

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



Институт электронного обучения
Специальность **151001** Технология машиностроения
Кафедра технологии автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус П-02699»

УДК 531.787-214-332.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Карионов Алексей Владимирович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев Милий Всеволодович	доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов Алексей Юрьевич	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-4302	Карионов Алексей Владимирович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	151001 Технология машиностроения

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость применяемого оборудования, тарифные ставки рабочих, стоимость электроэнергии
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Штучно-калькуляционное время операций техпроцесса
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Рассчитать трудозатраты, энергозатраты, затраты на материалы, эксплуатацию оборудования
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Привести затраты на приобретение оборудования и материалов
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Рассчитать затраты на изготовление детали
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Рассчитать себестоимость детали

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Модель Кано
5. ФСА диаграмма
6. Оценка перспективности нового продукта
7. График разработки и внедрения ИР
8. Инвестиционный план. Бюджет ИП
9. Основные показатели эффективности ИП
10. Риски ИП

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов Олег Николаевич	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Карионов Алексей Владимирович		

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-4302	Карионов Алексей Владимирович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	151001 Технология машиностроения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><i>Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Корпус П-02699» на станках: Токарный станок с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II, Универсальный вертикально-сверлильный станок тип 2135, Фрезерный станок с ЧПУ XD-40A, внутришлифовальный станок с NC I-grind 150 NC</i></p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p><i>Вредные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>неудовлетворительное освещение рабочей зоны;</i> - <i>повышенный уровень шума и вибрации;</i> - <i>неудовлетворительный микроклимат производственного помещения;</i> - <i>повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.</i> <p><i>Опасные факторы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки;</i> - <i>стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента;</i> - <i>поражение электрическим током;</i> - <i>пожарная опасность.</i>
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p><i>Мероприятия по повышению экологической чистоты можно разделить на следующие группы:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>охрана и рациональное использование водных ресурсов;</i> - <i>охрана и рациональное использование воздушного бассейна.</i> <p><i>При разработке и внедрении технологических процессов предпочтения должны отдаваться безотходным технологиям.</i></p>

3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Чрезвычайная ситуация – пожар на предприятии.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение» СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений", ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство Электробезопасность. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев Милий Всеволодович	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Карионов Алексей Владимирович		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	8
1.1 Назначение и конструкция детали	8
1.2 Анализ чертежа детали «Корпус» и её технологичности	8
1.3 Определение типа производства	9
1.4 Выбор исходной заготовки	12
1.5 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса	14
1.6 Построение расчётной схемы и графа технологических цепей	25
1.7 Определение допусков на технологические размеры	32
1.8 Расчет режимов резания	41
1.9 Расчет основного времени	59
1.10 Расчет технической нормы времени	68
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	71
2.1 Техническое задание на проектирование приспособления для обработки детали типа «Корпус»	71
2.2 Разработка и компоновка приспособления	71
2.3 Описание конструкции приспособления и принцип его работы	72
2.4 Выбор и расчет элементов приспособления	73
2.5 Расчёт точности приспособления	75
2.6 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций	76
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	78
3.1 Определение норм времени для механической обработки	78
3.2 Определение затрат на вспомогательные материалы	78
3.3 Затраты на заработную плату производственных рабочих	79
3.4 Затраты на инструмент	79

3.5 Отчисления на социальные цели	80
3.6 Затраты на электроэнергию	80
3.7 Затраты на ремонт оборудования	80
3.8 Затраты на эксплуатацию приспособлений	81
3.9 Затраты на амортизацию оборудования	81
3.10 Калькуляция себестоимости детали	81
4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	83
4.1 Производственная безопасность	83
4.2 Экологическая безопасность	92
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	97
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	98

ВВЕДЕНИЕ

Темой выпускной квалификационной работы является «Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус П-02699».

Цель работы – на основе исходных данных в виде чертежа детали и готовой программы выпуска продукции разработать технологический процесс изготовления детали.

В соответствии с этим решались следующие задачи:

- определение типа производства;
- составление маршрута операций;
- размерный анализ ТП;
- расчет припусков и технологических размеров;
- расчет режимов резания и основного времени;
- конструирование специального приспособления;
- расчет затрат на усовершенствованный и заводской техпроцессы;
- рассмотрение вредных и опасных факторов на производстве при изготовлении детали;
- рассмотрение правовых и организационных вопросов обеспечения безопасности;
- рассмотрение экологической безопасности, а также безопасность при чрезвычайных ситуациях.

При проектировании ТП было выполнено следующее: обоснован выбор заготовки, выбраны базы и схемы установки, разработана маршрутно-операционная карта, рассчитаны технологические допуски, а также припуски на операционные размеры, были выбраны приспособления и инструмент, оборудование, рассчитаны режимы резания.

В конструкторской части было разработано приспособление для обработки четырех отверстий в заготовке на вертикально-сверлильном станке.

В экономическом разделе рассчитана себестоимость изготовления детали по разработанному технологическому процессу.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены такие вопросы как производственная и экологическая безопасности, произведен расчет освещенности, разработан план мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и конструкция детали

Рассматриваемая деталь – корпус изготавливается для клапана сброса П-02698.

Выпускаемые клапаны сброса предназначены для регулировочного стенда с автоматической подачей давления на $P=60 \text{ кг/см}^3$, чтобы фиксировать давление.

Корпус – деталь клапана сброса П - 02698 представляет собой втулку, один из концов которой имеет внутреннюю резьбу для крепления к различным манометрам или переходникам для манометров, форма другого конца корпуса зависит от способа присоединения к последующим деталям.

Как видно из сборочного чертежа основной поверхностью является поверхность Б с допуском 0,02 мм на отклонение формы и заданным среднеарифметическим отклонением профиля $Ra = 0,16$. Также одним из решающих размеров является поверхность с размером $\varnothing 84$ имеющая допуск на торцевое биение от базы Б на 0,02 мм, а также шероховатость $Rz = 20$.

Химический состав материала, а также его механические свойства указаны в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав Стали 40Х (ГОСТ 4543-71), % (Сталь легированная конструкционная)

C	Cr	Mn	Si
0,36-0,44	0,80-1,1	0,50-0,80	0,17-0,37

Таблица 1.2 – Механические свойства Стали 40Х

Предел текучести σ_T , МПа	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %	Ударная вязкость КСU, Дж/см ²
785	980	10	45	59

1.2 Анализ чертежа детали «Корпус» и её технологичности

Анализ технологичности показал, что корпус представляет собой тело вращения, изготавливаемое из Стали 40Х, довольно проста по конструкции –

Допускается применение высокопроизводительных режимов обработки, т.к. деталь является технологичной и имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций. Деталь является достаточно жесткой, присутствуют специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Нетехнологичным является выступ диаметром 84 мм, так как из-за довольно значительного перепада диаметров уменьшается коэффициент использования материала при использовании круглого проката в качестве заготовки. Эти элементы являются конструктивными и изменить их затруднительно.

Для определения фактического положения заготовки на станке применяем специальный инфракрасный измерительный щуп.

1.3 Определение типа производства

Так как годовая программа изготовления детали известна и равна 5000 шт., то условие планового периода, равному одному месяцу, здесь неприменимо [1].

Исходя из приведенной формулы для коэффициента закрепления операций необходимо установить соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования), предназначенных для проведения данного технологического процесса при условии загрузки этого оборудования в соответствии с нормативными коэффициентами [1].

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}, \quad (1.1)$$

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

$T_{\text{ср}}$ – средняя трудоемкость операций, мин.

Такт производства (в минутах) определяется по формуле [1]: выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\text{в}} = 60 F_{\text{д}}/N$$

где $F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени, ч;

N – годовая программа, шт.

Номинальный и действительный фонды времени работы оборудования и рабочих мест на год приведены в таблице 2.1 [1]. Годовой фонд времени работы оборудования в две смены выбираем 4029 ч.

Тогда по формуле (1.2):

$$t_g = \frac{60 \cdot 4029}{5000} = 48,3 \text{ мин}$$

Средняя трудоемкость операций:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (1.3)$$

где $T_{ш.к.i}$ – штучное или штучно – калькуляционное время, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем четыре операции ($n=4$): токарная с ЧПУ, фрезерная, вертикально-сверлильная и внутришлифовальная операции (см. операционную карту).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям Приложения 1[1]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{о.i}, \quad (1.4)$$

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

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

Для операций токарных: $\varphi_{к.1} = 2,14$ [1],

Для фрезерной операции: $\varphi_{к.2} = 1,84$ [1],

Для вертикально-сверлильной операции: $\varphi_{к.3} = 1,72$ [1],

Для внутришлифовальной операции: $\varphi_{к.4} = 2,10$ [1].

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

Основное технологическое время токарной операции определяем только для наиболее продолжительных по времени переходов (подрезать торцы,

обточить поверхности окончательно, расточить отверстие (согласно операционной карте)):

$$\begin{aligned} T_{010} &= (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,18 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = \\ &= (0,037 \cdot (30,2^2) + 0,17 \cdot 62 \cdot 64 + 0,17 \cdot 30,2 \cdot 12 + 0,037 \cdot (84^2 - 46^2) + 0,18 \cdot 46 \cdot 72) \cdot 10^{-3} = \\ &= 1,55 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по формуле (1.4):

$$T_{ш.к.010} = \varphi_{к.1} \cdot T_{010} = 2,14 \cdot 1,55 = 3,32 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время фрезерной операции определяем для всех переходов (фрезерование шести граней):

$$T_{030} = (6 \cdot l + 4 \cdot l) \cdot 10^{-3} = (6 \cdot 12 + 4 \cdot 12) \cdot 10^{-3} = 0,12 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции, формула (1.4):

$$T_{ш.к.030} = \varphi_{к.2} \cdot T_{030} = 1,84 \cdot 0,12 = 0,22 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время вертикально-сверлильной операции (сверлить пять отверстий и нарезать резьбу):

Тогда

$$\begin{aligned} T_{040} &= (4 \cdot (0,52 \cdot d \cdot l + 0,4 \cdot d \cdot l) + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,4 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = \\ &= (4 \cdot (0,52 \cdot 10 \cdot 20 + 0,4 \cdot 10 \cdot 16) + 0,52 \cdot 5 \cdot 18 + 0,4 \cdot 8,7 \cdot 11) \cdot 10^{-3} = 0,7 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Штучно-калькуляционное время данной операции, формула (1.4):

$$T_{ш.к.040} = \varphi_{к.3} \cdot T_{040} = 1,72 \cdot 0,7 = 1,2 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время внутришлифовальной операции (шлифовать отверстие):

Тогда

$$T_{050} = (1,5 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 46 \cdot 68 \cdot 10^{-3} = 4,69 \text{ мин.}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (1.4):

$$T_{ш.к.050} = \varphi_{к.4} \cdot T_{050} = 2,10 \cdot 4,69 = 9,85 \text{ мин.}$$

Исходя из вышепредставленных расчетов определяем среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (1.3):

$$T_{cp} = \frac{T_{ш.к.010} + T_{ш.к.030} + T_{ш.к.040} + T_{ш.к.050}}{4} = \frac{3,32 + 0,22 + 1,2 + 9,85}{4} = 3,65 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по формуле (1.1):

$$K_{3,0} = \frac{48,3}{3,65} = 13,2 ,$$

т.к. $10 < K_{3,0} = 13,2 < 20$, то тип производства – среднесерийное.

1.4 Выбор исходной заготовки

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку — значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления [1].

Материал заготовки задан конструктором Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Определим примерную стоимость заготовки из проката и штамповки.

1). Себестоимость заготовки из проката [1]:

$$S_1 = M + \sum C_{o.з.} \quad (1.5)$$

где, M – затраты на материал заготовки, руб.;

$\sum C_{o.з.}$ – технологическая себестоимость операций правки, калибрования, разрезки их на штучные заготовки, руб.

$$M = Q \times S - (Q - q) \times S_{отх} \quad (1.6)$$

где Q – масса заготовки, кг;

S – цена 1 кг материала заготовки, руб.;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1 т отходов, руб.

$$\sum C_{o.z.} = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot 100} \quad (1.7)$$

где $C_{п.з.}$ – приведенные затраты на рабочем месте, коп/час;

$T_{ш-к}$ – примерное штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции.

$T_{ш-к} = 7,41$ мин.

По данным сайта <http://yaruse.ru/subproducts/show/id/46> примерная стоимость стального проката составляет 26600 руб/т. По данным сайта <http://tiu.ru/Stalnaya-struzhka.html> примерная стоимость стальной стружки 999 руб/т.

$C_{п.з.} = 121$ коп/час – для отрезки на станках, работающих дисковыми пилами [1, стр.30].

$$\sum C_{o.z.} = \frac{121 \cdot 7,41}{60 \cdot 100} = 0,149 \text{ руб.}$$

$$M = 5 \cdot 26 - (5 - 1,48) \frac{999}{1000} = 126,5 \text{ руб.}$$

$$S_{заг} = 126,5 + 0,149 = 126,65 \text{ руб.}$$

1. Себестоимость заготовки штамповкой [1].

Расчет выполняется по формуле

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} Q k_T k_C k_B k_M k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{отх}}{1000} \quad (1.8)$$

где C_i – базовая стоимость 1 т заготовки, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок;

q – масса готовой детали, кг;

$S_{отх}$ – цена 1 т отходов, руб.

По данным сайта <http://tiu.ru/Shtampovka-pokovok.html> примерная стоимость стальных штамповок составляет 20000 руб./т.

Все коэффициенты выбираем по таблицам [1].

$$S_{заг} = \left(\frac{20000}{1000} \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1,14 \cdot 1,13 \cdot 1 \right) - (1,8 - 1,48) \frac{999}{1000} = 40,0 \text{ руб.}$$

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть рассчитан по формуле [1]:

$$\text{Эз} = (S_{заг1} - S_{заг2})N, \quad (1.9)$$

где $S_{заг1}$ – стоимость заготовки из проката;

$S_{заг2}$ – стоимость заготовки штамповкой;

N – годовая программа, шт.

$$\text{Эз} = (126,65 - 40) \cdot 5000 = 433250 \text{ руб.}$$

Принимаем в качестве заготовки штамповку.

Рисунок 1.1 – «Корпус. Чертеж заготовки» выполнен на формате А2.

1.5 Разработка маршрута технологии изготовления корпуса

Чтобы принять решение о последовательности и методах обработки отдельных поверхностей детали и составить технологический маршрут изготовления всей детали, необходимо разработать первоначальный вариант и произвести укрупненное нормирование по приближенным формулам.

Выбор маршрута обработки производится согласно требованиям рабочего чертежа и принятой заготовки. В соответствии с заданной точностью и чистотой поверхности детали с учетом ее размера, веса и конфигурации, выбираем возможные методы окончательной обработки, а также применяемое оборудование.

