two segments is labeled A_{25}.</p>	<p>Определение технологического размера A_{25}</p> $A_{25}^c = A_{41}^c - Z_{41}^c$ $Z_{41}^c = Z_{41}^{\min} + \frac{TA_{41} + TA_{25}}{2}$ $Z_{41}^c = 0,15 + \frac{0,1 + 0,2}{2} = 0,3$ $A_{25}^c = 4 - 0,3 = 3,7$ $A_{25} = 3,7 \pm 0,1$
 <p>The diagram shows a horizontal dimension line with two segments. The left segment is labeled $A_{2.10}$. The right segment is labeled $Z_{2.10}$. The total length of the two segments is labeled A_{24}.</p>	<p>Определение технологического размера A_{24}</p> $A_{24}^c = A_{2.10}^c + Z_{2.10}^c$ $Z_{2.10}^c = Z_{2.10}^{\min} + \frac{TA_{2.10} + TA_{24}}{2}$ $Z_{2.10}^c = 0,45 + \frac{0,4 + 0,6}{2} = 0,95$ $A_{24}^c = 106,1 + 0,95 = 107,05$ $A_{24} = 107,4_{-0,6}$
 <p>The diagram shows a horizontal dimension line with two segments. The left segment is labeled A_{24}. The right segment is labeled Z_{24}. The total length of the two segments is labeled A_{21}.</p>	<p>Определение технологического размера A_{21}</p> $A_{21}^c = A_{24}^c + Z_{24}^c$ $Z_{24}^c = Z_{24}^{\min} + \frac{TA_{24} + TA_{21}}{2}$ $Z_{24}^c = 0,45 + \frac{0,6 + 0,7}{2} = 1,1$ $A_{21}^c = 107,1 + 1,1 = 108,2$ $A_{21} = 108,6_{-0,7}$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера A_{11}

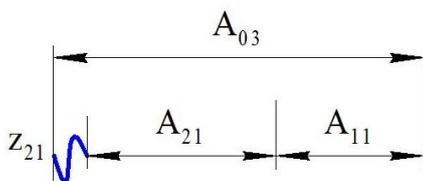
$$A_{11}^c = Z_{11}^c$$

$$Z_{11}^c = Z_{11}^{\min} + TA_{11}/2$$

$$Z_{11}^c = 3 + 2/2 = 4$$

$$A_{11}^c = 4$$

$$A_{11} = 4 \pm 1$$



Определение технологического размера A_{03}

закрывающим звеном является припуск Z_{43}

$$Z_{21} = A_{03} - A_{21} - A_{11}$$

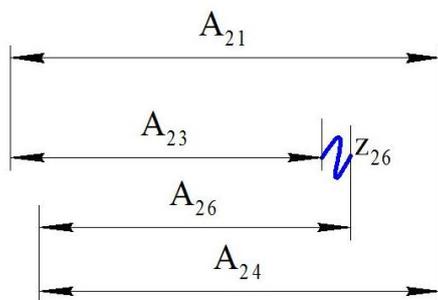
$$A_{03}^c = A_{21}^c + A_{11}^c + Z_{21}^c$$

$$Z_{21}^c = Z_{21}^{\min} + \frac{TA_{03} + TA_{21} + TA_{11}}{2}$$

$$Z_{21}^c = 4 + \frac{6 + 0,7 + 2}{2} = 7,35$$

$$A_{03}^c = 108,25 + 4 + 7,35 = 119,6$$

$$A_{03} = 120 \pm 3$$



Определение технологического размера A_{23}

закрывающим звеном является припуск Z_{26}

$$Z_{26} = A_{21} + A_{26} - A_{23} - A_{24}$$

$$A_{23}^c = A_{21}^c + A_{26}^c - A_{24} - Z_{26}^c$$

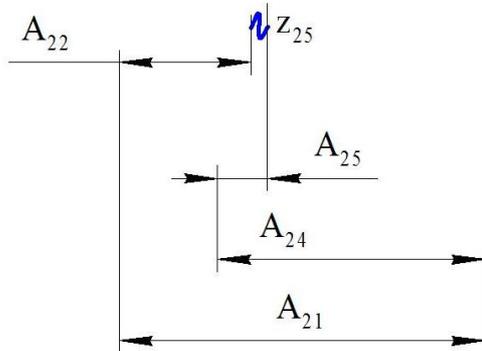
$$Z_{26}^c = Z_{26}^{\min} + \frac{TA_{21} + TA_{26} + TA_{23} + TA_{24}}{2}$$

$$Z_{26}^c = 0,45 + \frac{0,7 + 0,2 + 0,3 + 0,6}{2} = 1,35$$

$$A_{23}^c = 108,25 + 64 - 107,1 - 1,35 = 63,8$$

$$A_{23} = 63,8 \pm 0,15$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера A_{22}
 замыкающим звеном является припуск Z_{25}

$$Z_{25} = A_{21} + A_{25} - A_{22} - A_{24}$$

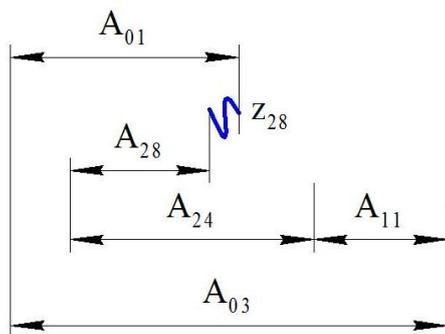
$$A_{22}^c = A_{21}^c + A_{25}^c - A_{24} - Z_{25}^c$$

$$Z_{25}^c = Z_{25}^{\min} + \frac{TA_{21} + TA_{25} + TA_{22} + TA_{24}}{2}$$

$$Z_{25}^c = 0,45 + \frac{0, +0,2 + 0,3 + 0,6}{2} = 1,35$$

$$A_{22}^c = 108,25 + 3,7 - 107,1 - 1,35 = 3,5$$

$$A_{22} = 3,5 \pm 0,15$$



Определение технологического размера A_{01}
 замыкающим звеном является припуск Z_{28}

$$Z_{28} = A_{24} + A_{11} + A_{01} - A_{28} - A_{03}$$

$$A_{01}^c = A_{28}^c + A_{03}^c - A_{24} + Z_{28}^c - A_{11}$$

$$Z_{28}^c = Z_{28}^{\min} + \frac{TA_{24} + TA_{11} + TA_{01} + TA_{28} + TA_{03}}{2}$$

$$Z_{28}^c = 4 + \frac{0,6 + 1 + 6 + 0,4 + 6}{2} = 11$$

$$A_{01}^c = 10,8 + 120 - 107,1 + 11 - 4 = 30,7$$

$$A_{01} = 31 \pm 3$$

1.9. Определение режимов обработки

Токарная операция 010 переход 1

Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20, N=5.5кВт, n=12.5-1600.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=105$ мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2$ мм.

2. Поперечную подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S = 1$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (11)$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$

– определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ}, \quad (12)$$

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

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

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала

$$K_{MV} = 0,8$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПВ} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИВ} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 1^{0,5}} = 61,4 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{61,4}{3,14 \times 105} = 186,2 \text{ об/мин, (13)}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 180 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 105 \times 180}{1000} = 59 \text{ м/мин, (14)}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, (15)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 2,5 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}, (16)$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 2,5^1 \times 1^{0,75} \times 59^0 \times 0,9 = 930,0 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 930,0 \times \frac{59}{1000 \times 60} = 0,9 \text{ кВт, (17)}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0,9/0,85 = 1,1 \text{ кВт}, (18)$$

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

Токарная операция 010 переход 2

Станок токарно-винторезный с ЧПУ 16К20, N=5.5кВт, n=12.5-1600.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=99$ мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2$ мм.

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 1 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$

– определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_v = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резани,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 1^{0,5}} = 61,4 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{61,4}{3,14 \times 99} = 197,5 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 180 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 99 \times 180}{1000} = 57 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2,5 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 2,5^1 \times 1^{0,75} \times 59^0 \times 0,9 = 930,0 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 930,0 \times \frac{59}{1000 \times 60} = 0,9 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,9 / 0,85 = 1,1 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 020 переход 1

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=131$ мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2$ мм.

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала

$$K_{MV} = 0,8$$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 131} = 192,7 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 190 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 131 \times 190}{1000} = 78 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 3 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 3^1 \times 0,6^{0,75} \times 78^0 \times 0,9 = 760,8 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 760,8 \times \frac{78}{1000 \times 60} = 1,0 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 1,0 / 0,85 = 1,2 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 2

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец расточной Р6М5 2141-0551 ГОСТ 18873-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=108,3 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2 \text{ мм.}$

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 108,3} = 233,0 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}} = 230 \text{ об/мин}$.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 108,3 \times 230}{1000} = 78 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\text{фP}} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$K_{\text{фP}} = 1$; $K_{\gamma P} = 1$; $K_{\lambda P} = 1$; $K_{rP} = 0,93$.