При составлении маршрута намечаем общий план обработки детали, уточняем операции и выбираем оптимальное оборудование

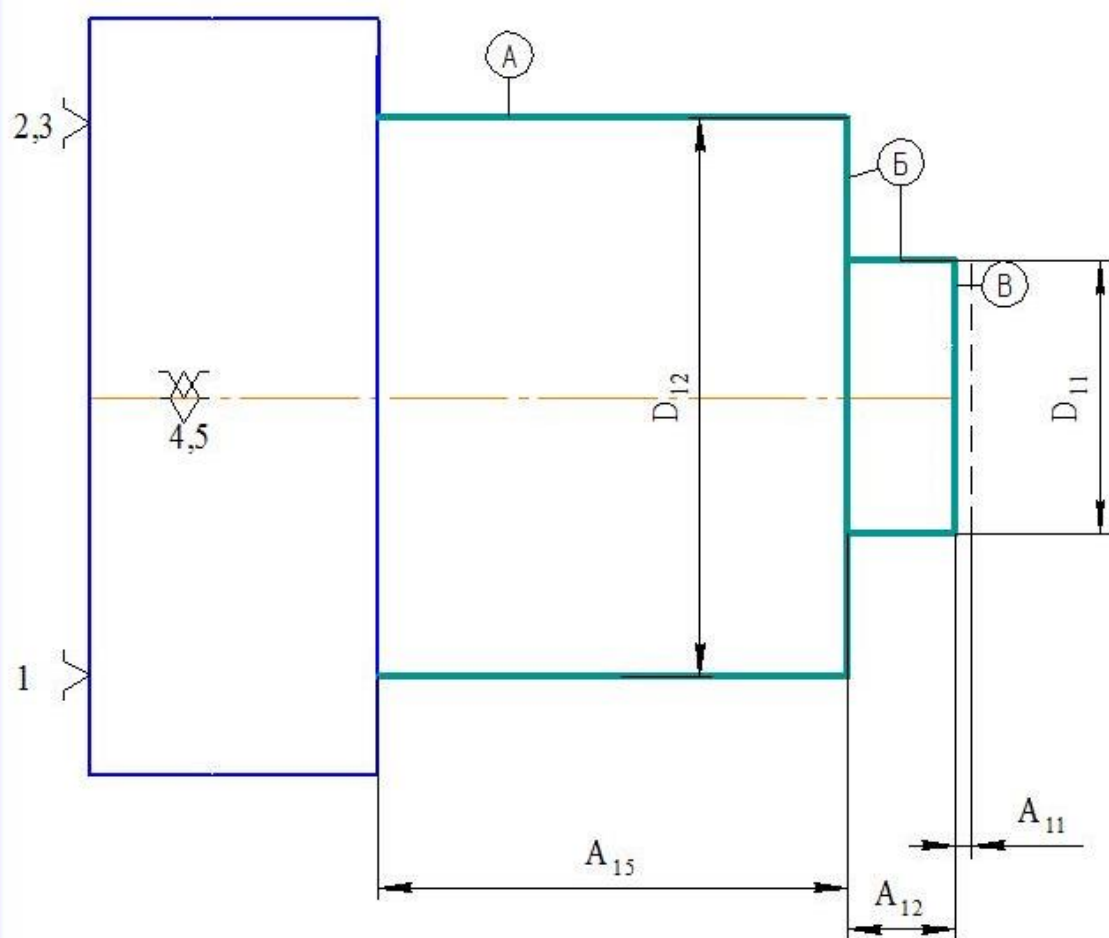
Маршрут представлен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Маршрутный техпроцесс изготовления детали «Корпус»

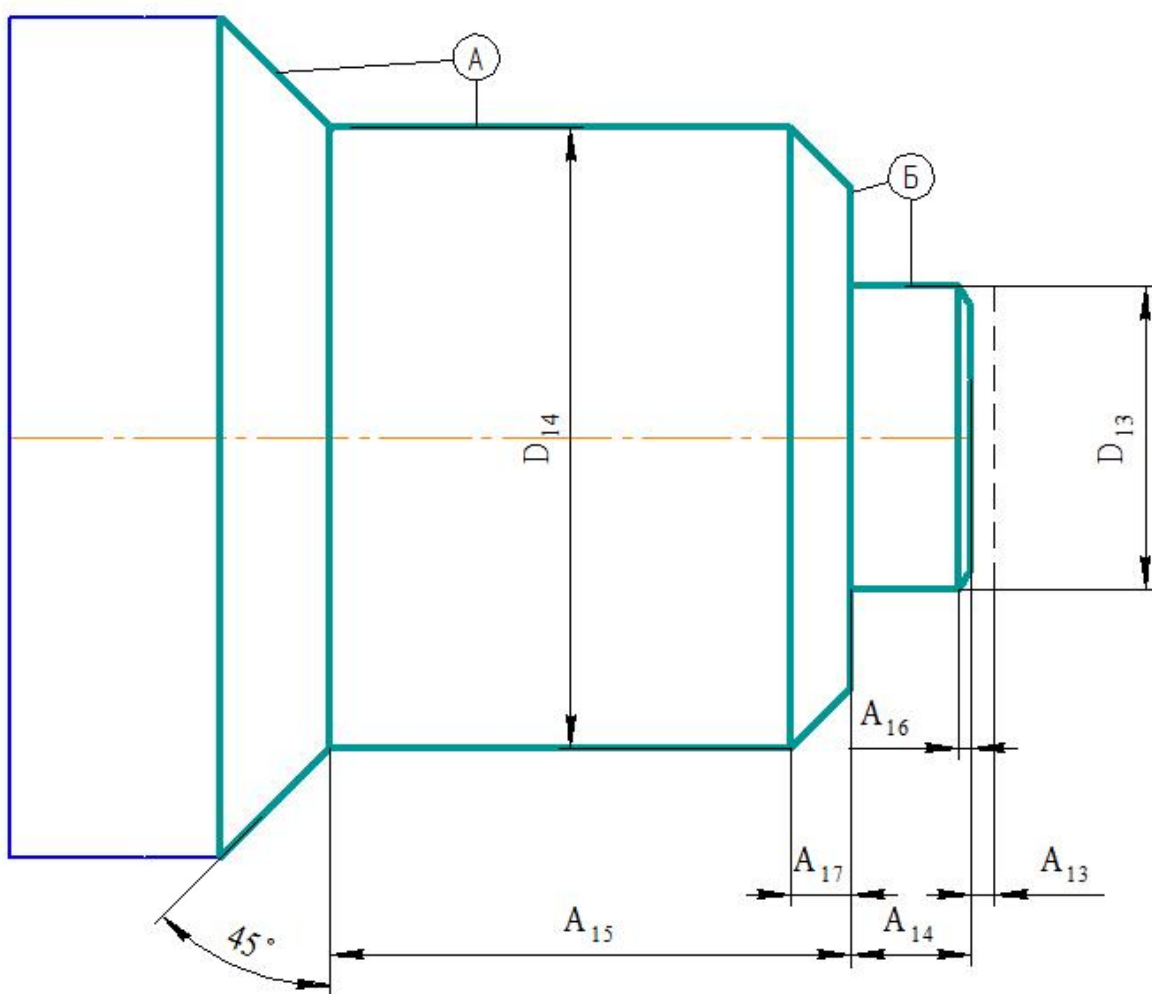
№	Наименование, эскиз
000	Заготовительная Штамповка в закрытых штампах
<p>The drawing shows a cross-section of a stepped shaft with a central hole. The dimensions are defined as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> D_{01}: Total outer diameter of the shaft. D_{02}: Outer diameter of the upper section. D_{03}: Outer diameter of the upper section's inner hole. D_{04}: Outer diameter of the lower section's inner hole. A_{01}: Total length of the shaft. A_{02}: Length of the upper section. A_{03}: Length of the upper section's inner hole. A_{04}: Length of the lower section's inner hole. 	

№	Наименование, эскиз
010	Токарная с ЧПУ 1. Подрезать торец 2. Точить по контуру А,Б

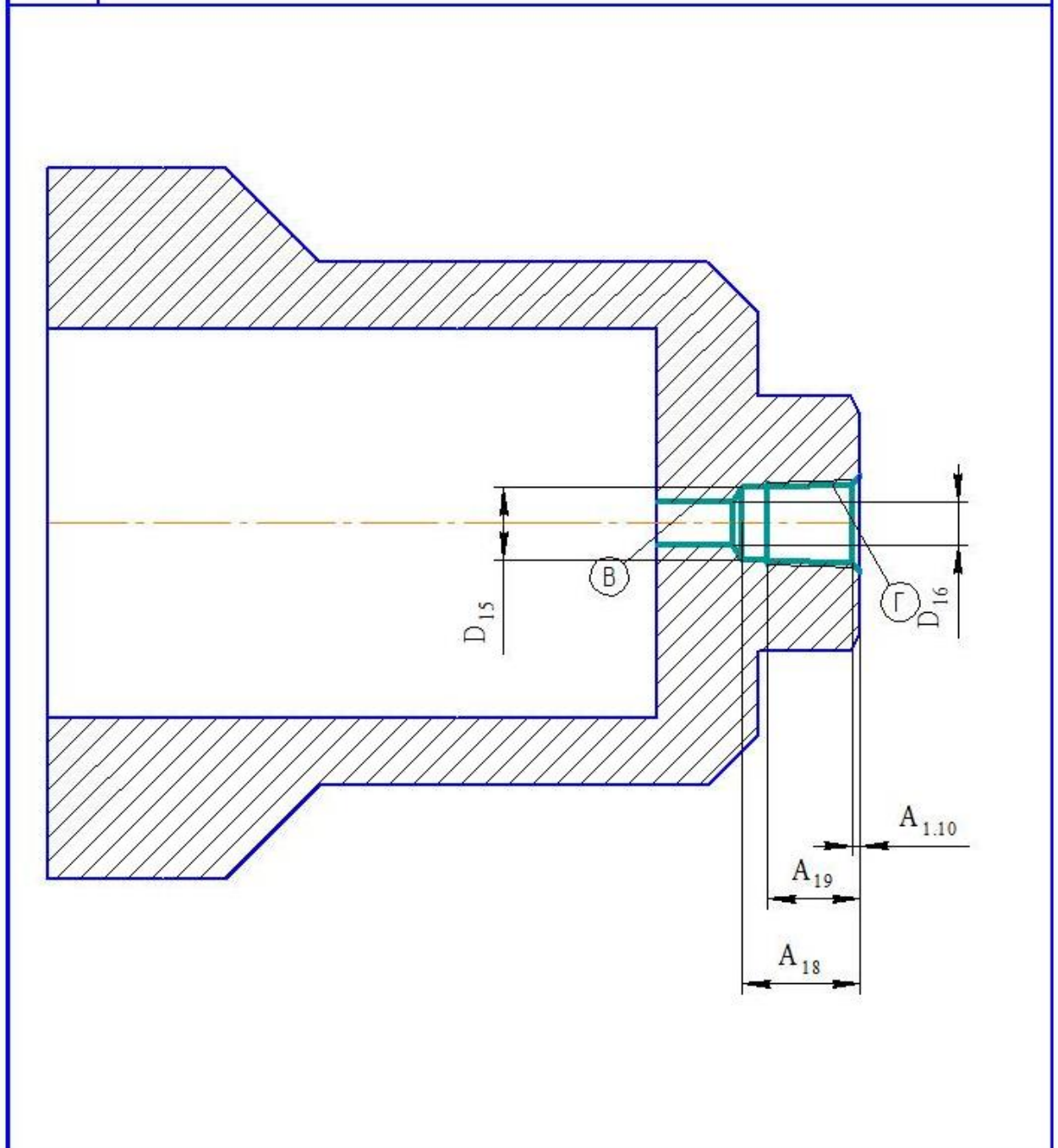
$\sqrt{Rz\ 40}$



№	Наименование, эскиз
010	3. Подрезать торец окончательно 4. Точить по контуру А,Б начисто



№	Наименование, эскиз
010	5. Сверлить отверстие напроход 6. Зенкеровать отверстие 7. Точить фаску в отверстии 8. Нарезать резьбу в отверстии

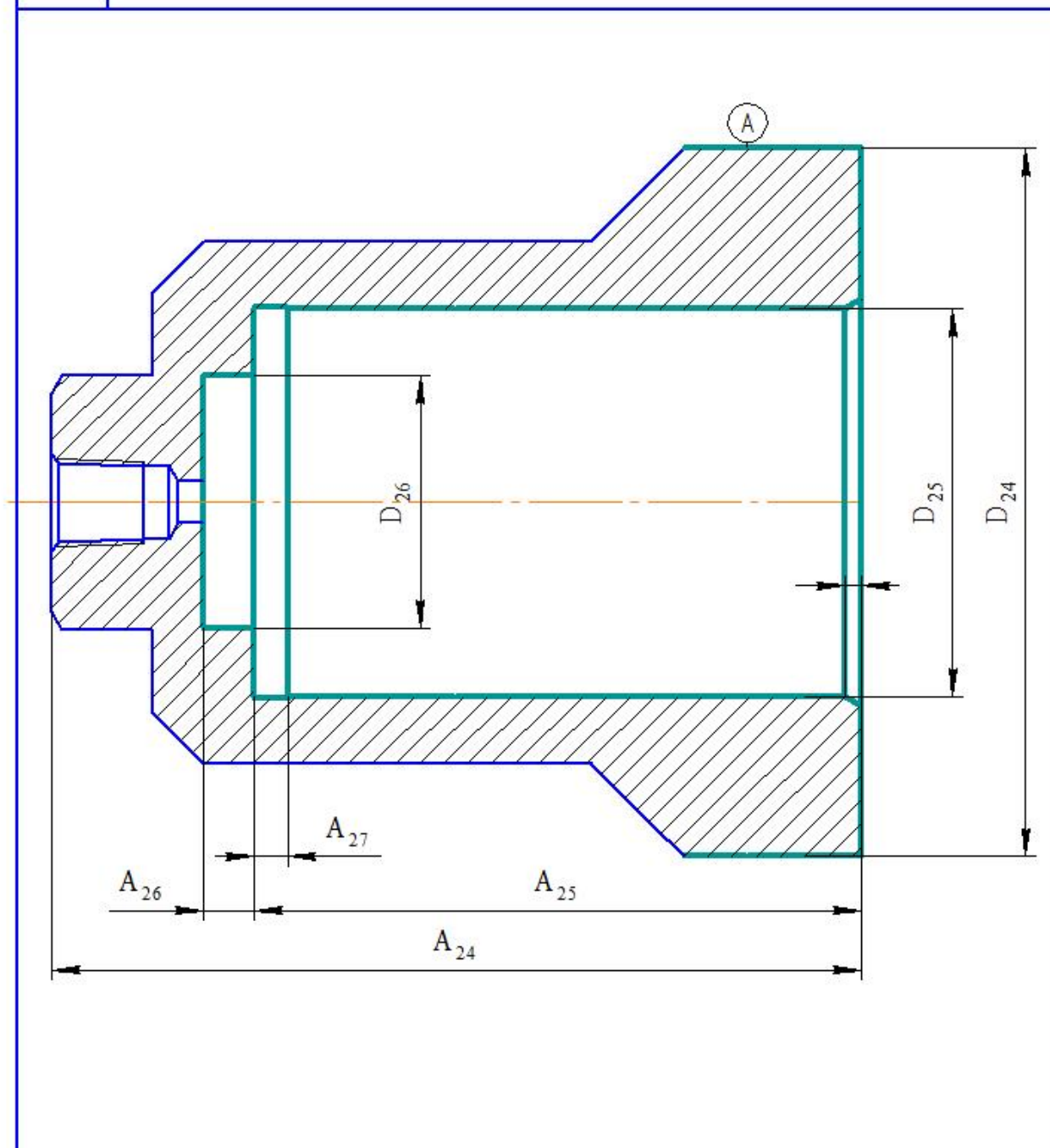


№	Наименование, эскиз
020	<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец и точить поверхность А 2. Расточить отверстие по контуру

The drawing shows a cross-section of a stepped shaft with the following features and dimensions:

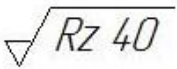
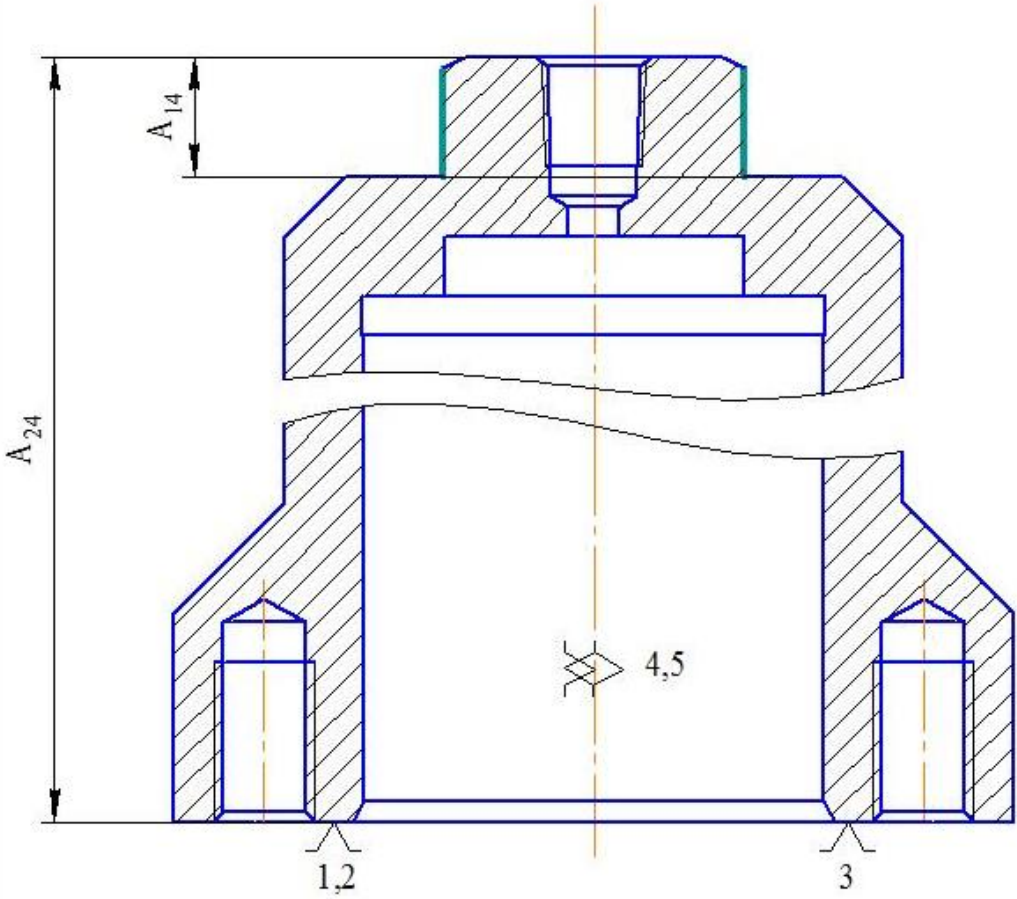
- Surface A:** The top surface of the rightmost cylindrical section, indicated by a circled 'A'.
- Surface 5:** The chamfered end face on the left side.
- Internal Features:** Two chamfered holes are shown with labels '1,2' and '3,4'.
- Dimensions:**
 - D_{23} : Diameter of the inner hole.
 - D_{22} : Diameter of the middle cylindrical section.
 - D_{21} : Diameter of the outer cylindrical section.
 - A_{23} : Axial length of the inner hole.
 - A_{22} : Axial length of the middle cylindrical section.
 - A_{21} : Axial length of the outer cylindrical section.

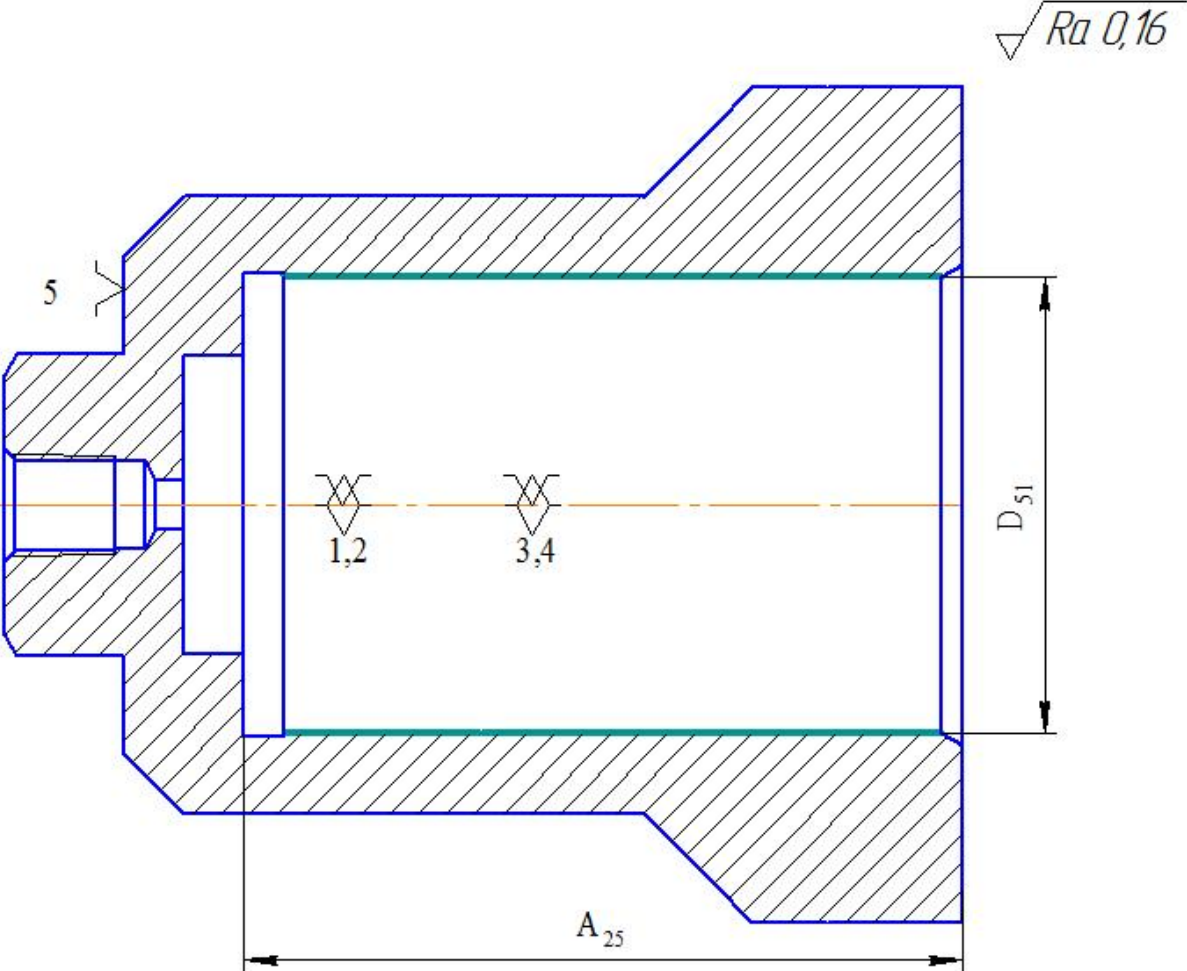
№	Наименование, эскиз
020	3. Подрезать торец и точить поверхность А начисто 4. Расточить отверстие по контуру начисто



№	Наименование, эскиз
030	Вертикально-сверлильная 1. Сверлить 4 отверстия
<p> The drawing shows a technical sketch of a vertically-drilled part. The part has a central vertical hole with a diameter of 1.2. There are two side holes, each with a diameter of 3.4 and a depth of 5. The distance between the centers of these two side holes is 66 ± 0.2. The top edge of the part has a surface roughness of Rz 40. The top flange has a thickness of 20 ± 0.5. The part is shown in a cross-sectional view with hatching on the outer shell. </p>	

№	Наименование, эскиз
035	Вертикально-сверлильная 1. Зенковать фаски 2. Нарезать резьбу М10-7Н
<p> $\sqrt{Rz\ 40}$ $66 \pm 0,2$ $1 \times 45^\circ$ $16^{+0,5}$ $1,2$ $3,4$ 5 </p> <p>The drawing shows a technical sketch of a vertically drilled part. It features a central vertical hole with a diameter of 10 mm (M10-7H). The part has a total width of 66 mm with a tolerance of ±0.2 mm. The top surface is chamfered with a 45-degree angle. Two side holes are located 16 mm from the top edge, with a diameter of 1.2 mm. The bottom of the part has a diameter of 3.4 mm and a length of 5 mm. The surface finish requirement is Rz 40.</p>	

№	Наименование, эскиз
040	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>Фрезеровать лыски шириной $27_{-0,3}$</p>
<div style="text-align: right; margin-bottom: 20px;">  </div> 	
045	<p>Слесарная</p> <p>Зачистить заусенцы</p>

№	Наименование, эскиз
050	Внутришлифовальная Шлифовать отверстие
 <p>The drawing shows a cross-section of a mechanical part with a central hole. The hole has a diameter of D_{51} and a length of A_{25}. The surface finish of the hole is specified as $Ra 0,16$. The drawing includes several dimension lines and surface finish symbols. A dimension of 5 is shown for a chamfered edge. Two surface finish symbols are present: one with a value of 1,2 and another with a value of 3,4. The part is shown with hatching to indicate its cross-section.</p>	
060	Гальваническая Нанести Покрытие: Х.мол.9.
070	Технический контроль

1.6 Построение расчётной схемы и графа технологических цепей

Цель размерного анализа состоит в оценке качества технологических процессов. При таком анализе проверяется, будет ли обеспечена точность и качество поверхности детали, заданное на ее чертеже. Для размерного анализа составляется комплексная схема обработки детали, на которой наносятся контуры детали и заготовки, проставляются все размеры: конструкторские, технологические и заготовки. На комплексной схеме выявляются размерные цепи, в которые входят конструкторские размеры и технологические, при выполнении которых должны выдерживаться конструкторские размеры.

Согласно маршруту изготовления корпуса, составлена размерная схема, которая представлена на рисунках 1.2 и 1.3. Размерные схемы содержат все технологические и конструкторские размеры, а также припуски на обработку, проверка которых была осуществлена в данной работе.

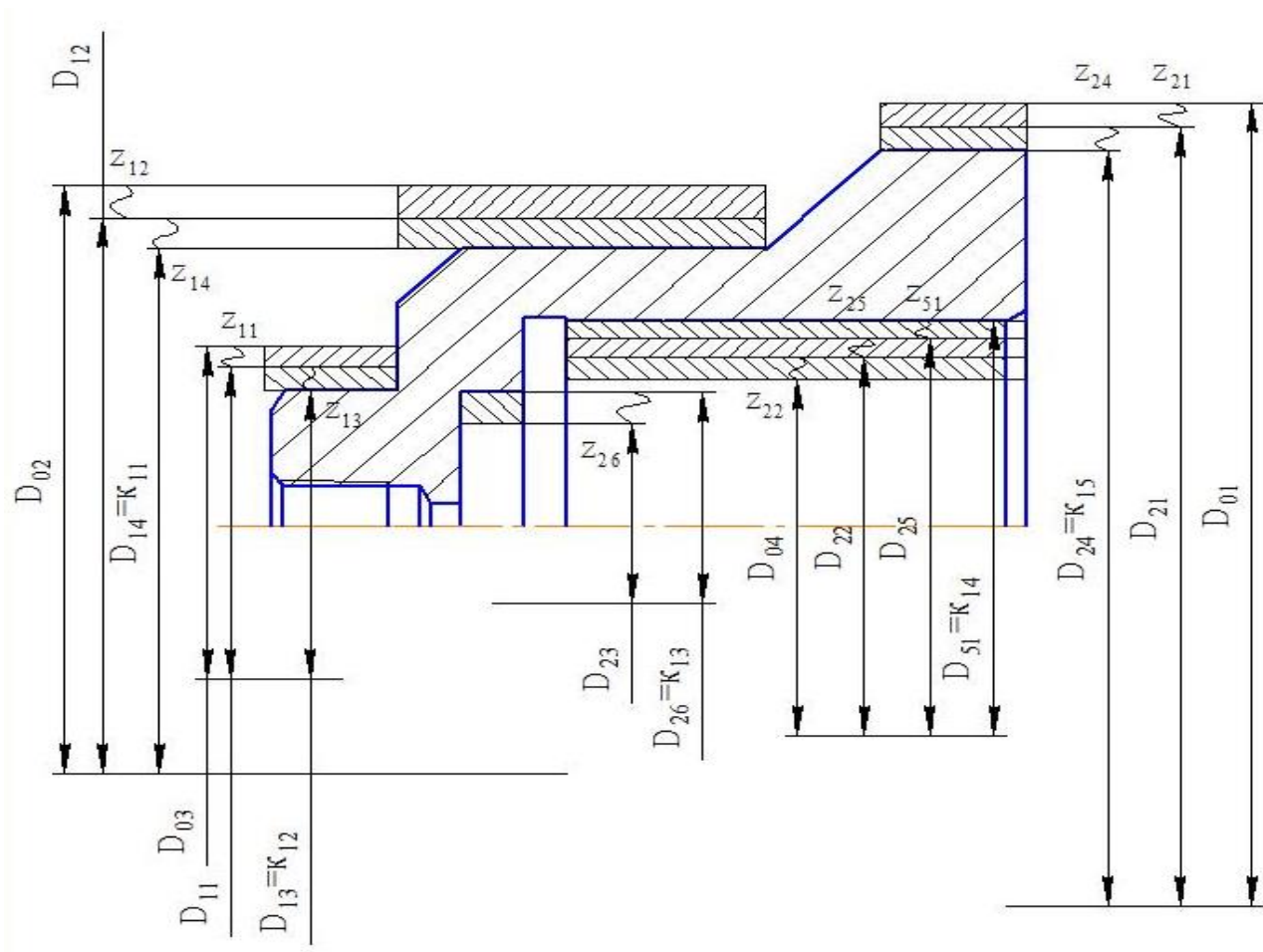


Рисунок 1.2 – Размерная схема технологического процесса изготовления детали «Корпус» (диаметральное направление).

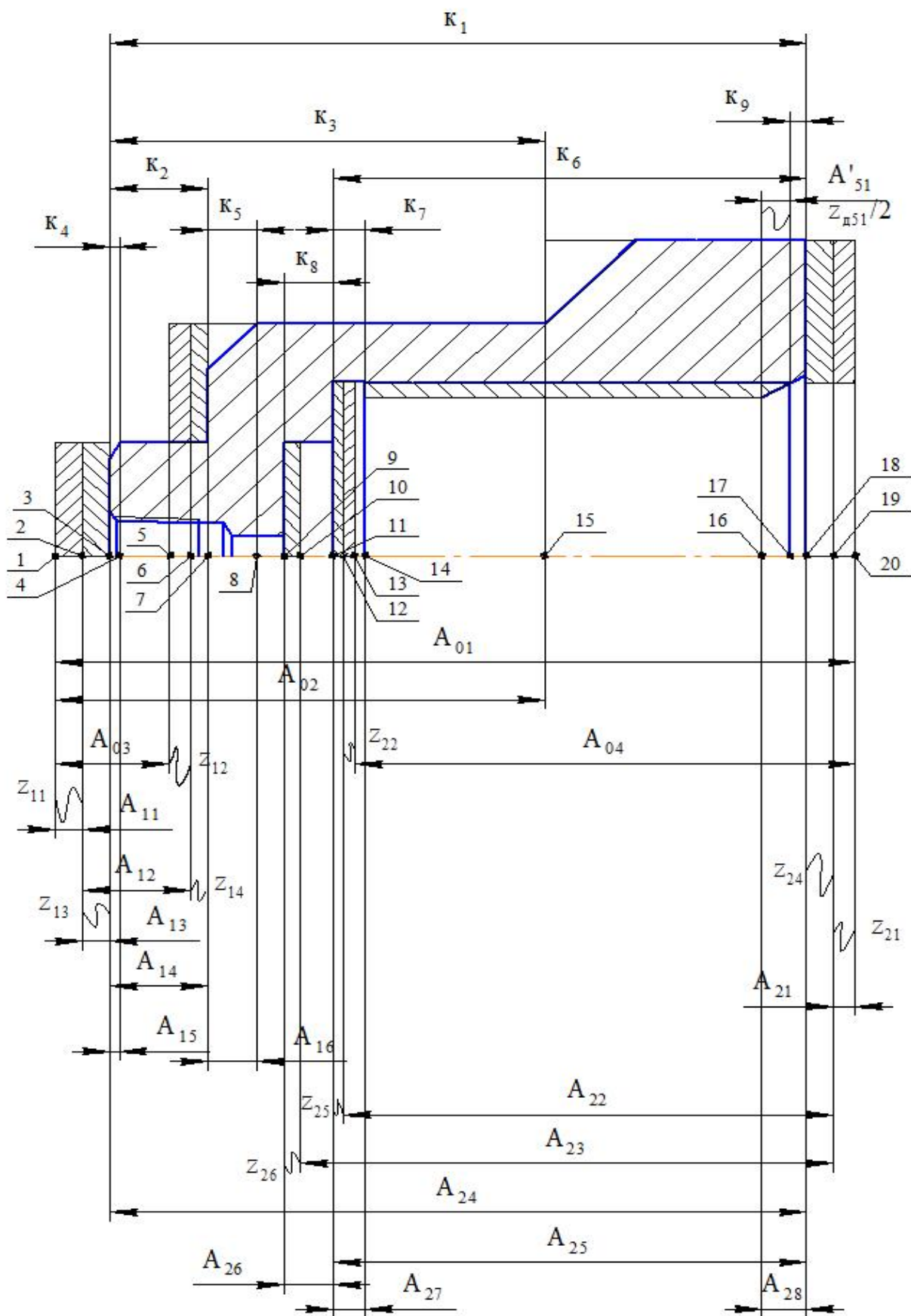


Рисунок 1.3 – Размерная схема технологического процесса изготовления детали «Корпус» (продольное направление).

Граф для продольной размерной схемы изготовления детали «Корпус» представлен на рисунке 1.4.

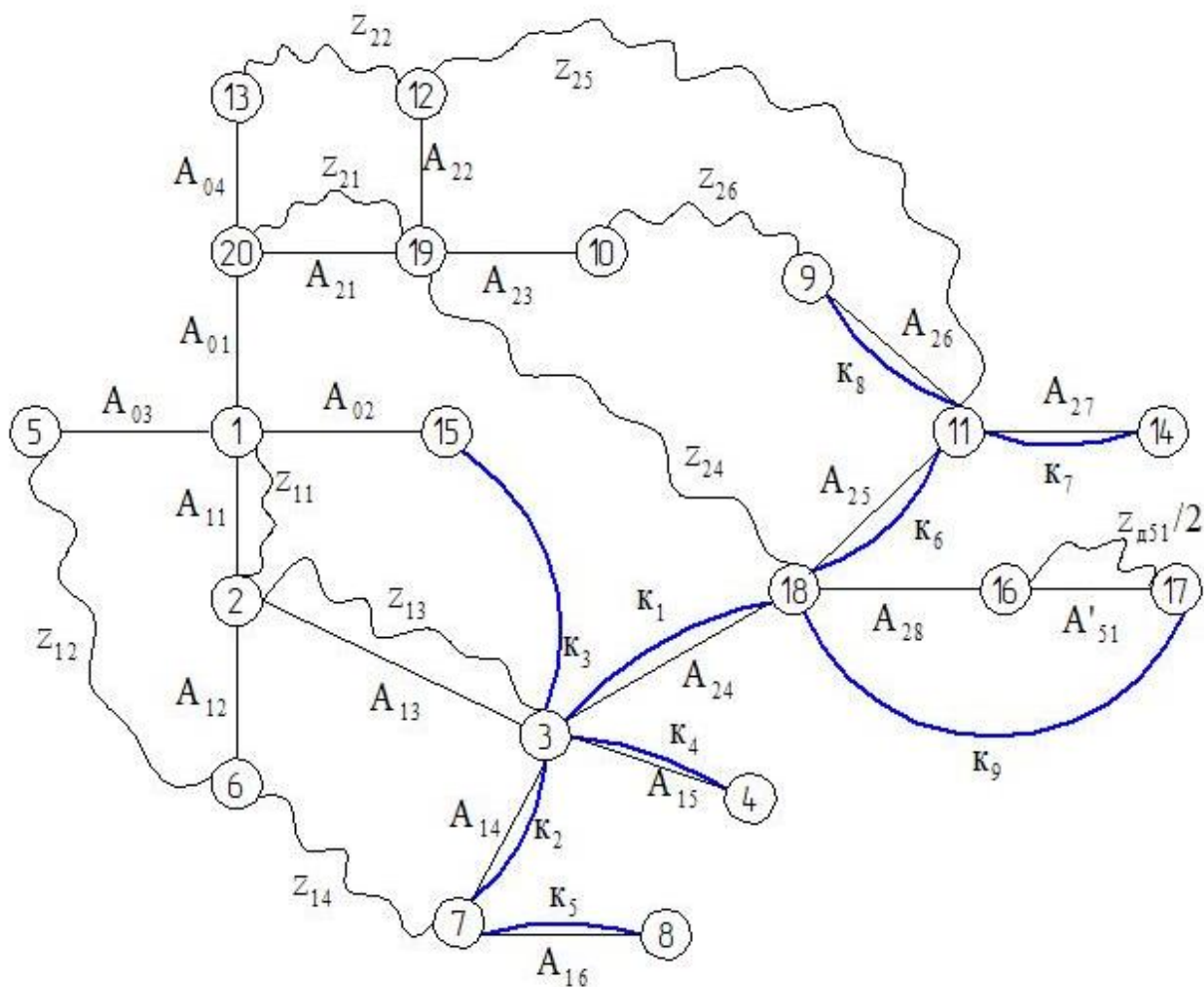


Рисунок 1.4 – Граф технологических размерных цепей.