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 78^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{78}{1000 \times 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,7 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 3

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец расточной Р6М5 2141-0551 ГОСТ 18873-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=84 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2 \text{ мм.}$

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 84} = 300,4 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}} = 300 \text{ об/мин}$.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 84 \times 300}{1000} = 79 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\text{ФР}} \times K_{\text{ГР}} \times K_{\text{ЛР}} \times K_{\text{ГР}}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\text{ФР}} = 1; K_{\text{ГР}} = 1; K_{\text{ЛР}} = 1; K_{\text{ГР}} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 79^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{79}{1000 \times 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,7 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 4

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец расточной Р6М5 2141-0551 ГОСТ 18873-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=50,3 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2 \text{ мм.}$

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 50,3} = 501,7 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}} = 500 \text{ об/мин}$.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 50,3 \times 500}{1000} = 79 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\text{фP}} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\text{фP}} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формуле (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 79^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{79}{1000 \times 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,7 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 5

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=116 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 2 \text{ мм.}$

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 116} = 217,6 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 210$ об/мин.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 116 \times 210}{1000} = 76 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формуле (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 76^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{76}{1000 \times 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,6 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 6

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=116 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 1,1$ мм.

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 120,4 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{120,4}{3,14 \times 116} = 330,6 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}} = 330 \text{ об/мин}$.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 116 \times 330}{1000} = 120 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 1,4 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\text{ФР}} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\text{ФР}} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 1,4^1 \times 0,3^{0,75} \times 120^0 \times 0,9 = 211,1 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 211,1 \times \frac{120}{1000 \times 60} = 0,4 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,4 / 0,85 = 0,5 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 7

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=115 мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,6$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 129,5 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{129,5}{3,14 \times 115} = 358,6 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_f = 350 \text{ об/мин}$.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 115 \times 350}{1000} = 126 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,9 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 0,9^1 \times 0,3^{0,75} \times 126^0 \times 0,9 = 135,7 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 135,7 \times \frac{126}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,3 / 0,85 = 0,3 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 8

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец расточной Р6М5 2141-0551 ГОСТ 18873-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=110 мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 1,35 \text{ мм.}$

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 117,5 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{117,5}{3,14 \times 110} = 340,1 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 340 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 110 \times 340}{1000} = 117 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1,6 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формуле (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 1,6^1 \times 0,3^{0,75} \times 117^0 \times 0,9 = 241,3 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 241,3 \times \frac{117}{1000 \times 60} = 0,5 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,5 / 0,85 = 0,6 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 9

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец расточной Р6М5 2141-0551 ГОСТ 18873-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=85 мм.

1. Глубина резания: $t = z^C = 1 \text{ мм.}$

2. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 121,8 \text{ м/мин}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{121,8}{3,14 \times 85} = 456,3 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ф}} = 450 \text{ об/мин}$.

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 85 \times 450}{1000} = 120 \text{ м/мин}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\text{max}} = 1,2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{\text{MP}} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{\text{MP}} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формуле (15):

$$P_Z = 10 \times 40 \times 1,2^1 \times 0,3^{0,75} \times 120^0 \times 0,9 = 181,0 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 181,0 \times \frac{120}{1000 \times 60} = 0,4 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,4 / 0,85 = 0,4 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 1 установ Б

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения Пластина P6M5 2103-0675 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=115$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 2$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИВ} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 115} = 219,5 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 210 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 115 \times 210}{1000} = 76 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15)

$$P_z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 76^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{76}{1000 \times 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,6 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 2 установ Б

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения Пластина P6M5 2103-0675 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=92 мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 2$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{IV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 79,2 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{79,2}{3,14 \times 92} = 274,3 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 270$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 92 \times 270}{1000} = 78 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 2$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 2^1 \times 0,6^{0,75} \times 78^0 \times 0,9 = 507,2 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 507,2 \times \frac{78}{1000 \times 60} = 0,7 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,7 / 0,85 = 0,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 3 установ Б

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец проходной Р6М5 2102-0505 ГОСТ 18868-73

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности d=83 мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,45 \text{ мм.}$

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: T=60 мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{IV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1.76^{0,12} \times 0,6^{0,5}} = 94,8 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{94,8}{3,14 \times 83} = 363,7 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 360$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 83 \times 360}{1000} = 94 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,7$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 0,7^1 \times 0,6^{0,75} \times 94^0 \times 0,9 = 177,5 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 177,5 \times \frac{94}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,3 / 0,85 = 0,3 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 020 переход 4 установ Б

Станок токарный ЧПУ СКЕ 6130, N=4 кВт, n=40-4000.

Инструмент – Резец для контурного точения Пластина P6M5 2103-0675 ГОСТ 20872-80

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=115$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,8$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{PIV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{IIV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 125,1 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{125,1}{3,14 \times 115} = 346,4 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 340$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 115 \times 340}{1000} = 123 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1,1$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{GP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P} = 1; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 1,1^1 \times 0,3^{0,75} \times 123^0 \times 0,9 = 165,9 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 165,9 \times \frac{123}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,3 / 0,85 = 0,4 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 4 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверлильная операция 040 переход 1

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент – Сверло центровочное D2x5 HSS FormR, NORGAU .

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр сверла d=2 мм.

2. Глубина резания: t=2 мм.

3. Рекомендуемая подача [1]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$$V = 70 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{70}{3,14 \times 2} = 11100 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка (8000 об/мин max):

$$n_{ф} = 8000 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 2 \times 8000}{1000} = 50 \text{ м/мин}$$

Сверлильная операция 040 переход 2

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент – сверло CoroDrill® Delta-C R840-0500-50-A0A 1220

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр сверла $d=5$ мм.

2. Глубина резания: $t=2,5$ мм.

3. Рекомендуемая подача [1]:

$S=0,3$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$$V = 70 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{70}{3,14 \times 5} = 4450 \text{ об/мин}$$

Сверлильная операция 040 переход 3

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент – метчики CoroTap 300 E314M6.

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр поверхности $d=6$ мм.

2. Глубина резания: $t=0,5$ мм.

3. Подача равна шагу резьбы:

$S=1$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания :

$$V = 15 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{15}{3,14 \times 6} = 790 \text{ об/мин}$$

Сверлильная операция 040 переход 4

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент –Сверло центровочное D2x5 HSS FormR, NORGAU .

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр сверла $d=2$ мм.

2. Глубина резания: $t=2$ мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$$V = 70 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{70}{3,14 \times 2} = 11100 \text{ об/мин}$$

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка (8000 об/мин max):

$n_{\text{ф}}=8000$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3.14 \times 2 \times 8000}{1000} = 50 \text{ м/мин}$$

Сверлильная операция 040 переход 5

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент – сверло CoroDrill® Delta-C R840-0500-50-A0A 1220

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр сверла $d=5$ мм.

2. Глубина резания: $t=2,5$ мм.

3. Рекомендуемая подача[1]:

$S= 0,3$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [1]:

$$V = 70 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{70}{3,14 \times 5} = 4450 \text{ об/мин}$$

Сверлильная операция 040 переход 6

Станок вертикально фрезерный с ЧПУ XD30A, N=5,5 кВт, n=0-8000 об/мин.

Инструмент – метчики CoroTap 300 E314M6.

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр поверхности $d=6$ мм.

2. Глубина резания: $t=0,5$ мм.

3. Подача равна шагу резьбы:

$S=1$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания :

$$V = 15 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{15}{3,14 \times 6} = 790 \text{ об/мин}$$

Токарная операция 030 переход 1

Высокоточный токарный станок с ЧПУ HEADMAN HCL 300 N=5,5 кВт, n=0-3400 об/мин

Инструмент – CoroTurn® 107 C6-SVMBL-00130-16C

Режущая пластина TCMW110304FP CD10

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=110$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,3$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2, Т.2, стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S=0,1$ мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_v = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Т.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,1^{0,5}} = 243,7 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{243,7}{3,14 \times 110} = 705,7 \text{ об/мин}$$

d - диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ф} = 700$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 110 \times 700}{1000} = 242 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,5$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{фP} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала
 $K_{MP}=1.10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P}=1; K_{\gamma P}=1; K_{\lambda P}=1; K_{r P}=0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,1^{0,75} \times 242^0 \times 0,9 = 33,1 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 33,1 \times \frac{242}{1000 \times 60} = 0,1 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,1 / 0,85 = 0,2 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 030 переход 2

Высокоточный токарный станок с ЧПУ HEADMAN HCL 300 N=5,5 кВт, n=0-3400 об/мин

Инструмент – CoroTurn® 107 C6-SVMBL-00130-16C

Режущая пластина TCMW110304FP CD10

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=90$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 1$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 121,8 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{121,8}{3,14 \times 90} = 431,0 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\phi} = 430 \text{ об/мин}$.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 90 \times 430}{1000} = 122 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1 \text{ мм}$.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP}=1.10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P}=1; K_{\gamma P}=1; K_{\lambda P}=1; K_{r P}=0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,3^{0,75} \times 122^0 \times 0,9 = 150,8 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 150,8 \times \frac{122}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,3 / 0,85 = 0,4 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 030 переход 1 установ Б

Высокоточный токарный станок с ЧПУ HEADMAN HCL 300 N=5,5 кВт, n=0-3400 об/мин

Инструмент – Расточная оправка CoroTurn® 107 A12S-SDUCR 2HP

Режущая пластина TCMW110304FP CD10

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=52 \text{ мм.}$

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,3 \text{ мм.}$

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,1 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,1^{0,5}} = 243,7 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{243,7}{3,14 \times 52} = 1492,7 \text{ об/мин}$$

d - диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ф} = 1490$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 52 \times 1490}{1000} = 243 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,5$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP}=1.10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P}=1; K_{\gamma P}=1; K_{\lambda P}=1; K_{r P}=0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 0,5^1 \times 0,1^{0,75} \times 243^0 \times 0,9 = 33,1 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 33,1 \times \frac{243}{1000 \times 60} = 0,1 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 0,1/0,85 = 0,2 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 030 переход 2 установ Б

Высокоточный токарный станок с ЧПУ HEADMAN HCL 300 N=5,5 кВт, n=0-3400 об/мин

Инструмент – CoroTurn® 107 C6-SVMBL-00130-16C

Режущая пластина TCMW110304FP CD10

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=82$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 0,45$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S = 0,1$ мм/об.