Расчёт минимальных припусков на обработку заготовки

При каждом выполняемом технологическом переходе механической обработки резанием необходимо предусмотреть минимальный припуск на обработку, достаточный для ликвидации имеющихся погрешностей заготовки и компенсации погрешностей выполняемого перехода, влияющих на припуск [2].

Обработка наружных или внутренних поверхностей вращения [1]:

$$z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.10)$$

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

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

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

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

ε_i – погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{P_{i-1}}^2 + \rho_{\Phi_{i-1}}^2}, \quad (1.11)$$

где $\rho_{P_{i-1}}^2$ – 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 (1.12) из [4, 22, 23]:

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

где $\rho_{i-1} = \rho_{P_{i-1}} + \rho_{\Phi_{i-1}}$.

Расчет припусков на обработку производим по вышеуказанной формуле (1.12) и сводим их в таблицу 1.4.

В результате расчет минимального припуска сводиться к простому складыванию значений в каждой строке (для продольных) или рассчитывается по формуле (1.10) для радиальных и заносим в таблицу 1.5.

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].

Продольные припуски

Припуск Z₁₁: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₁₂: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₁₃: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₁₄: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₁₅: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₂₁: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₂₂: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 200 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₂₄: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₂₅: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Припуск Z₂₆: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 150 мкм (неперпендикулярность торца) [3]. Погрешность закрепления входит в допуск на размер.

Таблица 1.4 – Расчет продольных припусков на обработку

	Rz	h	ρ	Z_{min}
Z ₁₁	200	300	200	700
Z ₁₂	200	300	200	700
Z ₁₃	50	60	150	260
Z ₁₄	50	60	150	260
Z ₁₅	200	300	200	700
Z ₂₁	200	300	200	700
Z ₂₄	50	60	150	260
Z ₂₅	50	60	150	260
Z ₂₆	50	60	150	260
Z ₂₂	200	300	200	700

Радиальные припуски

Припуск Z₁₁: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 150 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления штампованной заготовки в трехкулачковом патроне ε=500 мкм [3].

Припуск Z₁₂: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 150 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления штампованной заготовки в трехкулачковом патроне ε=500 мкм [3].

Припуск Z₁₃: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 100 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась [3].

Припуск Z₁₄: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 100 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась [3].

Припуск Z₂₁: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 150 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в трехкулачковом патроне ε=60 мкм [3].

Припуск Z₂₂: шероховатость штампованной заготовки Rz=200 мкм, дефектный слой T=300 мкм, кривизна 150 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в трехкулачковом патроне ε=60 мкм [3].

Припуск Z₂₄: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 100 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась [3].

Припуск Z₂₅: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 100 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась [3].

Припуск Z₂₆: шероховатость обработанной заготовки Rz=50 мкм, дефектный слой T=60 мкм, кривизна 100 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления отсутствует, т.к. заготовка не переустанавливалась [3].

Припуск Z₅₁: шероховатость чисто обработанной заготовки Rz=20 мкм, дефектный слой T=30 мкм, кривизна 60 мкм (радиальное биение) [3]. Погрешность закрепления чисто обработанной заготовки в патроне ε=40 мкм [3].

Расчет радиальных припусков:

$$z_{11} = 2 \times \left(200 + 300 + \sqrt{150^2 + 500^2} \right) = 2100 \text{ мкм}$$

$$z_{12} = 2 \times \left(200 + 300 + \sqrt{150^2 + 500^2} \right) = 2100 \text{ мкм}$$

$$z_{13} = 2 \times \left(50 + 60 + \sqrt{100^2 + 0^2} \right) = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{14} = 2 \times \left(50 + 60 + \sqrt{100^2 + 0^2} \right) = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{21} = 2 \times \left(200 + 300 + \sqrt{150^2 + 60^2} \right) = 1400 \text{ мкм}$$

$$z_{22} = 2 \times \left(200 + 300 + \sqrt{150^2 + 60^2} \right) = 1400 \text{ мкм}$$

$$z_{24} = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{25} = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{26} = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{100^2 + 0^2}) = 420 \text{ мкм}$$

$$z_{51} = 2 \times (20 + 30 + \sqrt{60^2 + 40^2}) = 240 \text{ мкм}$$

Таблица 1.5 – Расчет радиальных припусков на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм
	Rz	T	ρ	ε	
Поверхность Ø62 _{-0,2}					
Штамповка	200	300	150	-	-
Точение	50	60	100	60	1400 (Z ₂₁)
Чистовое точение	10	20	50	0	420 (Z ₂₄)
Поверхность Ø30 _{2-0,2}					
Штамповка	200	300	150	-	-
Точение	50	60	100	500	2100 (Z ₁₁)
Чистовое точение	10	20	50	0	420 (Z ₁₃)
Поверхность Ø84 _{-0,2}					
Штамповка	200	300	150	-	-
Точение	50	60	100	500	2100 (Z ₁₂)
Чистовое точение	10	20	50	0	420 (Z ₁₄)
Поверхность Ø46 ^{+0,062}					
Штамповка	200	300	150		-
Точение	50	60	100	60	1400 (Z ₂₂)
Чистовое точение	20	30	60	0	420 (Z ₂₅)
Шлифование	10	20	50	40	240 (Z ₅₁)
Поверхность Ø30 ^{+0,2}					
Точение	50	60	100	-	-
Чистовое точение	10	20	50	0	420 (Z ₂₆)

1.7 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допускаемое отклонение на штампованную заготовку ($TD_0, TA_0 = 1,6 \text{ мм}$). Допуски размеров, получаемые

на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности

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

Для черновых операций это соответствует 11 качеству, для чистовых 10 качеству. Для размеров, выдерживаемых непосредственно приравняем допуск к допуску конструкторского размера.

Расширяем допуски на диаметральные технологические размеры:

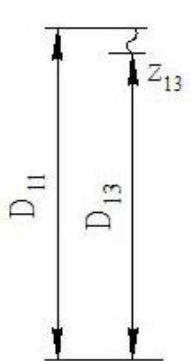
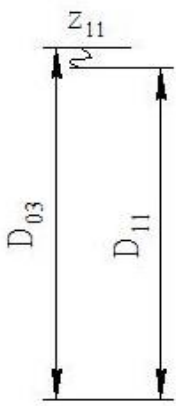
$TD_{21} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{23} = 0,3 \text{ мм};$
$TD_{24} = 0,2 \text{ мм};$	$TD_{12} = 0,3 \text{ мм};$
$TD_{22} = 0,3 \text{ мм};$	$TD_{14} = 0,2 \text{ мм};$
$TD_{25} = 0,2 \text{ мм};$	$TD_{11} = 0,3 \text{ мм};$

Допуски на осевые размеры

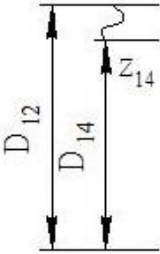
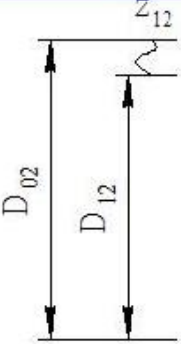
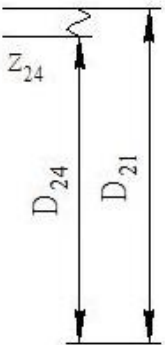
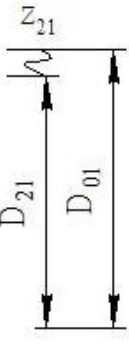
$TA_{11} = 0,4 \text{ мм};$	$TA_{16} = 0,4 \text{ мм};$	$TA_{24} = 0,2 \text{ мм};$
$TA_{12} = 0,3 \text{ мм};$	$TA_{17} = 0,4 \text{ мм};$	$TA_{25} = 0,2 \text{ мм};$
$TA_{13} = 0,2 \text{ мм};$	$TA_{21} = 0,4 \text{ мм};$	$TA_{26} = 0,2 \text{ мм};$
$TA_{14} = 0,2 \text{ мм};$	$TA_{22} = 0,3 \text{ мм};$	$TA_{27} = 0,4 \text{ мм};$
$TA_{15} = 0,4 \text{ мм};$	$TA_{23} = 0,3 \text{ мм};$	$TA_{28} = 0,4 \text{ мм};$

Расчет технологических размеров сводим в таблицу 1.6.

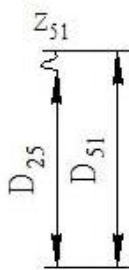
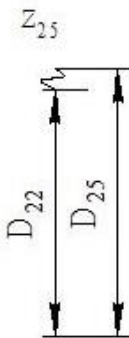
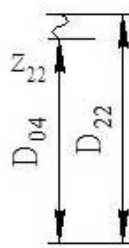
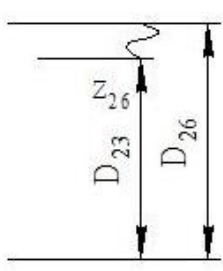
Таблица 1.6 – Расчет технологических размеров

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> $D_{14} = K_{11} = 62_{-0,2}$ $D_{13} = K_{12} = 30,2_{-0,2}$ $D_{26} = K_{13} = 30^{+0,2}$ $D_{51} = K_{14} = 46^{+0,062}$ $D_{24} = K_{15} = 84_{-0,2}$
	<p>Определение технологического размера D_{11}</p> $D_{11}^c = D_{13}^c + Z_{13}^c$ $Z_{13}^c = Z_{13}^{min} + \frac{TD_{13} + TD_{11}}{2}$ $Z_{13}^c = 0,42 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,67$ $D_{11}^c = 30,1 + 0,67 = 30,77$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{11} = 30,9_{-0,3}$
	<p>Определение технологического размера D_{03}</p> $D_{03}^c = D_{11}^c + Z_{11}^c$ $Z_{11}^c = Z_{11}^{min} + \frac{TD_{11} + TD_{03}}{2}$ $Z_{11}^c = 2,1 + \frac{0,3 + 1,6}{2} = 3,05$ $D_{03}^c = 30,77 + 3,05 = 33,82$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{03} = 34,6_{-1,6}$

Расчет технологических размеров (радиальное направление)

Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера D_{12}</p> $D_{12}^c = D_{14}^c + Z_{14}^c$ $Z_{14}^c = Z_{14}^{min} + \frac{TD_{14} + TD_{11}}{2}$ $Z_{14}^c = 0,42 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,67$ $D_{12}^c = 61,9 + 0,67 = 62,57$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{12} = 62,7_{-0,3}$
	<p>Определение технологического размера D_{02}</p> $D_{02}^c = D_{12}^c + Z_{12}^c$ $Z_{12}^c = Z_{12}^{min} + \frac{TD_{12} + TD_{11}}{2}$ $Z_{12}^c = 2,1 + \frac{0,3 + 1,6}{2} = 3,05$ $D_{02}^c = 62,57 + 3,05 = 65,62$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{02} = 66,4_{-1,6}$
	<p>Определение технологического размера D_{21}</p> $D_{21}^c = D_{24}^c + Z_{24}^c$ $Z_{24}^c = Z_{24}^{min} + \frac{TD_{24} + TD_{21}}{2}$ $Z_{24}^c = 0,42 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,67$ $D_{21}^c = 83,9 + 0,67 = 84,57$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{21} = 84,7_{-0,3}$
	<p>Определение технологического размера D_{01}</p> $D_{01}^c = D_{21}^c + Z_{21}^c$ $Z_{21}^c = Z_{21}^{min} + \frac{TD_{21} + TD_{11}}{2}$ $Z_{21}^c = 1,4 + \frac{0,3 + 1,6}{2} = 2,35$ $D_{01}^c = 84,57 + 2,35 = 86,92$ <p>т.к. размер относится к валам, то</p> $D_{01} = 87,7_{-1,6}$

Расчет технологических размеров (радиальное направление)

Размерная цепь	Расчет технологического размера
	<p>Определение технологического размера D_{25}</p> $D_{25}^c = D_{51}^c - Z_{51}^c$ $Z_{51}^c = Z_{51}^{min} + \frac{TD_{51} + TD_{11}}{2}$ $Z_{51}^c = 0,24 + \frac{0,062 + 0,2}{2} = 0,371$ $D_{25}^c = 46,031 - 0,371 = 45,66$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{25} = 45,5^{+0,2}$
	<p>Определение технологического размера D_{22}</p> $D_{22}^c = D_{25}^c - Z_{25}^c$ $Z_{25}^c = Z_{25}^{min} + \frac{TD_{25} + TD_{11}}{2}$ $Z_{25}^c = 0,42 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,67$ $D_{22}^c = 45,66 - 0,67 = 44,99$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{22} = 44,8^{+0,3}$
	<p>Определение технологического размера D_{04}</p> $D_{04}^c = D_{22}^c - Z_{22}^c$ $Z_{22}^c = Z_{22}^{min} + \frac{TD_{22} + TD_{14}}{2}$ $Z_{22}^c = 1,4 + \frac{0,3 + 1,6}{2} = 2,35$ $D_{04}^c = 44,99 - 2,35 = 42,64$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{04} = 41,44^{+1,6}$
	<p>Определение технологического размера D_{23}</p> $D_{23}^c = D_{26}^c - Z_{26}^c$ $Z_{26}^c = Z_{26}^{min} + \frac{TD_{26} + TD_{11}}{2}$ $Z_{26}^c = 0,42 + \frac{0,2 + 0,3}{2} = 0,67$ $D_{23}^c = 30,1 - 0,67 = 29,43$ <p>т.к. размер относится к отверстиям, то</p> $D_{23} = 29,3^{+0,3}$

Расчет технологических размеров (продольное направление)