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2, Г.2, стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

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

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,1^{0,5}} = 232,2 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{232,2}{3,14 \times 82} = 901,7 \text{ об/мин}$$

d – диаметр обрабатываемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ф} = 900$ об/мин.

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 82 \times 900}{1000} = 232 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,6$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP}=1.10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\varphi P}=1; K_{\gamma P}=1; K_{\lambda P}=1; K_{r P}=0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формул (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 0,6^1 \times 0,1^{0,75} \times 232^0 \times 0,9 = 39,7 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 39,7 \times \frac{232}{1000 \times 60} = 0,2 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,2 / 0,85 = 0,2 \text{ кВт.}$$

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

Токарная операция 030 переход 3 установ Б

Высокоточный токарный станок с ЧПУ HEADMAN HCL 300 N=5,5 кВт, n=0-3400 об/мин

Инструмент – CoroTurn® 107 C6-SVMBL-00130-16C

Режущая пластина TCMW110304FP CD10

Обрабатываемый материал – АМГ6.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=52$ мм.

2. Глубина резания: $t = z^C = 1$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по таблице 11 [2,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \times K_{ПV} \times K_{ИV}$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

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

Коэффициент учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала $K_{MV} = 0,8$

Коэффициент, отражающий состояние поверхности $K_{ПV} = 0,8$;

Коэффициент , учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1$.

$$K_V = 0,8 \times 0,8 \times 1 = 0,640$$

Скорость резания,

$$V = \frac{328 \times 0,640}{60^{0,28} \times 1,76^{0,12} \times 0,3^{0,5}} = 121,8 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{121,8}{3,14 \times 52} = 745,9 \text{ об/мин}$$

d - диаметр обтачиваемой поверхности

6. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ф}} = 740 \text{ об/мин.}$$

7. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 52 \times 740}{1000} = 121 \text{ м/мин}$$

8. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [2, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \times K_{\phi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{r P}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9,23 [2, Т.2, стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP}=1.10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

$$K_{\phi P}=1; K_{\gamma P}=1; K_{\lambda P}=1; K_{r P}=0,93.$$

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,9$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \times 40 \times 1^1 \times 0,3^{0,75} \times 121^0 \times 0,9 = 150,8 \text{ Н}$$

9. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 150,8 \times \frac{121}{1000 \times 60} = 0,3 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 0,3 / 0,85 = 0,4 \text{ кВт.}$$

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

1.10. Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин, (19)}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{CX}, \quad (20)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

$l_{ПБ}$ – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_{ПБ} = 1$ мм.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S), \quad (21)$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц 2-12 [1, стр 621]

Основное время для 010 токарной операции:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (39 + 3 + 1) * 2 / (180 * 1) = 0,48 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (30 + 3 + 0) * 2 / (180 * 1) = 0,37 \text{ мин.}$$

Основное время для 020 токарной операции:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (50 + 3 + 1) * 4 / (190 * 0,6) = 1,89 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (38 + 1 + 1) * 2 / (230 * 0,6) = 0,58 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (64 + 3 + 1) * 13 / (300 * 0,6) = 4,91 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (42 + 3 + 1) * 5 / (500 * 0,6) = 0,78 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (25 + 3 + 1) * 4 / (210 * 0,6) = 0,92 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (17 + 3 + 1) * 1 / (330 * 0,3) = 0,21 \text{ мин.}$$

переход 7:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (24 + 3 + 1) * 1 / (350 * 0,3) = 0,27 \text{ мин.}$$

переход 8:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (12 + 1 + 1) * 1 / (340 * 0,3) = 0,14 \text{ мин.}$$

переход 9:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (117 + 3 + 1) * 1 / (450 * 0,3) = 0,9 \text{ мин.}$$

Установ Б

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (71 + 3 + 1) * 5 / (210 * 0,6) = 2,98 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (46 + 3 + 1) * 3 / (270 * 0,6) = 0,93 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (16 + 3 + 1) * 1 / (360 * 0,6) = 0,09 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (112 + 3 + 1) * 1 / (340 * 0,3) = 1,14 \text{ мин.}$$

Основное время для 040 сверлильной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (2 + 1) * 6 / (8000 * 0,3) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (6 + 4) * 6 / (4450 * 0,3) = 0,05 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (6 + 6) * 12 / (790 * 1) = 0,18 \text{ мин.}$$

переход 4:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (2 + 1) * 6 / (8000 * 0,3) = 0,01 \text{ мин.}$$

переход 5:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (8 + 4) * 6 / (4450 * 0,3) = 0,05 \text{ мин.}$$

переход 6:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = 8 * 12 / (790 * 1) = 0,18 \text{ мин.}$$

Основное время для 030 токарной операции:

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (16 + 1 + 1) * 1 / (700 * 0,1) = 0,26 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (1 + 1 + 1) * 1 / (430 * 0,3) = 0,02 \text{ мин.}$$

Установ Б

переход 1:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (42 + 3 + 1) * 1 / (1490 * 0,1) = 0,3 \text{ мин.}$$

переход 2:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (15 + 3 + 1) * 1 / (900 * 0,1) = 0,21 \text{ мин.}$$

переход 3:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (1 + 1 + 1) * 1 / (740 * 0,3) = 0,01 \text{ мин.}$$

1.11. Определение вспомогательного T_B , штучного $T_{шт}$ и штучно-калькуляционного $T_{шт-к}$ времени.

$$T_B = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{и.з.} \quad (22)$$

где $T_{у.с.}$ - время установки и снятия детали;

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

$T_{уп}$ - время на управления станком;

$T_{и.з.}$ - время на измерение.

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{тех} + T_{орг} + T_{от}, \quad (23)$$

где T_0 - основное время;

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

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

$T_{от}$ - время на отдых.

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{н.з} / n, \quad (24)$$

где $T_{н.з}$ - подготовительно-заключительное время;

n – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{500}{12} = 41,6$$

Нормативы времени для мелкосерийного производства.

По таблице 5 [5, стр.197].

Операция 010 (токарная)

$$T_B = 2,2 + 0,5 + 1,5 + 0,4 = 4,6 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,85 + 4,6 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 8,05 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 8,05 + 16/41,6 = 8,43 \text{ мин}$$

Операция 020 (токарная)

$$T_B = 4,8 + 1 + 1,8 + 2,4 = 10 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 10,6 + 10 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 23,2 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 23,2 + 16/41,6 = 23,58 \text{ мин}$$

Операция 040 (сверлильная).

$$T_B = 2,6 + 0,55 + 1,6 + 0,6 = 5,35 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,48 + 5,35 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 8,43 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 8,43 + 20/41,6 = 8,91 \text{ мин}$$

Операция 030 (токарная)

$$T_B = 4,8 + 1 + 1,8 + 0,8 = 8,4 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 8,4 + 0,79 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 11,79 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 11,79 + 16/41,6 = 12,17 \text{ мин}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 5.

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для сверления 12 отверстий в заготовке (корпус) на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели XD-30A (операция 030) и нарезания в них резьбы;
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки держателя;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки корпуса, а также постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров пазов и их положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; время установки заготовки не должно превышать 0,05 мин; рост производительности труда на данной операции на 10...15%;
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – мелкосерийный; программа выпуска – 500 шт. в год; Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку XD-30A; Регулирование конструкции приспособления не допускается Время закрепления заготовки не более 0,05 мин.; Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%; Входные данные о заготовке, поступающей на сверлильную операцию 030: наружный установочный диаметр заготовки 91 _{-0,2} мм, R _z = 40 мкм; высота заготовки 106,3 _{-0,4} мм, шероховатость торцов заготовки R _z = 40 мкм; Выходные данные операции 030: Согласно операционным эскизам Приспособление обслуживается оператором 3-го разряда; Техническая характеристика станка XD-30A: рабочая поверхность стола, мм; 420x800; ширина Т-образного паза стола станка: 18 мм; Характеристика режущего инструмента: диаметр сверла 5 мм; материал сверла быстрорежущая сталь; диаметр метчиков 6 мм Операция выполняется за 36 переходов;
Документация, используемая при разработке	ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73. ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.

2.2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим схему базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима и сил резания (рисунок 7).