Ниже перечисленные конструкторские размеры выдерживаются непосредственно, т.е. они равны соответствующим технологическим размерам

$$A_{24} = K_1 = 96_{-0,2}$$

$$A_{14} = K_2 = 12_{\pm 0,1}$$

$$A_{15} = K_3 = 64_{\pm 0,2}$$

$$A_{16} = K_4 = 1,2_{\pm 0,2}$$

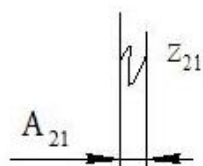
$$A_{17} = K_5 = 6_{\pm 0,2}$$

$$A_{25} = K_6 = 72_{\pm 0,2}$$

$$A_{27} = K_7 = 4_{\pm 0,2}$$

$$A_{26} = K_8 = 6_{\pm 0,1}$$

$$A_{26} = K_9 = 2_{\pm 0,2}$$



Определение технологического размера A_{21}

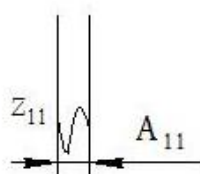
$$A_{21}^c = Z_{21}^c$$

$$Z_{21}^c = Z_{21}^{m\,in} + TA_{21}$$

$$Z_{21}^c = 0,7 + 0,4 = 1,1$$

$$A_{21}^c = 1,1$$

$$A_{21} = 1,1_{\pm 0,2}$$



Определение технологического размера A_{11}

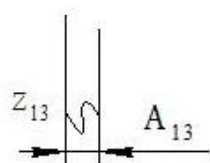
$$A_{11}^c = Z_{11}^c$$

$$Z_{11}^c = Z_{11}^{m\,in} + TA_{11}$$

$$Z_{11}^c = 0,7 + 0,4 = 1,1$$

$$A_{11}^c = 1,1$$

$$A_{11} = 1,1_{\pm 0,2}$$



Определение технологического размера A_{13}

$$A_{13}^c = Z_{13}^c$$

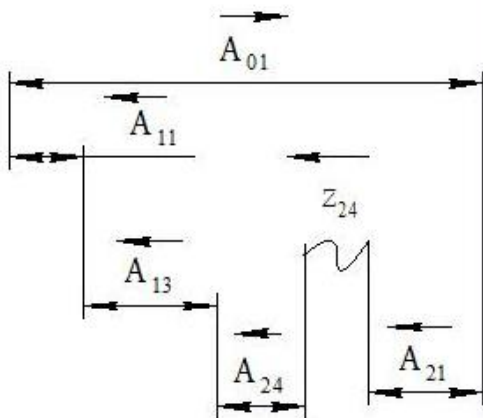
$$Z_{13}^c = Z_{13}^{m\,in} + TA_{13}$$

$$Z_{13}^c = 0,7 + 0,2 = 0,9$$

$$A_{13}^c = 0,9$$

$$A_{13} = 0,9_{\pm 0,1}$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера A_{01}
 замыкающим звеном является припуск Z_{24}

$$Z_{24} = A_{01} - A_{21} - A_{24} - A_{13} - A_{11}$$

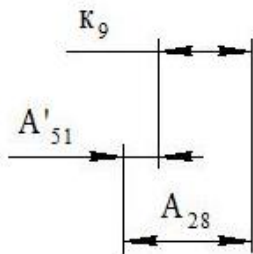
$$A_{01}^c = A_{11}^c + A_{13}^c + A_{24} + A_{21} + Z_{24}$$

$$Z_{24}^c = Z_{24}^{min} + \frac{TA_{01} + TA_{21} + TA_{24} + TA_{13} + TA_{11}}{2}$$

$$Z_{24}^c = 0,42 + \frac{1,6 + 0,4 + 0,2 + 0,2 + 0,4}{2} = 1,82$$

$$A_{01}^c = 1,1 + 0,9 + 95,9 + 1,1 + 1,82 = 100,82$$

$$A_{01} = 101,5_{-1,6}$$



Определение технологического размера A_{28}
 замыкающим звеном является конструкторский
 размер K_9 , необходимо, чтобы соблюдалось
 условие

$$TK_9 > TA_{28} + TA'_{51}$$

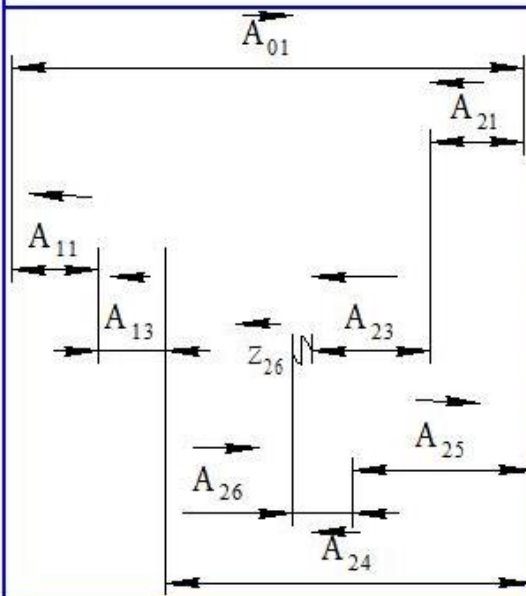
$$0,4 > 0,2 + 0,13$$

$$K_9 = 2 \pm 0,2 \quad K_9^c = A_{28}^c - A'_{51}^c$$

$$A_{28}^c = A'_{51}^c + K_9^c = 0,2 + 2 = 2,2$$

$$A_{28} = 2,2 \pm 0,1$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера A_{23}
 замыкающим звеном является припуск Z_{26}

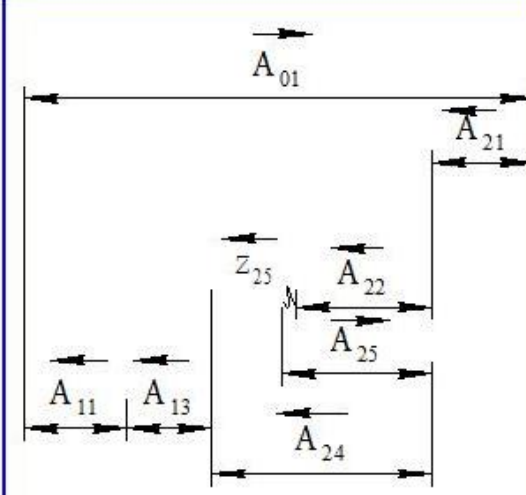
$$Z_{26} = A_{01} + A_{26} + A_{25} - A_{21} - A_{23} - A_{24} - A_{13} - A_{11}$$

$$A_{23}^c = A_{01}^c + A_{26}^c + A_{25}^c - A_{21} - A_{13} - Z_{26} - A_{24} - A_{11}$$

$$Z_{26}^c = Z_{26}^{min} + \frac{TA_{01} + TA_{26} + TA_{25} + TA_{21} + TA_{23} + TA_{24} + TA_{13} + TA_{11}}{7}$$

$$Z_{26}^c = 0,26 + \frac{1,6 + 0,2 + 0,2 + 0,4 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,4}{2} = 2,01$$

$$A_{23}^c = 76,7 + 6 + 72 - 1,1 - 0,9 - 2,01 - 71,9 - 1,1 = 77,69$$

$$A_{23} = 77,6 \pm 0,15$$


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

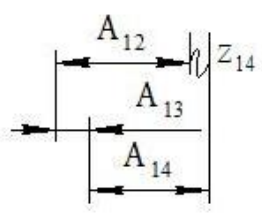
$$Z_{25} = A_{01} + A_{25} - A_{21} - A_{22} - A_{24} - A_{13} - A_{11}$$

$$A_{22}^c = A_{01}^c + A_{25}^c - A_{21} - A_{24} - A_{13} - Z_{25} - A_{11}$$

$$Z_{25}^c = Z_{25}^{min} + \frac{TA_{01} + TA_{25} + TA_{21} + TA_{22} + TA_{24} + TA_{13} + TA_{11}}{7}$$

$$Z_{25}^c = 0,26 + \frac{1,6 + 0,2 + 0,4 + 0,3 + 0,2 + 0,2 + 0,4}{2} = 1,91$$

$$A_{22}^c = 76,7 + 72 - 1,1 - 71,9 - 0,9 - 1,91 - 1,1 = 71,79$$

$$A_{22} = 71,7 \pm 0,15$$


Определение технологического размера A_{12}

$$A_{12}^c = A_{13}^c + A_{14}^c - Z_{14}^c$$

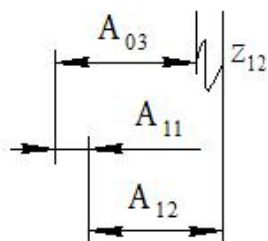
$$Z_{14}^c = Z_{14}^{min} + \frac{TA_{13} + TA_{14} + TA_{12}}{2}$$

$$Z_{14}^c = 0,26 + \frac{0,3 + 0,2 + 0,2}{2} = 0,61$$

$$A_{12}^c = 0,9 + 12 - 0,61 = 12,29$$

$$A_{12} = 12,2 \pm 0,15$$

Расчет технологических размеров (продольное направление)



Определение технологического размера A_{03}

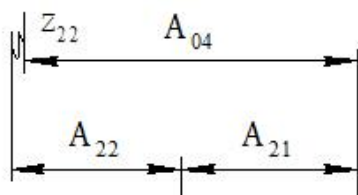
$$A_{03}^c = A_{11}^c + A_{12}^c - Z_{12}^c$$

$$Z_{12}^c = Z_{12}^{min} + \frac{T_{A_{12}} + T_{A_{11}} + T_{A_{11}}}{2}$$

$$Z_{12}^c = 0,7 + \frac{1,6 + 0,4 + 0,3}{2} = 1,85$$

$$A_{03}^c = 1,1 + 12,2 - 1,85 = 11,45$$

$$A_{03} = 11 \pm 0,8$$



Определение технологического размера A_{04}

$$A_{04}^c = A_{22}^c + A_{21}^c - Z_{22}^c$$

$$Z_{22}^c = Z_{22}^{min} + \frac{T_{A_{21}} + T_{A_{22}} + T_{A_{21}}}{2}$$

$$Z_{22}^c = 0,7 + \frac{1,6 + 0,3 + 0,4}{2} = 1,85$$

$$A_{04}^c = 71,7 + 1,1 - 1,85 = 68,75$$

$$A_{04} = 68 \pm 0,8$$

1.8 Расчет режимов резания

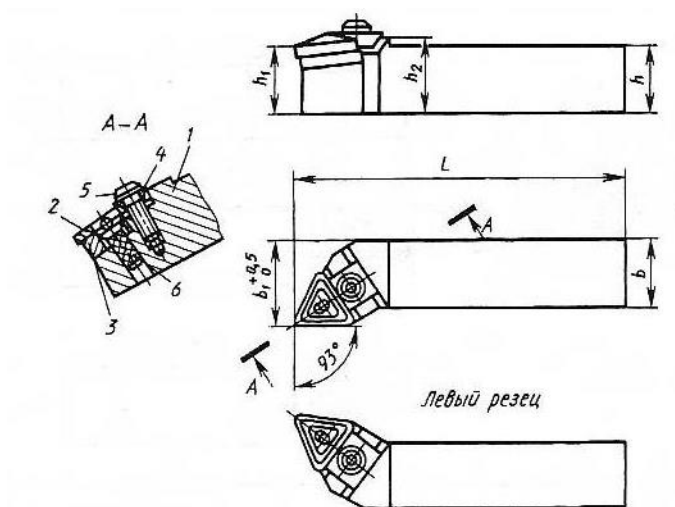
Выполняем расчет для всех переходов [1].

Токарная операция 010 (переход 1)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.



1. Диаметр поверхности $d=34,5$ мм.

2. Глубина резания: $t=1,1$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 34,5} = 1300 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1,3$ мм.

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 1,3^1 \times 0,6^{0,75} \times 143^{-0,15} \times 1,0 = 1518 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1518 \times \frac{143}{1000 \times 60} = 3,6 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010 (переход 2)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6 ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр обрабатываемой поверхности $d=66,5$ мм.

2. Глубина резания: $t= 1,85$ мм.

3. Поперечная подачу выбираем по табл. 11 [5,Т.2,стр.266] с учётом имеющихся подач на станке и обеспечения заданной шероховатости :

$S = 0,6$ 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: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$

– определены по таблице 17 [5, 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.

По таблицам 1,5,6 [5, Т.2, стр.261]:

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

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40Х берем из таблицы 2 [5, Т.2, стр.262]:

Коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости $K_{\Gamma} = 1$
 $n_V = 1$

$$K_{MV} = 1 \times \left(\frac{750}{850} \right)^1 = 0,882$$

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

Коэффициент, учитывающий качество материала инструмента $K_{ИV} = 1,15$.

$$K_V = 0,882 \times 0,8 \times 1,15 = 0,812$$

Скорость резания,

$$V = \frac{350 \times 0,812}{60^{0,2} \times 2,1^{0,15} \times 0,6^{0,35}} = 143,8 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143,8}{3,14 \times 66,5} = 680 \text{ об/мин}$$

d- диаметр обрабатываемой поверхности

5. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5,Т.2,стр.273].

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

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 таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 2,1^1 \times 0,6^{0,75} \times 143^{-0,15} \times 1,0 = 2018 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 2018 \times \frac{143}{1000 \times 60} = 4,8 \text{ кВт}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N/\eta = 4,8/0,85 = 5,66 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка – 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная операция 010 (переход 3)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=30$ мм.

2. Глубина резания: $t=0,9$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$S= 0,3$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$V = 190$ м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 30} = 2000 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5,Т.2,стр.273].

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

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1.10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,1^1 \times 0,3^{0,75} \times 190^{-0,15} \times 1,0 = 1085 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1085 \times \frac{190}{1000 \times 60} = 3,4 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010 (переход 4)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=88$ мм.

2. Глубина резания: $t=0,6$ мм.

3. Рекомендуемая подача [1]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [1] :

$$V = 190 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 88} = 680 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 0,8$ мм.

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала
 $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,8^1 \times 0,3^{0,75} \times 190^{-0,15} \times 1,0 = 987 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 987 \times \frac{190}{1000 \times 60} = 3,1 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010 (переход 5)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Сверло 5 P6M5 2301-4105 ГОСТ 2092-77

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр сверла $d=5$ мм.

2. Глубина резания: $t=2,5$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$S= 0,2$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$V = 35$ м/мин

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{35}{3,14 \times 5} = 2200 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по табл. 32 [5,Т.2,стр.281].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 5^2 \times 0,2^{0,8} \times 1,1 = 3,41 \text{ Нм}$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} \times \frac{n_{\phi}}{9750} = 3,41 \times \frac{2200}{9750} = 0,77 \text{ кВт}$$

Сверлильная операция 010 (переход 6)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Сверло специальное P6M5

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр сверла $d=7,8$ мм.

2. Глубина резания: $t=1,8$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,2 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$$V = 35 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{35}{3,14 \times 7,8} = 1400 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по табл.

32 [5, Т.2, стр.281].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1.10$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 1,8^2 \times 0,2^{0,8} \times 1,1 = 3,46 \text{ Нм}$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} \times \frac{n_{\phi}}{9750} = 3,46 \times \frac{1400}{9750} = 0,49 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010 (переход 7)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=11,5$ мм.

2. Глубина резания: $t=1$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$$V = 130 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{130}{3,14 \times 11,5} = 3600 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5, Т.2, стр.273].

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

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала
 $K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,3^{0,75} \times 130^{-0,15} \times 1,0 = 849 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 849 \times \frac{130}{1000 \times 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

Токарная операция 010 (переход 8)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Метчики К 1/8 Р6М5 2680-0003 ГОСТ 6227-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=8,7$ мм.

2. Глубина резания: $t=0,6$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,941 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$$V = 15 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{15}{3,14 \times 8,7} = 540 \text{ об/мин}$$

Токарная операция 020 (переход 1)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=88$ мм.

2. Глубина резания: $t=1$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$S= 0,6$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$$V = 143 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{143}{3,14 \times 88} = 500 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5,Т.2,стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t= z_{\max} = 1,2$ 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 таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1.10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,2^1 \times 0,6^{0,75} \times 143^{-0,15} \times 1,0 = 1408 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = P_z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1408 \times \frac{143}{1000 \times 60} = 3,4 \text{ кВт}$$

Токарная операция 020 (переход 2)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Расчет проводим используя сайт

<http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolselector.aspx>

Вводим исходные данные и получаем результат по инструменту и режимам резания

1. Рекомендуемая скорость резания [10]:

$$V = 266 \text{ м/мин}$$

2. Максимальное расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{266}{3,14 \times 45} = 1800 \text{ об/мин}$$

3. Мощность резания

$$N=6,84 \text{ кВт}$$

4. Подача на оборот

$$f_n = 0,3 \text{ мм/об}$$

Инструмент

Твердосплавная расточная оправка CoroTurn® 107 E16R-SCLCR 09-R



Токарная операция 020 (переход 3)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Инструмент – Резец для контурного точения 2103-0733 T15K6
ГОСТ 20872-80.

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр поверхности $d=84$ мм.

2. Глубина резания: $t=1,6$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$S=0,3$ мм/об.

4. Рекомендуемая скорость резания [5] :

$$V = 190 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{190}{3,14 \times 84} = 720 \text{ об/мин}$$

6. 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: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [5, Т.2, стр.273].

Глубина резания в формуле определения силы: $t = z_{\max} = 1,9$ мм.

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблицам 9,23 [5,Т.2,стр.264]:

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1,10$$

Коэффициенты учитывающие геометрические параметры режущей части инструмента

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

$$K_p = 1,10 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 1,0$$

Главная составляющая силы резания, форм. (7):

$$P_Z = 10 \times 300 \times 1,9^1 \times 0,3^{0,75} \times 190^{-0,15} \times 1,0 = 1874 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = P_Z \times \frac{V}{1000 \times 60} = 1874 \times \frac{190}{1000 \times 60} = 5,9 \text{ кВт}$$

Токарная операция 020 (переход 4)

Токарный с ЧПУ QUICK TURN NEXUS 100-II

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Расчет проводим используя сайт

<http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolselector.aspx>

Вводим исходные данные и получаем результат по инструменту и режимам резания

1. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$$V = 266 \text{ м/мин}$$

2. Максимальное расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{266}{3,14 \times 45} = 1800 \text{ об/мин}$$

3. Мощность резания

$$N = 4,68 \text{ кВт}$$

4. Подача на оборот

$$f_n = 0,3 \text{ мм/об}$$

Инструмент

Твердосплавная расточная оправка CoroTurn® 107 A20S-SSKCR 09-R

Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения SCMT 09 T3 12-PR 4325



Сверлильная операция 030 (переход 1)

Вертикально-сверлильный 2135

Инструмент – Сверло 8,7 P6M5 2301-4125 ГОСТ 2092-77

Обрабатываемый материал – Сталь 40X ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр сверла $d=8,7$ мм.

2. Глубина резания: $t=4,3$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$$V = 35 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{35}{3,14 \times 8,7} = 1200 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по табл.

32 [5,Т.2,стр.281].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,75} = 1.10$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 8,4^2 \times 0,3^{0,8} \times 1,1 = 10,2 \text{ Нм}$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} \times \frac{n_{\phi}}{9750} = 10,2 \times \frac{606}{9750} = 0,63 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N \times 4 / \eta = 0,63 \times 4 / 0,85 = 3,0 \text{ кВт.}$$

Сверлильная операция 035 (переход 1)

Вертикально-сверлильный 2135

Инструмент – Зенковка Р6М5 2353-0124 ГОСТ 14953-80

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр зенковки $d=12$ мм.

2. Глубина резания: $t=1$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$$V = 30 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{30}{3,14 \times 12} = 800 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times t^x \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,09$; $q = 1$; $x = 0,9$, $y = 0,8$ – определены по табл. 32 [5, Т.2, стр.281].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP}$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

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

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \times 0,09 \times 12^2 \times 1^{0,9} \times 0,3^{0,8} \times 1 = 54,4 \text{ Нм}$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} \times \frac{n_{\phi}}{9750} = 54,4 \times \frac{606}{9750} = 3,38 \text{ кВт}$$

10. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N \times 4 / \eta = 3,38 \times 4 / 0,85 = 15,9 \text{ кВт.}$$

Сверлильная операция 035 (переход 2)

Вертикально-сверлильный 2135

Инструмент – Метчики М10 Р6М5 261-1435 ГОСТ 3266-81

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

1. Диаметр метчика $d=10$ мм.

2. Глубина резания: $t=1$ мм.

3. Рекомендуемая подача[5]:

$$S = 1,25 \text{ мм/об.}$$

4. Рекомендуемая скорость резания [5]:

$$V = 15 \text{ м/мин}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{V}{\pi \times d} = 1000 \times \frac{10}{3,14 \times 10} = 300 \text{ об/мин}$$

Фрезерная операция 040 (переход 1)

Фрезерный с ЧПУ XD-40А

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Расчет проводим используя сайт

<http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolselector.aspx>

Вводим исходные данные и получаем результат по инструменту и режимам резания

1. Рекомендуемая скорость резания :

$$V = 300 \text{ м/мин}$$

2. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 8000 \text{ об/мин}$$

3. Мощность резания

$$N=1,54 \text{ кВт}$$

4. Подача на зуб

$$f_m = 0,22 \text{ мм/зуб}$$

5. Минутная подача фрезы

$$f_m = 8800 \text{ мм/мин}$$

Инструмент

Твердосплавная концевая фреза CoroMill® Plura для обработки прямоугольных уступов 2F342-1200-100-PC 1730.



Шлифовальная операция 050

Внутришлифовальный станок с NC I-grind 150 NC

Инструмент ПП 40x60x20 23А 40-Н СТ2 К8 35 м/с 2 А

Обрабатываемый материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Скорость вращательного движения заготовки, скорость круга, глубину, радиальную подачу выбираем в соответствии с таблицей 55 [5, Т2, стр 301].

$$V_3 = 35 \text{ м/мин (250 об/мин)}$$

$$V_K = 35 \text{ м/с} = 2100 \text{ м/мин (12000 об/мин)}$$

$$t = 0.005 - 0.02 \text{ мм. Принимаем } t = 0.02 \text{ мм}$$

$$s = 1 \text{ м/мин} = 4 \text{ мм/об}$$

Эффективная мощность

$$N = C_N V_3^R t^X S^Y d^q$$

Значения коэффициентов и показателей степени выбираем из таблице 56 [5, Т 2. стр.303].

$$C_N = 0.36 \quad r = 0.35 \quad x = 0.4 \quad y = 0.4 \quad q = 0.3$$

$$N = 0.36 \times 35^{0.35} \times 0.02^{0.4} \times 4^{0.4} \times 46^{0.3} = 3,2 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N / \eta = 3,2 / 0,85 = 3,8 \text{ кВт.}$$

1.9 Расчет основного времени

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{СХ}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

$l_{ПБ}$ – величина перебега инструмента, мм;

Принимаем: $l_{ПБ} = 1 \text{ мм}$.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

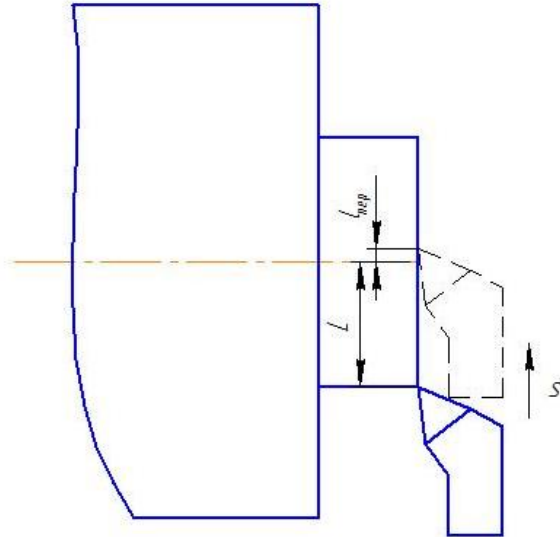
$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) \cdot i / (n \cdot S),$$

Величины врезания на операциях определяем из соответствующих таблиц
2-12[4, стр. 621]

Основное время для 010 токарной операции:

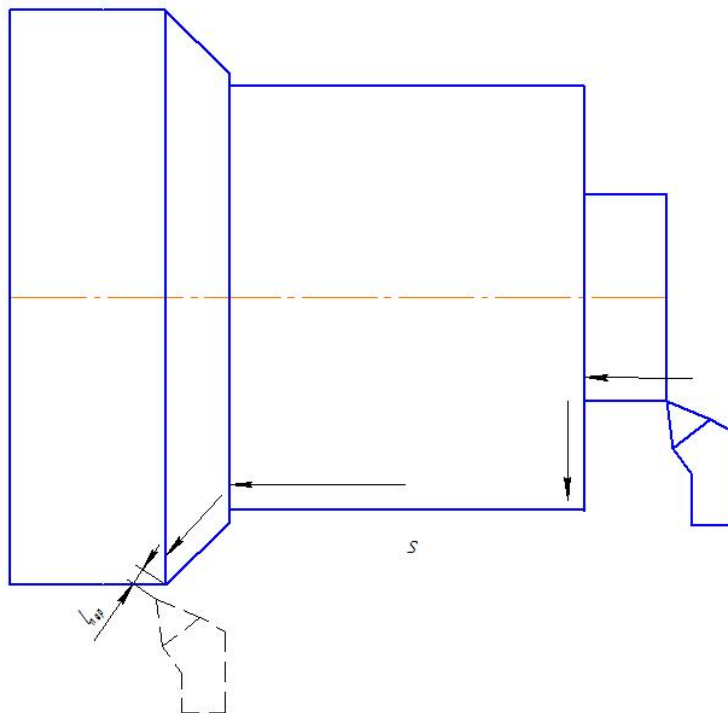
переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (18 + 0 + 1) * 1 / (1300 * 0,6) = 0,03 \text{ мин.}$$



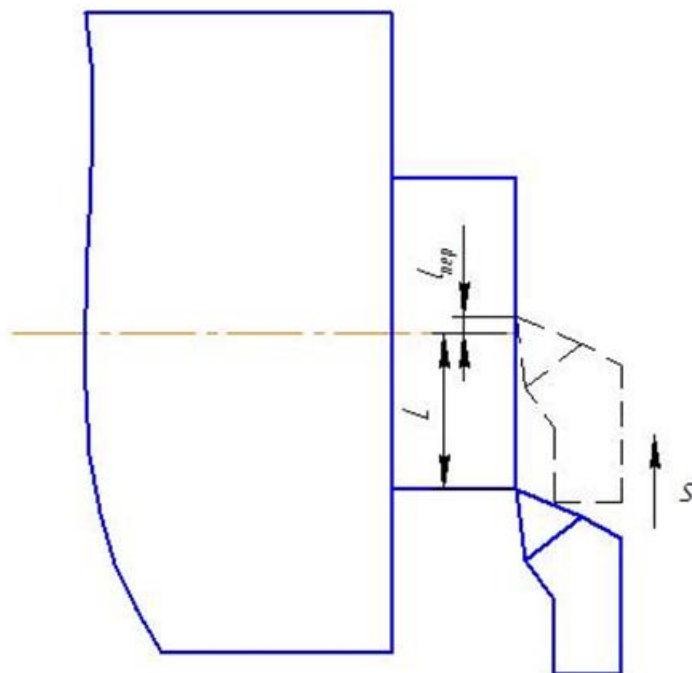
переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (92 + 0 + 1) * 1 / (680 * 0,6) = 0,23 \text{ мин.}$$



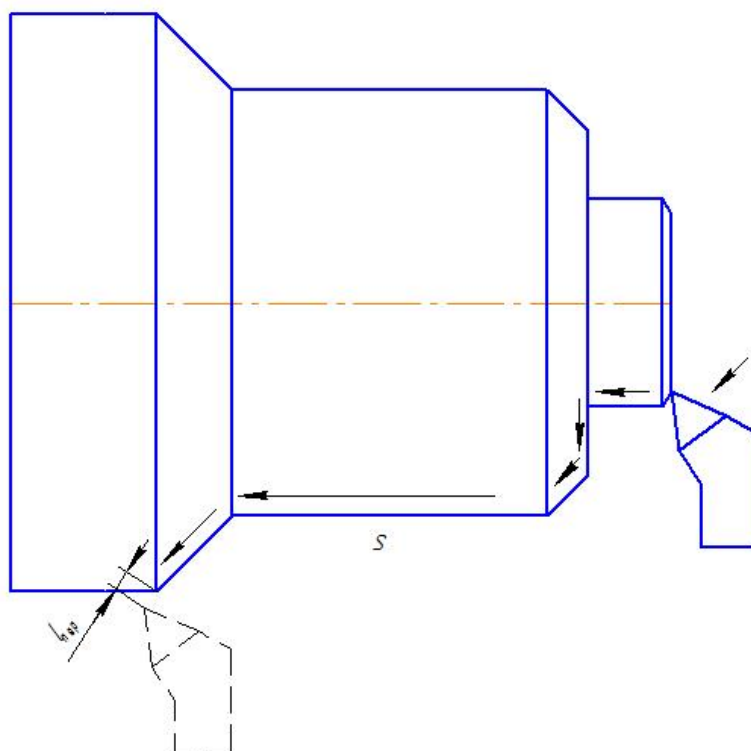
переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (18 + 0 + 1) * 1 / (2000 * 0,3) = 0,04 \text{ мин.}$$



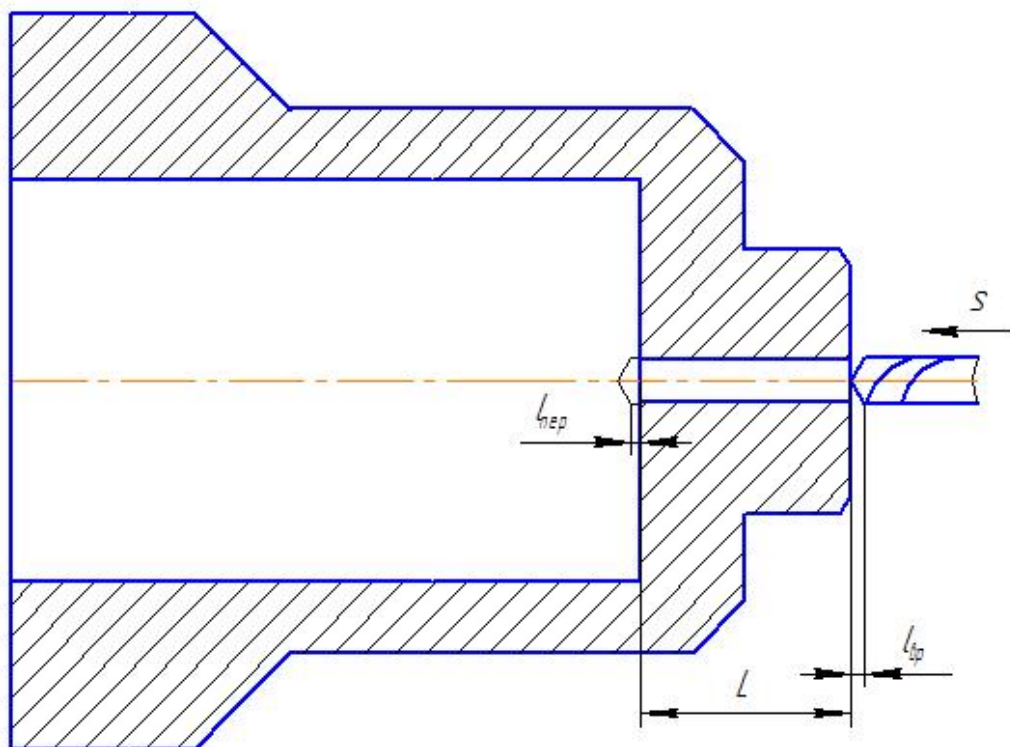
переход 4:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (92 + 0 + 1) * 1 / (680 * 0,3) = 0,47 \text{ мин.}$$



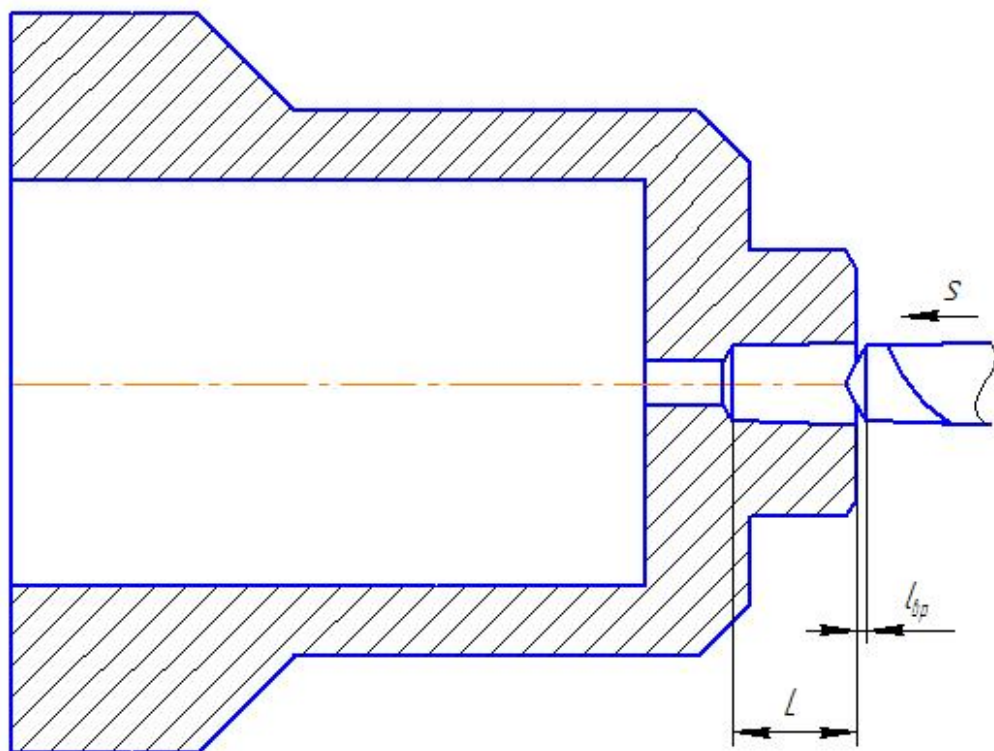
переход 5:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (24 + 4) * 1 / (2200 * 0,2) = 0,06 \text{ мин.}$$



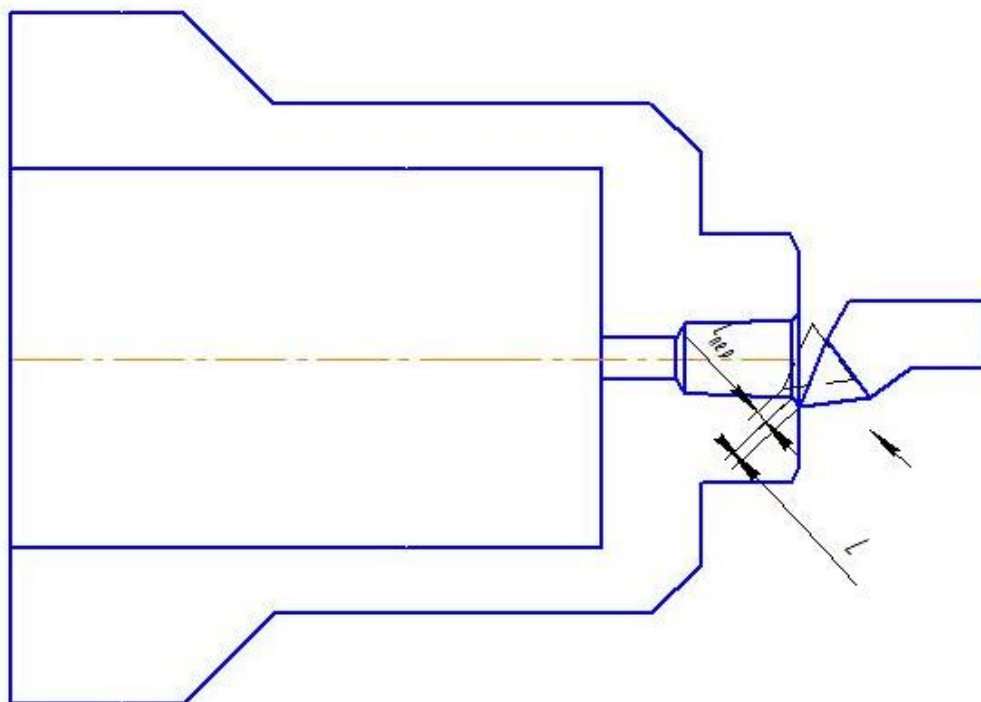
переход 6:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (14 + 2 + 0) * 1 / (1400 * 0,2) = 0,05 \text{ мин.}$$