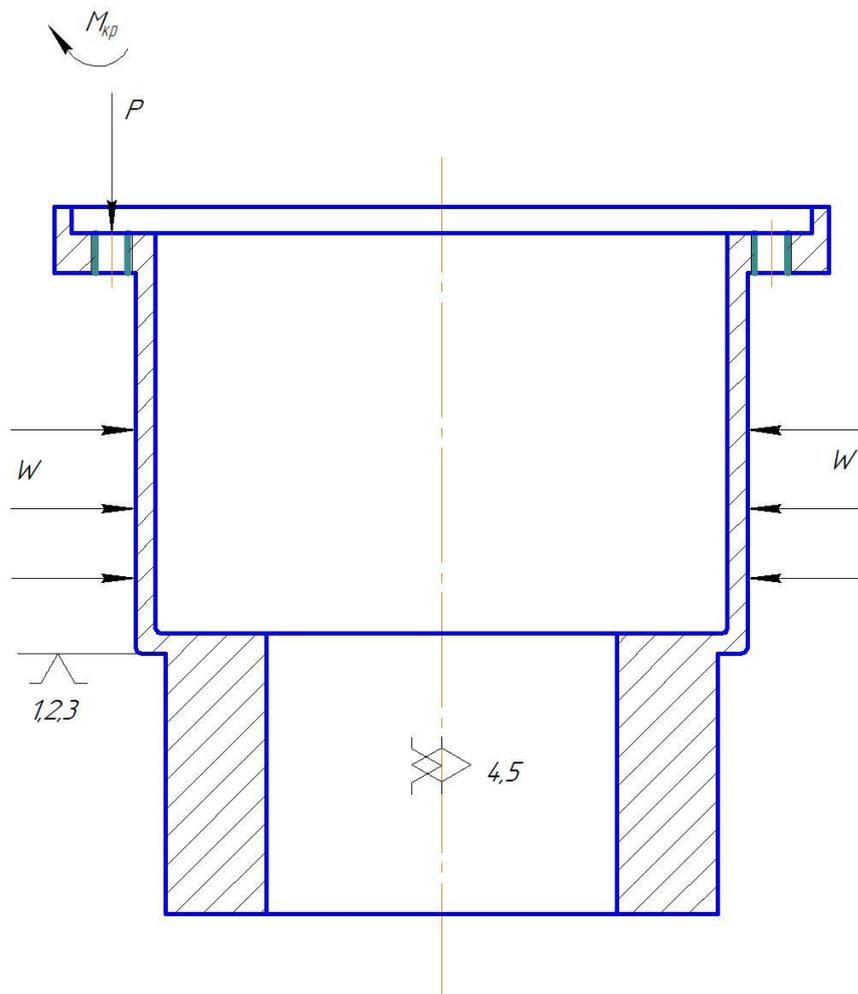


Рисунок 7. Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Заготовка устанавливается во втулку 8 приспособления. Специальным ключом вращая плунжер 2 деформируется гидропласт, который воздействует на втулку 8 надежно закрепляет заготовку. После обработки отверстий на одном торце освобождают фиксатор 1 и поворачивают опору 7 в следующее положение.

Рукоятка 16 служит для удобного вращения опоры 7. Втулка 11 нужна для более точного позиционирования опоры 7. Гайкой 3 регулируют осевые зазоры. Шпонки 16 предназначены для точного базирования приспособления на столе станка.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износостойкостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC_э50...55.

2.4. Определение необходимой силы зажима

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рисунок 9), учитывающий тип, число и размеры установочных и зажимных устройств.

Как видно из расчетной схемы на деталь действуют силы резания, которые стремятся повернуть заготовку вокруг оси. Расчет производим по крутящему моменту.

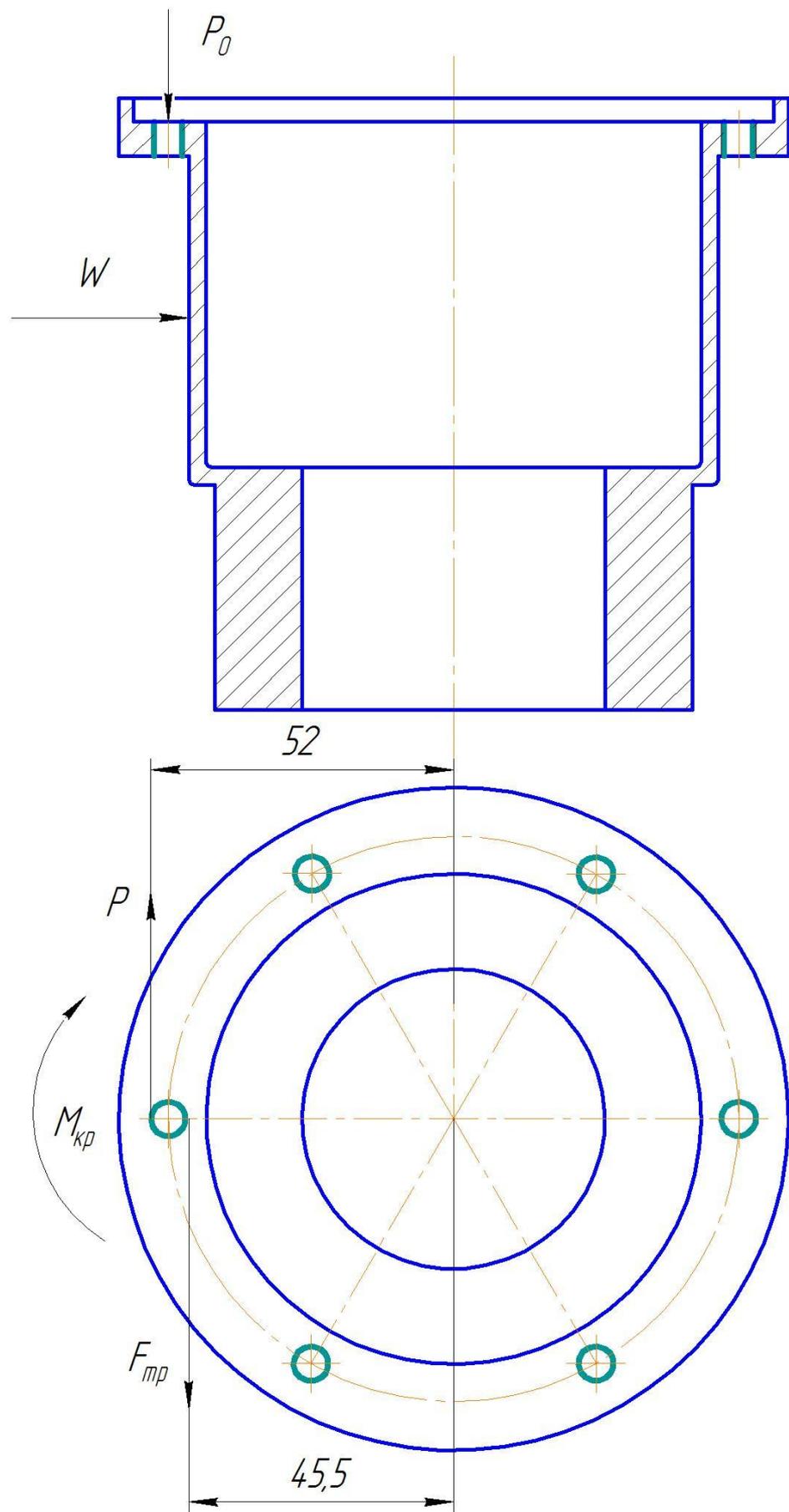


Рисунок 9. Расчетная схема.

Рассчитаем силу $M_{кр}$

1. Диаметр сверла $d=5$ мм.
2. Глубина резания $t= d/2= 2,5$ мм.
3. Подача из технологической части $S= 0,3$ мм/об.
4. Скорость резания $V = 70$ м/мин
5. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, (25)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,005$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [2, Т.2, стр.281].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} = 1$$

Крутящий момент,:

$$M_{кр} = 10 \times 0,005 \times 5^2 \times 0,3^{0,8} \times 1 = 0,47 \text{ Нм}$$

$$F_{mp} = \frac{W \times f}{k}$$

где $K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ - коэффициент запаса [7, стр.85] и

$K_0=1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1=1,2$ – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности;

$K_2=1,6$ – коэффициент затупления;

$K_3=1,2$ – учитывает увеличение сил резания при прерывистом фрезеровании;

$K_4=1,2$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$K_5=1$ – характеризует эргономику зажимного механизма;

$K_6=1$ – характеризует моменты, стремящиеся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры;

Тогда $K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 4,15$

$f=0.3$ - коэффициент трения

Уравнение равновесия заготовки

$$\sum M_o = M_{кр} - F_{mp} \times 45,5 = 0, (26)$$

$$F_{mp} = M_{кр}/45,5$$

$$W_{min} = F_{mp} \times \frac{k}{f} = M_{кр} \times \frac{4,15}{0,3 \times 0,0455} = 144 H$$

2.5. Выбор привода зажимного устройства и расчет его параметров

В качестве привода зажимного устройства применяем механизм с гидропластом.

Расчет сводится к определению толщины тонкостенной втулки и определению допустимого крутящего момента, при заданных конструктивных параметрах

Исходные данные:

$D=91,2$ мм, - диаметр заготовки

$L=48$ мм, длина зажимаемой части заготовки

Определяем толщину тонкостенной части втулки [1, стр. 124]

$$h=0,025D=0,025 \times 91,2 = 2,28 \text{ мм}$$

Принимаем $h=2$ мм

Высота полости под гидропласт [1, стр. 124]

$$H = 2\sqrt[3]{D} = 2\sqrt[3]{91,2} = 8,9 \text{ мм}$$

Принимаем $H=10$ мм

Допустимый крутящий момент [1, стр. 125]

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times m \times \sqrt{m} \times i \times D^2$$

$$m = h/0,5D$$

$$i = \Delta D_{дон} - S_{max}$$

$$\Delta D_{дон} = 0,003D$$

Где, $\Delta D_{дон}$ -допускаемая деформация втулки

S_{max} - максимальный зазор между втулкой и валом

i — запас деформации

$$i = 0,003 \times 9,2 - 0,02 = 0,0076 \text{ мм}$$

$$m = \frac{0,2}{0,5 \times 9,1} = 0,04 \text{ см}$$

$$M_{кр} = 5 \times 10^5 \times 0,04 \times \sqrt{0,04} \times 0,0076 \times 9,1^2 = 2517 \text{ кгс} \times \text{см}$$

$$M_{кр} = 256 \text{ Н} \times \text{м}$$

$$W = \frac{M_{кр}}{0,5D \times f} = \frac{256}{0,5 \times 0,091 \times 0,3} = 1880 \text{ Н}$$

Следовательно, усилие зажима превышает минимальное значение W из расчетной части.

2.6. Разработка технических требований на изготовление и сборку приспособления

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

2.7. Расчет точности приспособления

В качестве расчетного параметра выбираем позиционный допуск на обрабатываемые отверстия 0,4 мм

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

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{пр}$ следует пользоваться формулой [6, с.113]:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_V^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \quad (27)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,4$ мм.;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (9, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (9, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (9, с. 152);

$\varepsilon_{\delta} = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_{\xi} = 0,07 \text{ мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (2, с. 81);

$\varepsilon_{\gamma} = 0,03 \text{ мм}$ – погрешность установки приспособления на станке, (9, с. 169);

$\varepsilon_{\eta} = 0,01 \text{ мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (9, с. 169);

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

$\omega = 0,08$ – экономическая точность обработки, (10, с. 211).

По формуле 27 определяем:

$$\varepsilon_{np} = 0,4 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,09 \text{ мм}$$

Принимаем $\varepsilon_{np} = 0,05 \text{ мм} / 100 \text{ мм}$

2.8. Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций

Составим технологическую карту сборки сверлильного приспособления, которая представлена в таблице 6.

Таблица 6

№ операции	Название	Содержание
10	Сборка приспособления (Сб. 1)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запрессовать втулку 10 в корпус 6 2. Запрессовать втулку 8 в опору 7 3. Запрессовать фиксатор 1 в корпус 6 4. Запрессовать втулку 11 в опору 7 5. Нанести смазку Dextron II на рабочую поверхность втулки 10 6. Установить опору 7 во втулку 10 и зафиксировать гайкой 3 7. Ввинтить рукоятку 16 8. Ввинтить до упора втулку 9 9. Установить шпонки 16 и закрепить винтами 14 10. Залить гидропласт 20, стравить воздух и ввинтить винт 15 11. Ввинтить плунжер 2 12. С помощью регулировочной гайки 3 установить осевой люфт не более 0,05 мм, при этом корпус 7 должен вращаться с усилием не более 1 НхМ
20	Контрольная	Контролировать осевой люфт корпуса 7 (не более 0,05 м)

Задачей данного раздела работы являлась разработка и конструкторская проработка специального приспособления. Закрепили навыки нахождения конструктивных решений на поставленные задачи. Была проделана следующая работа: разработано техническое задание на проектирование специального станочного приспособления (таблица 6); разработана принципиальная схема и компоновка приспособления; расчет исполнительных размеров элементов приспособления; составлена расчетная схема и определена сила зажима; расчет точности приспособления.

С учетом того, что приспособление устанавливается на вертикально-фрезерный станок с ЧПУ XD-30А, конструктивно проработали компоновку приспособления. Зажим осуществляем с помощью гидропласта.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Волохов Александр Александрович

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
<i>2. Нормы расходов ресурсов</i>	Норма амортизированных отчислений на специальное оборудование.
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н		30.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Волохов Александр Александрович		30.04.2021

3. Экономическая часть

3.1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Задача данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется насколько разработчик сможет ответить на следующие вопросы:

- Какова будет цена продукта;
- Будет ли продукт востребован на рынке;
- Каков бюджет научного исследования;
- Время для продвижения разработанного продукта на рынок;

Так же коммерческая ценность определяется наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности

исследования.

Цель данной ВКР - проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Корпус». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а так же для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

3.2. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы активнее противостоять соперникам. Также позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего улучшения.

Разумнее проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которые представлены в таблице 7. Для сравнения выбран производитель – компания «Томфрезер», г. Томск.

Таблица 7 - Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	0,12	4	3	0,57	0,47
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,50	0,40
3. Срок службы	0,10	4	5	0,65	0,59
4. Безопасность	0,15	5	4	0,52	0,49
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	0,21	0,17
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	0,19	0,22
3. Цена	0,13	2	3	0,41	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	4	0,37	0,21
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	3	0,24	0,16
6. Срок выхода на рынок	0,03	3	4	0,17	0,14
Итого	1	38	36	3,83	3,17

Весы показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, (28)$$

Где B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Данный анализ конкурентных технических решений помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, так же имеет конкурентоспособность. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с помощью которого можно оценить сильные и слабые стороны, а так же все возможности и угрозы.

Для этого, составляется SWOT матрица, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы, приведены в таблице 8.

Таблица 8 - Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживаются непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки С5. Невысокие требования точности.	Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.	Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий У3. Прекращение финансирования
---	---	--	---

На втором этапе строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 9–12.

Таблица 9 - Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	+	-	-	+

Таблица 10 - Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	-	-	+	+	+
	В3	+	+	+	+	-
	В4	-	-	+	-	+

Таблица 11 - Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	-	+

Таблица 12 - Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	+
	У3	+	+	-	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 13.

Таблица 13 - Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживается непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки; С5. Невысокие требования	Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопродуктивных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность
Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	– В1С5; – В2С1С2С3С4С5; – В3С1С2С3С4С5; – В4С1С2С5.	– В1Сл5; – В2С3Сл4Сл5; – В3Сл1Сл2Сл3Сл4; – В4Сл5.
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий; У3. Прекращение финансирования.	– У1С4; – У2С4С5; – У3С2С5.	– У1Сл2Сл4Сл5; – У2Сл2Сл4Сл5; – У3Сл2Сл4Сл5.

В результате SWOT-анализа можно сделать выводы:

1. Для противодействия угрозе У1 следует увеличить функциональные возможности разработки, что также даст возможность на дополнительный спрос продукта.

2. При возникновении угрозы У2 наряду с предъявлением невысоких требований к точности, следует также увеличить функциональные возможности разработки. Данное противодействие даст возможность дополнительного спроса и экспорта разработки.

3. Угрозе У3 противодействовать достаточно сложно. В нашем случае могут помочь невысокие требования точности, а также непосредственное выдерживание конструкторских размеров.

На основании выводов мы видим, что преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.3. Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ по разработке технологии изготовления детали корпус. Для этого выделим основные этапы работ и исполнителей этих работ.

Информацию изложена в таблице 14.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Таблица 14 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
Технологическая часть	4	Анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ и составления графа	Инженер

Технологическая часть	9	Назначение допусков	Инженер
	10	Расчёт припусков	Инженер
	11	Размерный анализ	Инженер
	12	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	13	Выбор режимов резания	Инженер
	14	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	15	Ознакомление с необходимой литературой	Инженер
	16	Проектирование приспособления	Инженер
	17	Расчёты	Инженер
Обобщение и оценка результатов	18	Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	Инженер
	19	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер

Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты. Важным этапом составления плана на предстоящие расходы, является определение трудоемкости проводимых работ.

Для определения среднего ($t_{ож\ i}$ - ожидаемого) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, (29)$$

где $t_{ож\ i}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дни; $t_{min\ i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни; $t_{max\ i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дни.

Далее можно определить продолжительность каждой работы, в рабочих днях, зная $t_{ож\ i}$.

Этот расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$Tr_i = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, (30)$$

где Tr_i – продолжительность одной работы, рабочие дни; $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дни; $Ч_i$ –

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (31):

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (31)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях; T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48, \quad (32)$$

где $T_{\text{кал}}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – общее количество праздничных дней в году.

Для удобства объединим все полученные значения трудоемкости в таблицу 15. T_{ki} – округлим до целого числа.

Таблица 15 - Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	t_{mini} , чел.-дн.	t_{maxi} , чел.-дн.	$t_{\text{ож.}i}$, чел.-дн.	Ch , чел.	T_{pi} , раб.-дн.	T_{ki} , кл.-дн.
1	1	7	3,4	1	3,4	5
2	3	7	4,6	1	4,6	7
3	1	2	1,4	1	1,4	2
4	2	7	4	1	4	6
5	1	2	1,4	1	1,4	2
6	1	2	1,4	2	0,7	1
7	1	3	1,8	1	1,8	3
8	1	2	1,4	1	1,4	2
9	1	2	1,4	1	1,4	2
10	2	5	3,2	1	3,2	5
11	4	7	5,2	1	5,2	7
12	3	6	4,2	2	2,1	3
13	3	6	4,2	1	4,2	6
14	2	4	2,8	1	2,8	4
15	2	6	3,6	1	3,6	5
16	1	2	1,4	1	1,4	2
17	5	10	7	1	7	9
18	1	2	1,4	1	1,4	2
19	2	3	2,4	2	1,2	2

На основе таблицы 15 составим календарный план-график выполнения проекта представленный в виде таблицы 16.