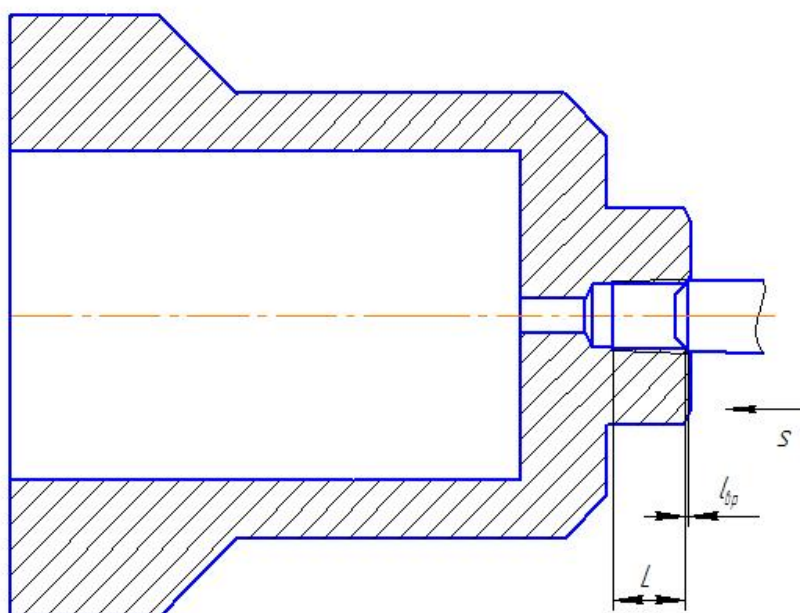
переход 7:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (1 + 0) * 1 / (3600 * 0,3) = 0,01 \text{ мин.}$$



переход 8:

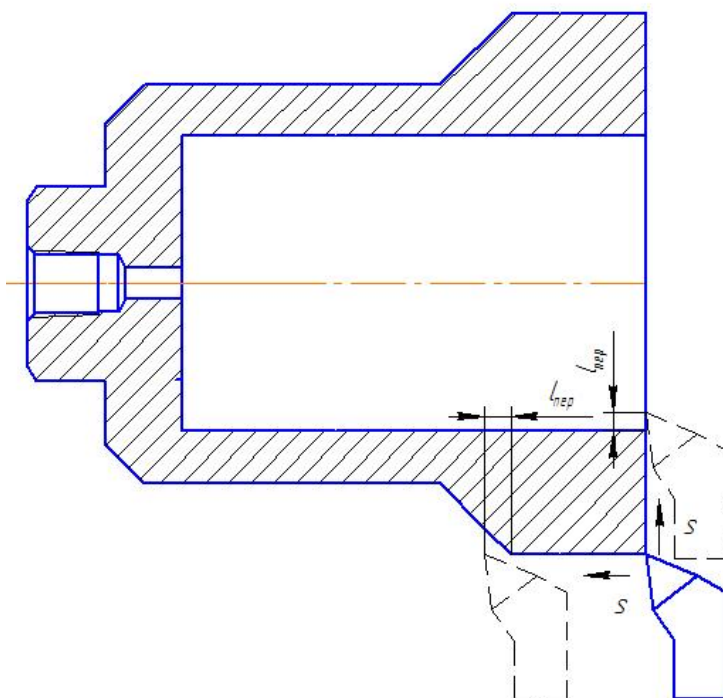
$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (11 + 2) * 3 / (540 * 0,941) = 0,08 \text{ мин.}$$



Основное время для 020 токарной операции:

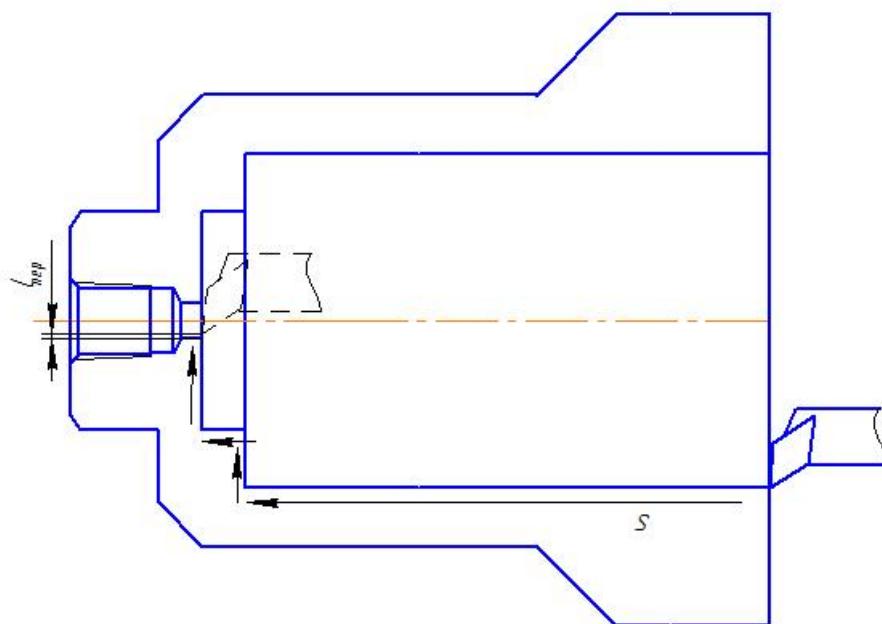
переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (23 + 1 + 1) * 1 / (500 * 0,6) = 0,08 \text{ мин.}$$



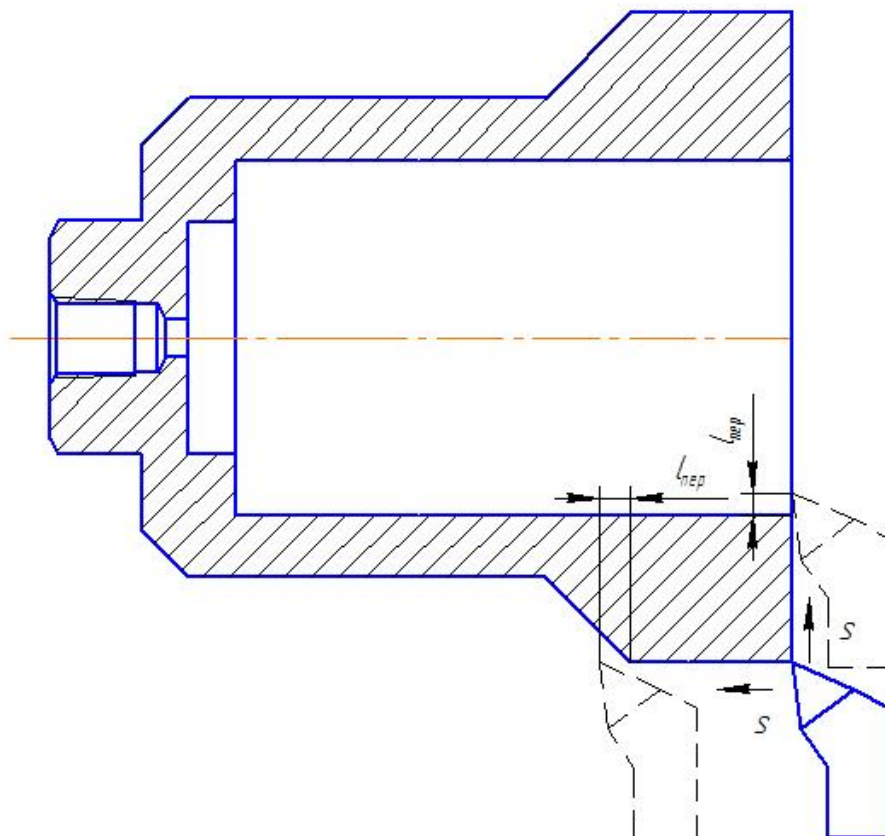
переход 2:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (104 + 0 + 1) * 1 / (1800 * 0,3) = 0,19 \text{ мин.}$$



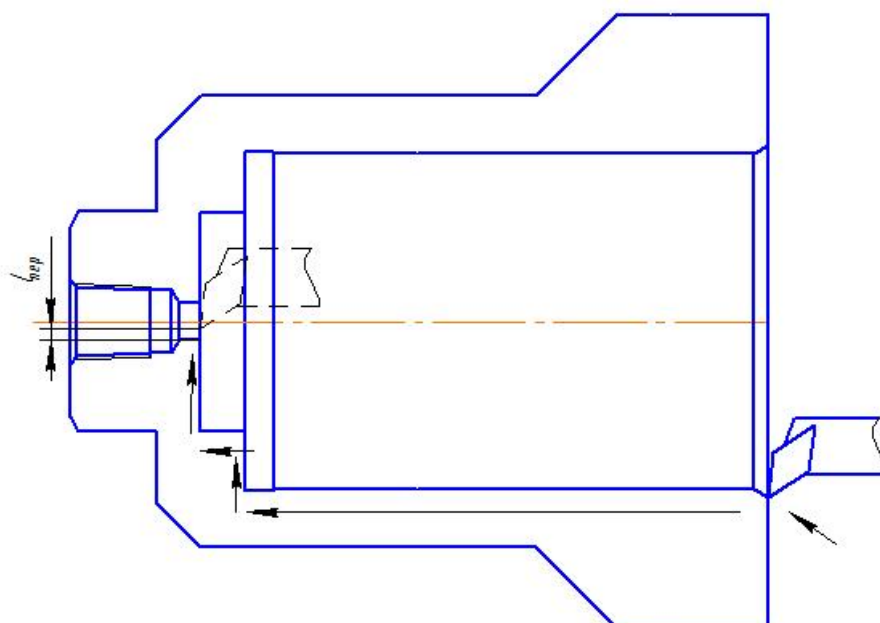
переход 3:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (23 + 1 + 1) * 1 / (720 * 0,3) = 0,12 \text{ мин.}$$



переход 4:

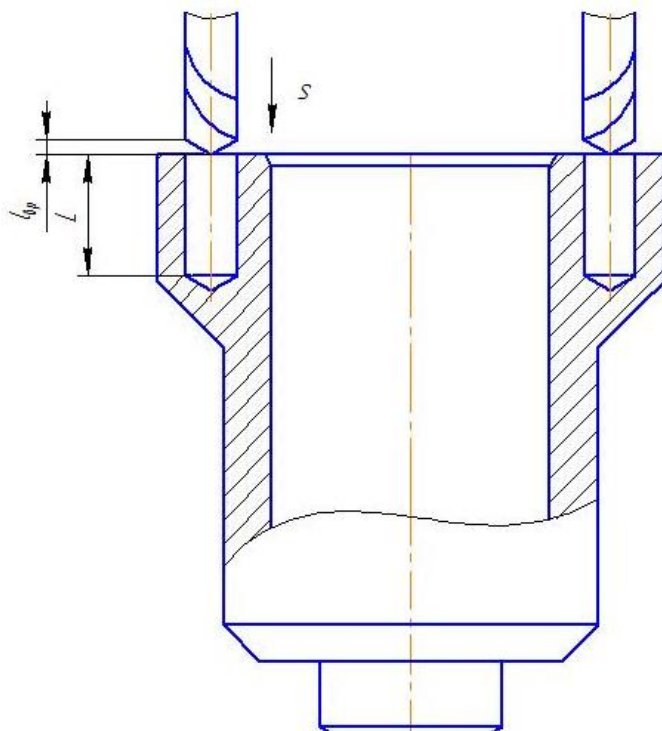
$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (104 + 0 + 1) * 1 / (1800 * 0,3) = 0,20 \text{ мин.}$$



Основное время для 030 сверлильной операции:

переход 1:

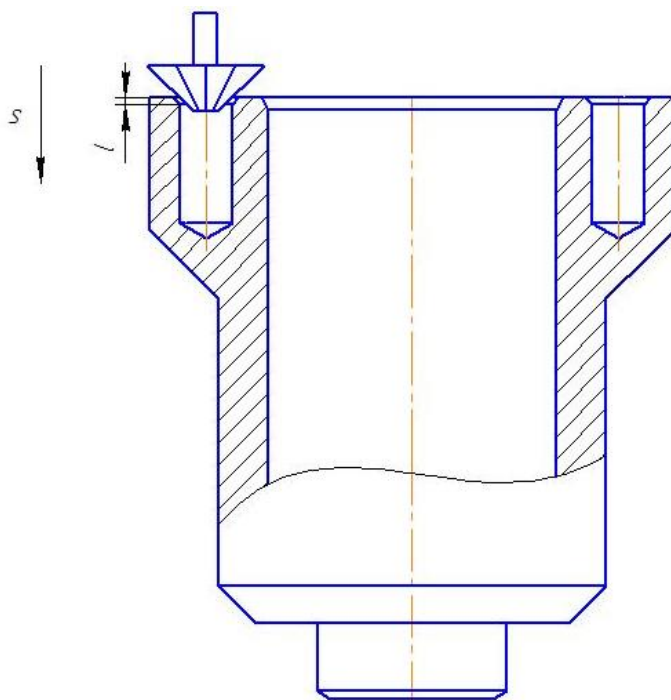
$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (20 + 3) * 1 / (1280 * 0,3) = 0,06 \text{ мин.}$$



Основное время для 035 сверлильной операции:

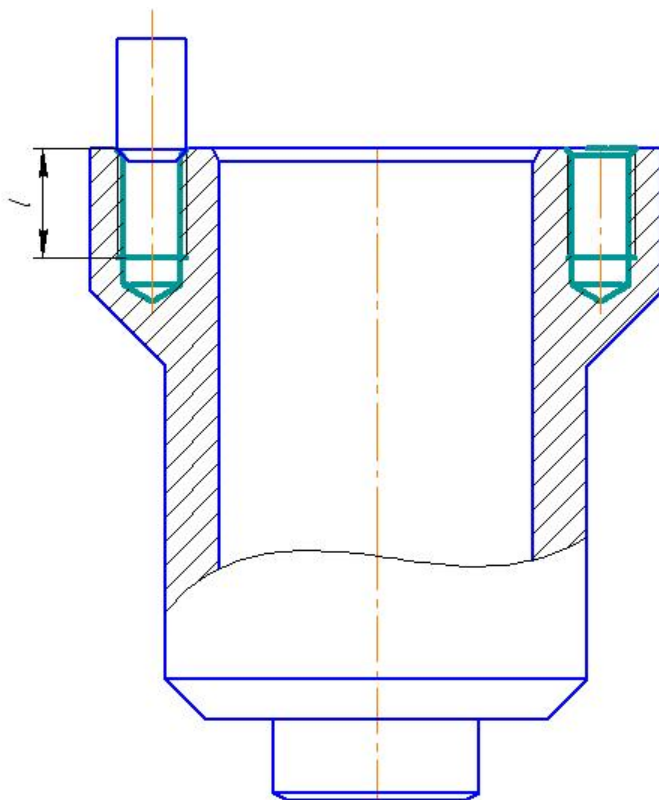
переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = 1 * 4 / (800 * 0,3) = 0,02 \text{ мин.}$$



переход 2:

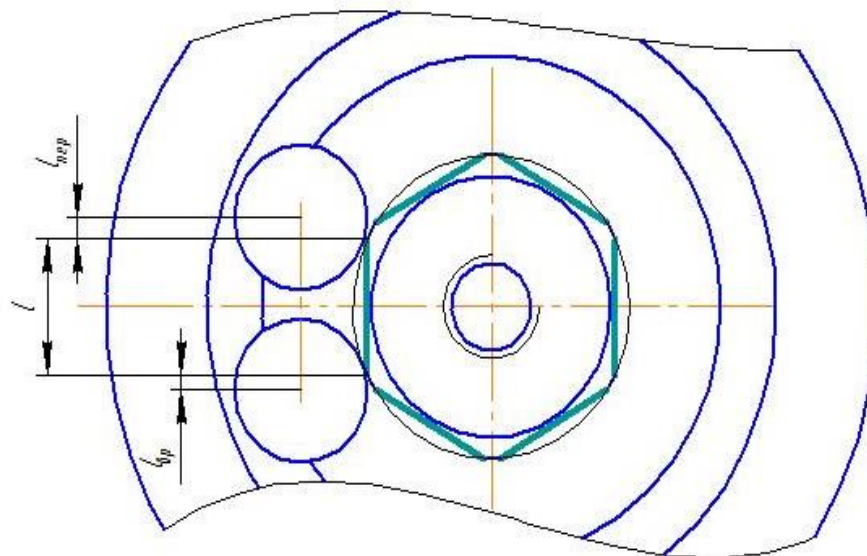
$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / (n * S) = (16 + 0) * 8 / (310 * 1,25) = 0,35 \text{ мин.}$$



Основное время для 040 фрезерной операции:

переход 1:

$$t_0 = (l + l_B + l_{ПБ}) * i / S = (20 + 4) * 6 / 8800 = 0,02 \text{ мин.}$$



Основное время шлифовальной операции 050:

переход 1

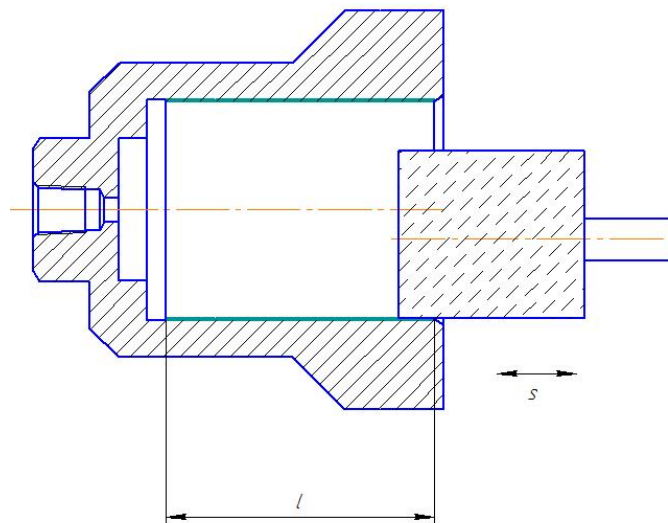
$$T_o = \frac{L}{S \times n_d} ik = \frac{72 \times 10 \times 1.5}{4 \times 250} = 10,08 \text{ мин}$$

k -коэффициент учитывающий выхаживание и доводку

B_k - ширина шлифовального круга

S_B - продольная подача в долях ширины круга

N_d - частота вращения изделия



1.10 Расчет технической нормы времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$:

$$T_{шт-к} = (T_{п-з} / n) + T_{шт}$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{5000}{12} = 416$$

$T_{шт}$ – норма штучного времени в массовом производстве.