Таблица 16 – Календарный план – график (диаграмма Ганта)

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	Т _к , кал.-дн.	Месяц									
				Февраль			Март			Апрель			
				1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ	5	■									
2	Ознакомление с литературой	Инженер	7	■	■								
3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Анализ технологичности конструкции	Инженер	6		■	■							
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2		■								
6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер	1			■							
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3			■	■						
8	Размерный анализ и составления графа	Инженер	2			■	■						
9	Назначение допусков	Инженер	2				■	■					
10	Расчёт припусков	Инженер	5				■	■	■				
11	Размерный анализ	Инженер	7					■	■	■			
12	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер	3						■	■			
13	Выбор режимов резания	Инженер	6							■	■		
14	Расчёт норм времени	Инженер	4								■	■	
15	Ознакомление с необходимой литературой	Инженер	5									■	■
16	Проектирование приспособления	Инженер	2									■	■
17	Расчёты	Инженер	9									■	■
18	Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	Руководитель, инженер	2									■	■
19	Оценка эффективности полученных результатов		2									■	■

Примечание: ■ – Руководитель; ■ – Инженер.

Таблица 17 - Таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	89
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	64
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	25

3.4. Бюджет научно-технического исследования

Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при изготовлении детали корпус. Результаты расчета затрат представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы Зм, руб.
Бумага А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Ручка шариковая	шт.	5	50	250
Карандаш чертежный	шт.	4	15	60
Интернет	Мбит/сек	1	800	800
Материал 45Х	кг	2	150	300
СОЖ	руб/л	20	350	7000
Итого, руб.				9990

Затраты на специальное оборудование

Для изготовления данной детали необходим ПК, для вывода результатов технологии на бумагу – принтер. Для составления модели и чертежей необходима САД программа. Для выпуска готовой технологии нужны станки. Так же нужно учесть прочие расходы.

При расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме. Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (33)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет (10лет).

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A * I}{12} * m, \quad (34)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Таблица 19 - Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
Персональный компьютер	2	70000	130000
Принтер	1	20000	20000
Windows 10	1	13000	13000
Microsoft Office	1	8500	8500
Антивирус Kaspersky	1	1226	1226
КОМПАС-3D	1	146000	146000
Токарный станок ЧПУ – GA 2000	1	3500000	3500000
5–и осевой фрезерный станок марки – DMU 50	1	2625000	2625000
Итого: 6443726 тыс. руб.			

Норма амортизации рассчитаем в общем виде по формуле:

$$A = \frac{I}{n * 12} * m = \frac{6443726}{10 * 12} * 4 = 214800 \text{руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

В этом разделе необходимо рассчитать расходы по заработной плате инженера и руководителя, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада. Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_p, \quad (35)$$

где $Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата одного работника; $Z_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата, руб.; T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 15).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m * M}{F_d}, \quad (36)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического

персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дн. – $M = 11,2$ месяца, 5-дневн. раб. неделя; – при отпуске в 56 раб. дн., – $M = 10,3$ месяца, 6-дневн. раб. неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}, \quad (37)$$

Должностной оклад работника за месяц:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \quad (38)$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (39)$$

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

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 51285 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 * 11,2}{366 - 89 - 25} = 2280 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 2280 * 25 = 57000 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 57000 = 8550 \text{руб.}$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} = 17000 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 33150 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}} = \frac{33150 * 11,2}{366 - 89 - 25} = 1743 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}} = 1743 * 64 = 111552 \text{руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}} = 0,15 * 111552 = 16733 \text{руб.}$$

Результаты расчета заработной платы внесем в таблицу 20

Таблица 20 - Результаты расчета заработной платы

Исполнитель проекта	$Z_{тс.}$, руб.	$k_{пр.}$	$k_{д.}$	$k_{р.}$	$Z_{м.}$, руб.	$Z_{дн.}$, руб.	$T_{р.}$, руб.	$Z_{осн.}$, руб.	$k_{доп.}$	$Z_{доп.}$, руб.	Всего, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2280	25	57000	0,15	8550	65550
Инженер	17000				33150	1743	64	111552		16733	128258

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды России в 2021 году определяется по формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}), (40)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2021 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

Накладные расходы

Накладные расходы - это расходы, включающие в себя прочие затраты, такие как: оплата электроэнергии, отопление и т.д.

Для удобства расчета накладных расчетов составим таблицу затрат по статьям, которые рассчитывали выше.

Таблица 21 - Накладные расходы

Амортизация	Материальные затраты	Основн З/П	Доп. З/П	Отчислен ия на соц. нужды	Итого без накладн. расходов	Накладные расходы	Бюджетная стоимость
214800	9990	168552	25283	58150,5	476775,5	76284,08	553059,58

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}1 \div 5) * k_{пр}, (41)$$

где $k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

3.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Ресурсоэффективность

Оценку ресурсоэффективности проекта, определяем по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, (42)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i - весовой коэффициент проекта; b_i - бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем. Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта в таблицу (таблица 22).

Таблица 22 - Оценка характеристик вариантов НИР

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1. Соответствие требованиям потребителей	0,30	5
2. Материалоемкость	0,15	3
3. Удобство в эксплуатации	0,10	2
4. Энергосбережение	0,10	4
5. Надежность	0,20	5
6. Длительность разработки	0,15	5
Итого	1	

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,30 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,10 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,20 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,3$$

Вывод

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа.

Произведен анализ конкурентных технических решений, который помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, а также конкурентоспособно.

В ходе выполнения данного раздела проведен SWOT - анализ проекта проектирования детали «корпус», который отразил слабые и сильные стороны.

Определена трудоемкость выполнения работ, произведено планирование проекта и построен график (Ганта); по результатам был установлен приблизительный срок выполнения проекта – 89 дней. Из них инженер работал 64 дня, руководитель 25.

Определен бюджет затрат на разработку проекта, он составил – **553059,58** руб.

По результатам ресурсоэффективности, показатель которого составил – $I_{pi} = 4.3$, можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Волохову Александру Александровичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Корпус»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является разработка технологии изготовления детали «Корпус». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> • специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; • организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021)
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Недостаточная освещенность рабочей зоны - Отсутствие или недостаток естественного света - Повышенный уровень шума на рабочем месте <p>Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека.</p>

3. Экологическая безопасность:	<p>Атмосфера: . анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы);</p> <p>Гидросфера: отходы, стружка, СОЖ, абразивная пыль, лампы люминесцентные .Способы утилизации.</p> <p>Литосфера: мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>ЧС на производстве: природного и техногенного характера, взрывы, обрушение зданий и сооружений, поражение электрическим током и т.д.</p> <p>Типичная ЧС на производстве возникновение пожара.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.04.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна	-		30.04.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Волохову Александру Александровичу		30.04.2021

4. Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является разработка технологии изготовления детали «Корпус», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали. Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражению электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д. Специальные

правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ» [17].

Рассмотрим режим рабочего времени и оплату, так же нормирование труда. Согласно статье 103 Трудового кодекса РФ на производственном участке введена работа в две смены (сменная работа - работа в две, три или четыре смены вводится в тех случаях, когда длительность производственного процесса превышает допустимую продолжительность ежедневной работы, а также в целях более эффективного использования оборудования, увеличения объема выпускаемой продукции или оказываемых услуг). Так как на производственном участке работает коллектив, то оплата труда будет производиться по тарифной системе, согласно статье 143 ТК РФ.

Виды компенсаций за «вредность»:

- Сокращение рабочего дня (не более 36 часов в неделю);
- Дополнительные отпуска (от семи календарных дней);
- Дополнительные надбавки;
- Бесплатное лечение и оздоровления, а так же медосмотры;
- Досрочный выход на пенсию;
- Выдача работникам СИЗ, униформ и т.д.

Разновидности режима рабочего времени, которые устанавливаются коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка регламентируются в трудовом кодексе РФ:

- Односменный рабочий день
- Ненормированный рабочий день – Гибкое рабочее время
- Работа по сменам – Вахтовая работа
- Рабочее время разделено на части.

Так же № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [18], № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» [19], № 125-ФЗ «Об обязательном социальном

страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваниях» [20].

4.2. Организация рабочей зоны

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрен цех механообработки.

При проектировании рабочего места для технологического комплекса механообработки деталей, должны быть учтены освещенность, влажность, шум, температура, наличие СИЗ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочего места.

При проектировании рабочего места необходимо так же уделить внимание охране окружающей среды, а именно организация безотходного производства.

Также необходимо учесть возможность чрезвычайных ситуаций. Так как мы находимся в Сибири, в Томске, считаем, что рабочее место находится здесь же. Значит типичными ЧС являются низкая температура и пожары.

При организации рабочей зоны необходимо учитывать следующие нормативные документы:

- ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий.
- ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.

4.3. Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Корпус» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок 16к20, токарный станок с ЧПУ, вертикально - фрезерный станок с ЧПУ. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Корпус» приведены в таблице 23.

Таблица 23– Опасные и вредные факторы при изготовлении детали типа «Корпус»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Стружка обрабатываемых материалов.		+	+	ГОСТ 12.2.061-81. 12 [21]
2. Превышение уровня шума		+		СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [22]
3. Отсутствие или недостаток естественного света		+	+	СП 52.13330.2011 [23]
4. Химический Фактор	+	+	+	ГН 2.2.5.3532-18 [24]
5. Отклонение параметров микроклимата		+	+	СанПиН 2.2.4-548-96 [15]

С точки зрения санитарно-гигиенических норм можно выделить следующие вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1) Загрязненность рабочей зоны мелкой стружкой и пылью обрабатываемого материала. Следствием этого может быть травма глаз и легочные заболевания (пневмокониоза), вызванные длительным воздействием пыли на органы дыхания.

2) Монотонный шум, вызванный работой станков. При обработке детали на токарных и фрезерных станках раздражающее действие на

станочника оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы, а также шум, возникающий при работе станков. Воздействие шума на организм может проявляться в виде специфического поражения органа слуха в сочетании с нарушениями со стороны различных органов и систем. Также монотонный шум может привести к ослаблению внимания станочника. Следствием этого могут быть ошибочные переключения станочного оборудования, а это приводит к тяжелым различным травмам. Предельно допустимый уровень шума в цехе должен быть не более 80дБА, что соответствует ГОСТ 12.1.003-83. Допустимые уровни шума на рабочих местах относятся к широкополосному шуму. Источником вибраций в основном является сборочное оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия.

3) Плохая освещенность. Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.). Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков.

4) Химический фактор. В работе с токарными и фрезерными станками применяются смазочно-охлаждающие жидкости. Использование СОЖ приводит к различным заболеваниям кожи, а также раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей. Так же СОЖ способно угнетать иммунную систему работника.

5) Отклонение параметров микроклимата. Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых

метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Допустимые и оптимальные нормы температуры

Категория работы	Период года	Температура, °С		Относительная влажность %		Скорость воздуха м/с	
		оптим	допуст	оптим	допустимая	оптимал	допустим
Средней тяжести, Па	Холод- ный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3
	Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°С 60 при 27°С 65 при 26°С 70 при 25°С 75 при 24°С	не более 0,3	0,2-0,4

4.4. Мероприятия по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока.

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение».

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов.

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, специальные наушники, спецодежда, головные уборы, специальная обувь, средства защиты органов дыхания.

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума $УЗД=97$ дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением.

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4–95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве

освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

4.5. Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, туманов масел и эмульсий, оксидов азота которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений и воздействуют на атмосферу.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Обрабатываемая деталь «Корпус» изготовлена из стали, стружка после обработки идет на переработку.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Образование отходов отработанных масел, люминесцентных ламп, макулатуры, ветоши воздействуют на литосферу.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов, так же при утилизация СОЖ это

прямым образом воздействует на гидросферу. Чтобы не возникала такая проблема эта чистка производится на специальном месте, оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлаконакопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

Воздействие на литосферу - образование отходов отработанных масел, люминесцентных ламп, макулатуры, ветоши.

4.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ЧС на производстве можно отнести: взрывы, ЧС природного и техногенного характера, поражение электрическим током, так же ЧС связанные с эксплуатацией оборудования

К возможным ситуациям техногенного характера можно отнести возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому в качестве профилактических мероприятий на участке используются:

- правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;
- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;
- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования;

- применение автоматических средств обнаружения пожаров;
- повышение огнестойкости зданий и сооружений путем облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;
- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;
- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации;
- пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

Вывод

В ходе выполнения данной работы были изучены конструктивные особенности этого элемента. Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма или машины, для защиты их от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

Проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении Корпуса и отклонение этих факторов от норм. Также было проанализировано влияние производства на окружающую среду.

Было выявлено соответствие нормам следующих факторов: микроклимат, уровень шума, освещение, наличие в воздухе вредных веществ, неподвижные режущие, колющие, обдирающие, части твердых объектов, движущиеся твердые, объекты.

Были приняты меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

Заключение

В ходе выполнения данной работы был произведен анализ технологичности и особенности данного изделия.

Разработанный маршрут изготовления, обеспечивает необходимую точность, что подтверждается размерным анализом.

В конструкторском разделе спроектировано приспособление для установки и закрепления изделия в вертикально – фрезерный станок с ЧПУ XD-30A. Произведен расчет усилия закрепления детали.

Согласно экономическому разделу, произведено планирование проекта и построен график. Так же произведен расчет бюджета, необходимый для производства данного изделия. Из этого всего следует, что проект ресурсоэффективен и может быть внедрён в производство.

Со стороны экологической и промышленной безопасности был проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении детали типа «Корпус» и отклонение этих факторов от норм. Были приняты меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

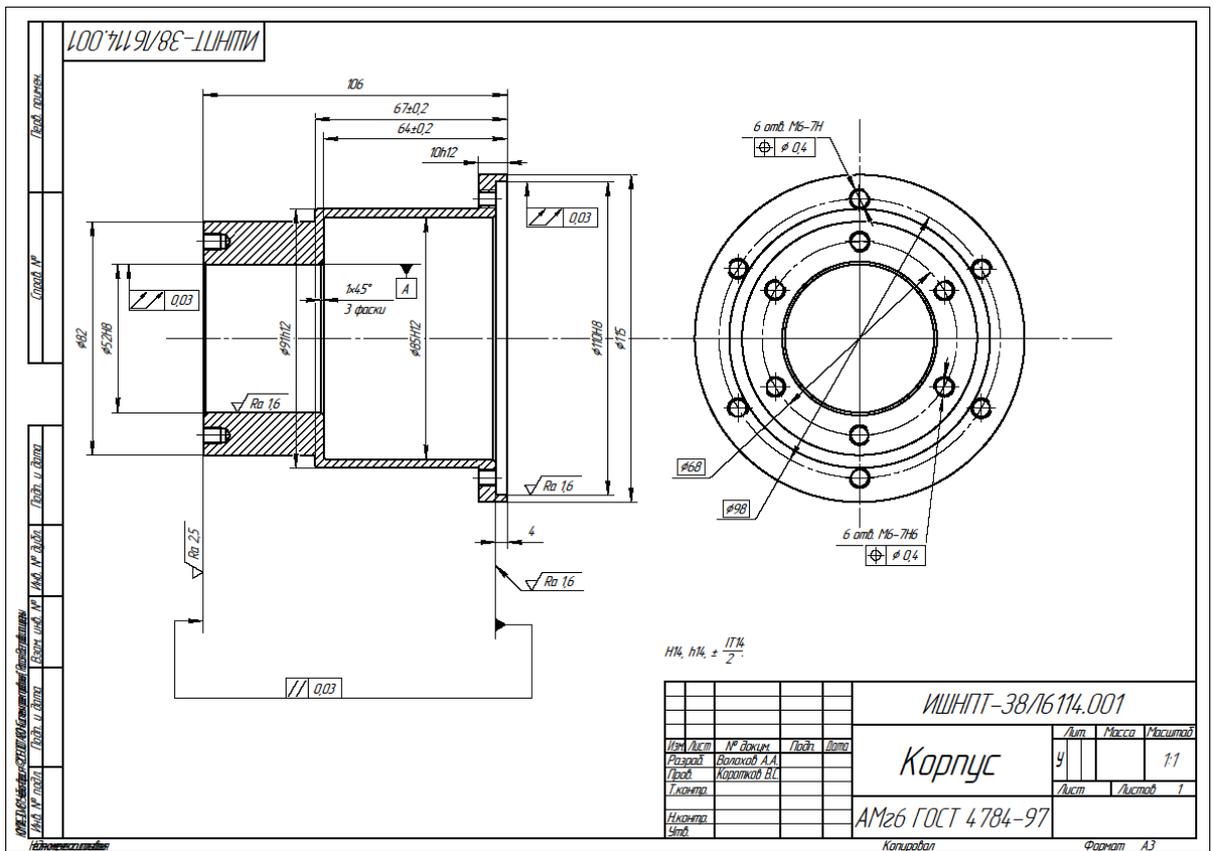
Рекомендуется применение рассмотренного техпроцесса для производства корпуса в мелкосерийном производстве.

Список литературы

1. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
2. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, преработанное и доп.- машиностроение, 1985,496 с.,илл.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
4. Обработка металлов резанием Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.- Машиностроение, 2004.- 784 с.. ил.- ISBN 5-94275-049-1.
5. Жуков Э.Л. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин: Учеб. Пособ. Для вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 295 с.
6. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – М.:Машиностроение, 1983.
7. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986
8. Станочные приспособления: Справочник/Под ред. Б.Н. Вардашкина. – М.,1984.
9. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
10. Каталог инструментов Sandvik Coromant.2007
11. Горбачевич А.Ф. 2007 Курсовое проектирование по технологии машиностроения
12. ГОСТ 12.1.005-88
13. ГОСТ 12.4.051-87.
14. СНиП 2.01.02-85.
15. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. 5. ГОСТ 12.2.032-78.

16. СанПиН 2.2.4.548–96.
17. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020).
18. СанПиН 1.2.3685-21
19. № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
20. № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности».
21. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».
22. ГОСТ 12.2.061-81.
23. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96.
24. СП 52.13330.2011.

Приложение А
Комплект документации

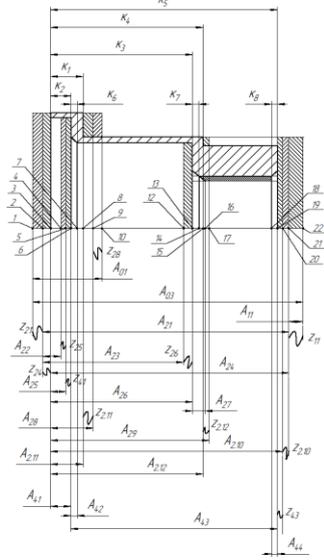


НН, нН, ± ITK/2

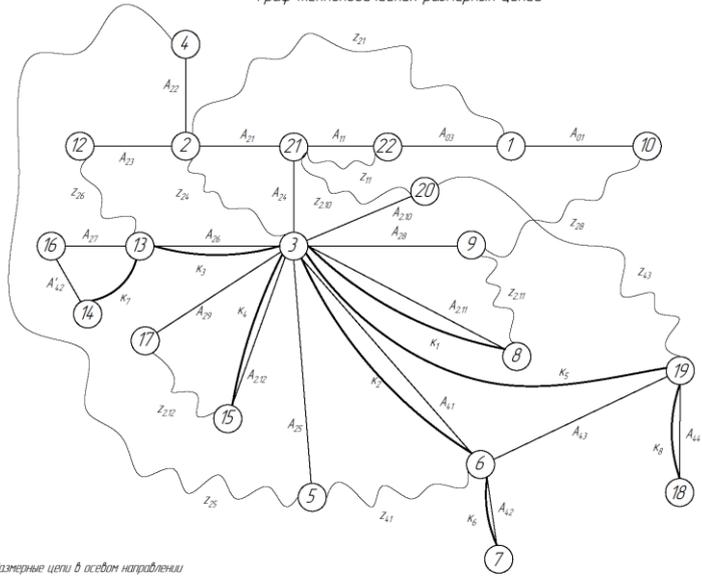
				ИШНПТ-38/16114.001		
				Корпус		
Изм	Лист	№ докум.	Лист	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Волоцкий А.А.			4		1:1
Проект	Королюков В.И.			Лист	Листов	1
Технича						
Изготов						
Склад						
				АМ26 ГОСТ 4784-97		
				Корпус		
				Формат А3		

ИШНПТ-38/16114.001
 Лист 4 из 4
 ИШНПТ-38/16114.001
 Лист 4 из 4
 ИШНПТ-38/16114.001
 Лист 4 из 4
 ИШНПТ-38/16114.001
 Лист 4 из 4

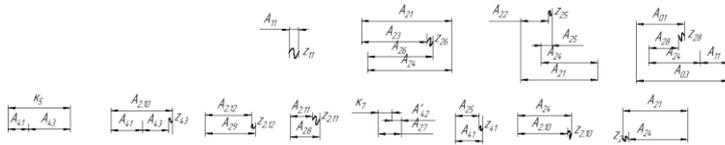
Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса вала (всего карбидов)



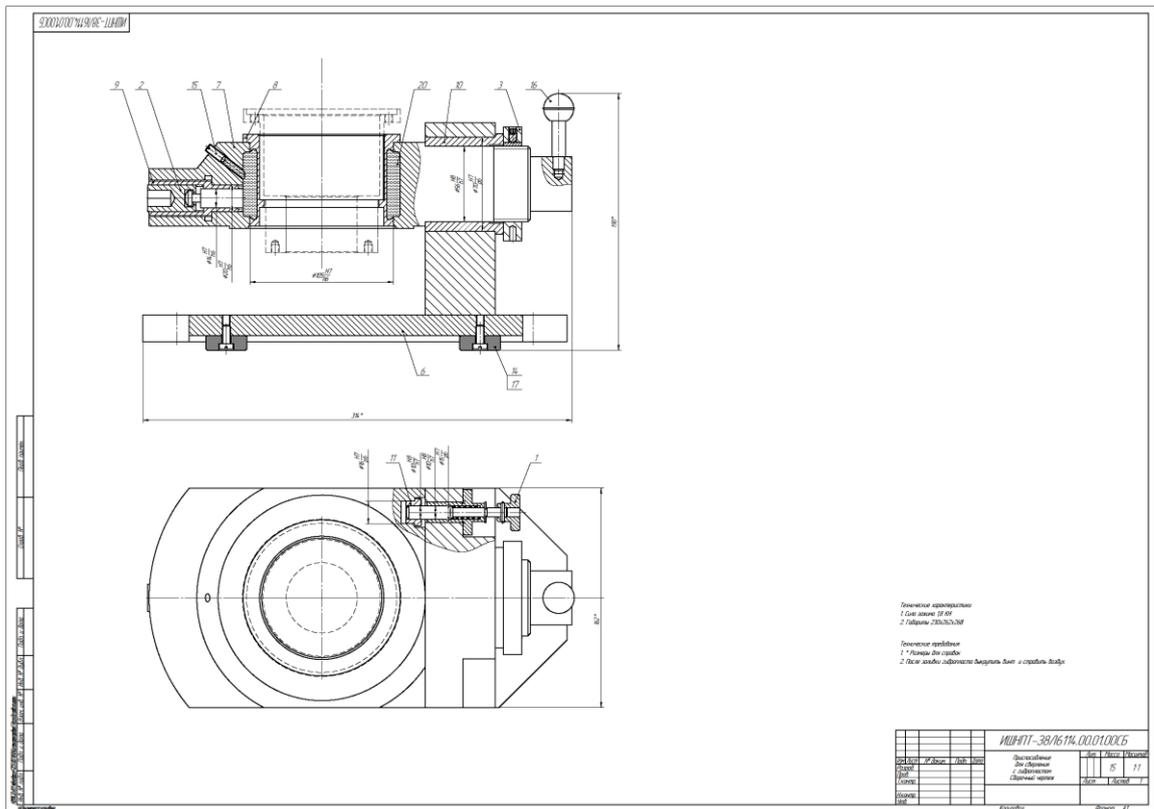
Граф технологических размерных цепей



Размерные цепи в осевом направлении



ИИИИПТ-30/1614.003	
Исполнитель	11
Проверенный	
Специалист	
Инженер	
Мастер	
Работник	
Копия	Копия



Формат	Этаж	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
							Зона
<i>Документация</i>							
			ИШНПТ-38/16114.01.00.00	Сборочный чертеж			
<i>Сборочные единицы</i>							
Сталь		1	ИШНПТ-38/16114.01.01.00	Фиксатор	1		
		2	ИШНПТ-38/16114.01.02.00	Плунжер	1		
		3	ИШНПТ-38/16114.01.03.00	Гайка	1		
<i>Детали</i>							
Лит.	Этаж	6	ИШНПТ-38/16114.01.00.01	Карпус	1		
		7	ИШНПТ-38/16114.01.00.02	Опора	1		
		8	ИШНПТ-38/16114.01.00.03	Втулка	1		
		9	ИШНПТ-38/16114.01.00.04	Втулка	1		
		10	ИШНПТ-38/16114.01.00.05	Втулка	4		
		11	ИШНПТ-38/16114.01.00.06	Втулка	1		
<i>Стандартные изделия</i>							
		14		Винт М6 х 14 ГОСТ 14.91-80	2		
ИШНПТ-38/16114.01.00.00							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	
Разработ.	Воложко А.А.	Коротков В.С.				1	
Провер.						2	
Начерт.							
Утв.							
<i>Принадлежность</i>				<i>Копировал</i>			<i>Формат А4</i>
<i>Исполнитель</i>				<i>Копировал</i>			<i>Формат А4</i>

Формат Зона Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Листы, голые				
				Документация
		ИШНПТ-38/16114.01.00.00	Сборочный чертеж	
Слоб. №				Сборочные единицы
	1	ИШНПТ-38/16114.01.01.00	Фиксатор	1
	2	ИШНПТ-38/16114.01.02.00	Плунжер	1
	3	ИШНПТ-38/16114.01.03.00	Гайка	1
Листы и детали				Детали
	6	ИШНПТ-38/16114.01.00.01	Корпус	1
	7	ИШНПТ-38/16114.01.00.02	Опора	1
	8	ИШНПТ-38/16114.01.00.03	Втулка	1
	9	ИШНПТ-38/16114.01.00.04	Втулка	1
	10	ИШНПТ-38/16114.01.00.05	Втулка	4
	11	ИШНПТ-38/16114.01.00.06	Втулка	1
Взлом инв. №				Стандартные изделия
	14		Винт М6 х 14 ГОСТ 1491-80	2
ИШНПТ-38/16114.01.00.00				
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
Разраб.	Волохов А.А.			1
Проб.	Каротков В.С.			2
Нконтр.				
Утв.				
Приспособление для сверления с гидропластом				
Итого: 14				

ИШНПТ-38/16114.01.00.00-Корпус (детали) (исполнитель)

Итого: 14

Копировал

Формат А4