Штучное время $T_{шт}$:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{тех} + T_{об} + T_{от}$$

где T_0 - основное время, мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

T_{TEH} - время на техническое обслуживание рабочего места, мин;

T_{OB} - время на обслуживание рабочего места, мин;

T_{OT} - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы

[1].

$$T_B = T_{y.c.} + T_{z.o} + T_{y.u.} + T_{и.з}$$

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

$T_{z.o}$ - время закрепления и открепление детали, мин;

$T_{y.u.}$ - время на приемы управления станком, мин;

$T_{и.з}$ - время на измерение детали, мин.

Нормативы времени для среднесерийного производства по приложению 5.1 [1].

Операция 010 (токарная)

$$T_B = 0,27 + 0,11 + 0,8 + 2,2 = 3,38 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,97 + 3,38 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 6,95 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 6,95 + 13/416 = 6,97 \text{ мин}$$

Операция 020 (токарная)

$$T_B = 0,27 + 0,11 + 0,65 + 1,4 = 2,43 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,59 + 2,43 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 5,62 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 5,62 + 13/416 = 5,64 \text{ мин}$$

Операция 030 (сверлильная).

$$T_B = 0,22 + 0,3 + 0,28 + 0,8 = 1,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,06 + 1,8 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 4,46 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 4,46 + 10/416 = 4,48 \text{ мин}$$

Операция 035 (сверлильная).

$$T_B = 0,22 + 0,3 + 0,28 + 1,6 = 2,4 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,37 + 2,4 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 5,37 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 5,37 + 10/416 = 5,39 \text{ мин}$$

Операция 040 (фрезерная).

$$T_B = 0,2 + 0,25 + 1,2 + 0,4 = 2,05 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 0,02 + 2,05 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 4,67 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 4,67 + 12/416 = 4,69 \text{ мин}$$

Операция 050 (шлифовальная).

$$T_B = 0,1 + 0,15 + 0,35 + 0,2 = 0,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт} = 10,08 + 0,8 + 2,5 + 0,014 + 0,084 = 13,48 \text{ мин}$$

$$T_{шт-к} = 13,48 + 8/416 = 13,5 \text{ мин}$$

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Техническое задание на проектирование приспособления для обработки детали типа «Корпус»

1. Спроектировать станочное приспособление для обработки детали «Корпус».

2. Основание для разработки: операционные карты технологического процесса и чертеж детали.

3. Проектируемое приспособление должно обеспечивать:

- а) надежную установку и закрепление инструмента;
- б) постоянство положения заготовки относительно стола станка;
- в) возможность применения для всей группы деталей;

4. Технические требования:

- годовая программа выпуска – 5000 шт.;
- тип производства – среднесерийное;
- присоединительные и установочные размеры должны соответствовать станку;

- выходные данные: обработка всех поверхностей детали согласно чертежа.

Документация, используемая при разработке:

- пояснительная записка;
- чертеж детали.

Документация, подлежащая разработке:

- расчет приспособления;
- сборочный чертеж приспособления;
- спецификация.

2.2 Разработка и компоновка приспособления

Цель данного раздела – создать экономичную в изготовлении, работоспособную и отвечающую всем требованиям конструкцию

приспособления. Имея исходные данные и технические решения, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления для обработки отверстий.

Перед разработкой компоновки приспособления, необходимо изобразить заготовку с указанием баз и действующих на нее усилий.

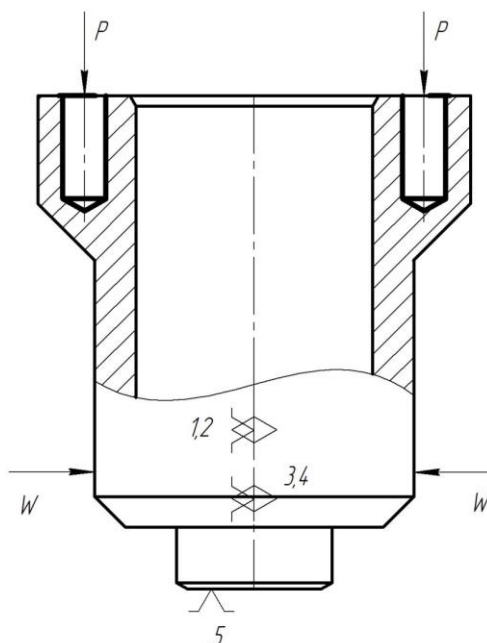


Рисунок 2.1 – Схема базирования заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Рисунок 2.3 – Компоновка (общий вид) приспособления показан на сборочном чертеже.

2.3 Описание конструкции приспособления и принцип его работы

Приспособление применяется для одновременного сверления четырех отверстий в заготовке корпуса.

Приспособление устанавливается на корпус сверлильного станка типа 2135 и крепится к нему винтами.

Сверла зажимаются в шпинделях 1.

Крутящий момент от шпинделя станка передается на зубчатое колесо 11. Оно через внутреннее зацепление передает крутящий момент на шестерни 10 четырех шпинделей. Которые вращаются синхронно.

Для предотвращения протекания смазочного материала на валах имеются

манжеты 22,21.

Осевые нагрузки компенсируются упорными подшипниками 23.

Приспособления по конструкции и размерам деталей должны выбираться только согласно ГОСТам, а также нормативам машиностроения.

Исходя из того, что поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью их изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 – 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRC₉ 50...55.

2.4 Выбор и расчет элементов приспособления

Обрабатываемый материал Сталь 40X ГОСТ 4543 - 71

Диаметр отверстий 8,4 мм;

Глубина отверстий 20 мм;

Материал сверл – Р6М5;

Принимаем стойкость сверл 100 мин [7];

Основные паспортные данные станка:

Мощность электродвигателя	$N = 5,3 \text{ л. с.}$
Максимальное усилие подачи	$P = 1370 \text{ кгс}$
Числа оборотов шпинделя	$n = 53; 84; 131; 200; 320;$ 500 об/мин
Подачи	$S = 0,1; 0,145; 0,195; 0,275; 0,4;$ $0,575; 0,788;$ $1,11 \text{ мм/об.}$

а. Определение режимов резания

Пользуясь нормативными таблицами режимов резания находим, что для сверла Ø 8,4 мм

$$S = 0,145 \text{ м/мин}$$

$$V = 16 \text{ м/мин}$$

Частота вращения сверла:

$$n_{св} = 1000 \cdot \frac{V}{\pi \cdot d} = 1000 \cdot \frac{16}{3,14 \cdot 8,4} = 606 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Передаточное отношение от шпинделя станка к шпинделю сверла:

$$i = \frac{d_{ш}}{d_{к}} = \frac{40}{100} = 0,4$$

Требуемая частота вращения шпинделя станка:

$$n_{шп} = n_{св} \cdot i = 606 \times 0,4 = 242 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения исходя из стандартных:

$$n_{шп} = 200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов C_M , q , y определены по таблице 32 [5]:

$$C_M = 0,0345;$$

$$q = 2;$$

$$y = 0,8.$$

$$K_p = K_{MP}$$

K_{MP} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{0,75} = 1,10$$

Мощность резания:

$$N = M_{кр} \frac{n_{св}}{9750}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,4^2 \cdot 0,145^{0,8} \cdot 1,1 = 5,71 \text{ Нм.}$$

$$N = 5,71 \cdot \frac{606}{9750} = 0,35 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N \cdot 4 / \eta$$

$$N_{пр} = 0,35 \cdot 4 / 0,85 = 1,6 \text{ кВт.}$$

Сравнивая с паспортной мощностью станка делаем вывод, что мощности станка хватает для выполнения операции.

б. Определение размеров валов и зубчатых колес

Диаметр валов шпинделей

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{кр} \cdot 10^3}{0,2\tau}} = \sqrt[3]{\frac{5,71 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}} = 10,4 \text{ мм}$$

Конструктивно увеличиваем диаметр вала до 20 мм

Диаметр ведущего вала

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{кр} \cdot 10^3}{0,2\tau}} = \sqrt[3]{\frac{5,71 \cdot 4 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}} = 16,5 \text{ мм}$$

Конструктивно увеличиваем диаметр вала до 32 мм

Модуль шестерни выбираем по таблице 8 [7].

$m=2$ мм

Ширина зубчатого колеса

$$b = 8 \cdot m = 16 \text{ мм}$$

в. подбор подшипников

Подшипники выбираем конструктивно по диаметру валов, но при этом учитываем, что они не должны задевать друг за друга у соседних шпинделей.

г. подбор материалов

Валы и шестерни изготавливаем из качественной стали (сталь 45).

Корпус головки изготавливаем из чугуна СЧ15, либо алюминиевых сплавов.

2.5 Расчёт точности приспособления

В качестве расчетного параметра выбираем допуск выполняемого размера $66 \pm 0,2$

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 [8, с.113]:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_{II}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2},$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,4$ мм.;

$k_T = 1,2$ – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, (6, с. 151);

$k_{T1} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, (6, с. 151);

$k_{T2} = 0,6$ – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, (6, с. 152);

$\varepsilon_{\sigma} = 0$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении (в данном случае нет отклонения фактически достигнутого положения заготовки от требуемого)

$\varepsilon_3 = 0,07\text{мм}$ – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, (5, с. 81);

$\varepsilon_y = 0,03\text{мм}$ – погрешность установки приспособления на станке, (6, с. 169);

$\varepsilon_n = 0,01\text{мм}$ – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, (6, с. 169);

$\varepsilon_u = 0,005\text{мм}$ – погрешность от перекоса (смещения) инструмента;

$\omega = 0,08$ – экономическая точность обработки, (7, с. 211).

По формуле определяем:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,4 - 1,2 \sqrt{(0,8 \times 0)^2 + 0,07^2 + 0,03^2 + 0,01^2 + 0,005^2 + (0,6 \times 0,08)^2} = 0,16 \text{ мм}$$

Принимаем допуск расположения шпинделей $\varepsilon_{\text{пр}} = 0,1\text{мм}$

2.6 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и содержание операций

Целью данного этапа являлась разработка и конструкторская проработка приспособления.

Т.к. приспособление устанавливается на вертикально-сверлильный станок типа 2135, конструктивно проработали компоновку приспособления.

Таблица 2.2 – Технологическая карта сборки приспособления

№ операции	Название	Содержание
10	Сборка приспособления (Сб. 0)	<ul style="list-style-type: none"> • В корпус (дет. 6) установить подшипники (дет. 25), между ними разместить втулку (дет. 12) • Установить колесо (дет. 11) , вал (дет. 8) , шпонку (дет. 27), шайбу (дет. 16) и закрепить винтом (дет. 18) • Установить манжету (дет. 22) в крышку (дет. 15) • Установить крышку (дет. 15) на корпус (дет. 6) и закрепить винтами (дет. 19) • На вал (дет. 4) установить подшипник (дет. 24), упор (дет. 13), 2 подшипника (дет. 23) • Установить вал в корпус (дет. 5) • Установить втулку (дет. 9), подшипник (дет. 24), шестерню (дет. 10), шпонку (дет. 26) и закрепить гайкой (дет. 20) • Переходы 5-7 повторить 4 раза • Установить манжеты (дет. 21) в крышки (дет. 7) • установить крышки (дет. 7) на корпус (дет. 5) и закрепить винтами (дет. 19) • Совместить корпус (дет. 5) с корпусом (дет. 6) и закрепить винтами (дет. 18) • Навинтить шпиндели (Сб. 1)
20	Контрольная	<p>Проверить осевое биение шпинделей 0,1-0,2 мм, при необходимости регулировать зазор набором шайб 14. Проверить плавность вращения шпинделей. Заедания не допускаются</p>

3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В экономической части данного дипломного проекта производится расчет себестоимости детали.

3.1 Определение норм времени для механической обработки

Из технологической части диплома имеем

Операция 010 (токарная).

$$T_{шт-к} = 6,97 \text{ мин}$$

Операция 020 (токарная).

$$T_{шт-к} = 5,64 \text{ мин}$$

Операция 030 (сверлильная)

$$T_{шт-к} = 4,48 \text{ мин}$$

Операция 035 (сверлильная)

$$T_{шт-к} = 5,39 \text{ мин}$$

Операция 040 (фрезерная)

$$T_{шт-к} = 4,69 \text{ мин}$$

Операция 050 (шлифовальная)

$$T_{шт-к} = 13,5 \text{ мин}$$

$$\sum T_{шт.к} = 6,97 + 5,64 + 4,48 + 5,39 + 4,69 + 13,5 = 40,67 \text{ мин}$$

3.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

К вспомогательным материалам относятся смазочные и обтирочные материалы, а также обтирочные смеси и эмульсии.

Затраты на вспомогательные материалы рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{\text{вм}} = \frac{(3...5) \cdot C_{\text{об}}}{100 \cdot F_{\text{го}}} \cdot t_{\text{шк}} \quad \text{руб./изд.},$$

где $C_{\text{об}}$ – цена оборудования, руб.;

$F_{го}$ – годовой фонд времени работы, ч.

Средняя цена станка составляет 3 200 000 руб.

Годовой фонд времени составляет 2000 ч.

Тогда

$$C_{вм} = \frac{4 \times 3200000}{100 \times 2000 \times 60} \times 40,67 = 43,38 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.3 Затраты на заработную плату производственных рабочих

Установим данные затраты приближённым методом по формуле:

$$C_з = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где $C_{мз} = 35000$ руб. – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп} = 170$ часов/месяц – месячный фонд времени работы рабочих.

Тогда

$$C_з = \frac{35000 \times 40,67}{170 \times 60} = 139,55 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.4 Затраты на инструмент

Затраты на инструмент рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{ин} = \frac{[C_{ин} + n_{пер} \cdot C_{пер}] \cdot k_{уб} \cdot t_o}{T_{ст} \cdot (n_{пер} + 1)} \text{ руб./изд.,}$$

где $C_{ин} = 7500$ руб. – средняя цена инструмента,

$n_{пер} = 4$ – количество переточек, (неперетачиваемый)

$C_{пер} = 0$ руб. – стоимость одной переточки,

$t_o = 0,98$ мин. – среднее основное время,

$k_{уб} = 1,05$ – коэффициент, учитывающие поломки инструмента,

$T_{ст} = 60$ мин – стойкость инструмента до переточки.

Тогда

$$C_{\text{ин}} = \frac{[7500 + 0 \times 0]}{60 \times (4 + 1)} \times 1,05 \times 0,98 = 30,3 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.5 Отчисления на социальные цели

$$C_{\text{отч}} = \frac{k_{\text{отч}} \cdot C_z}{100} \text{ руб./изд.,}$$

где $k_{\text{отч}}=26\%$ – процент отчисления на социальные цели от основной и дополнительной заработной платы [26].

Тогда

$$C_{\text{отч}} = \frac{26 \times 139,55}{100} = 36,28 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.6 Затраты на электроэнергию

Затраты на силовую (двигательную) электроэнергию:

$$C_{\text{эс}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{ном}} \cdot t_{\text{шк}}}{\eta \cdot 60} \cdot C_{\text{эл}} \text{ руб./изд.,}$$

где $C_{\text{эл}}=3,10$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,

$N_y = 15$ кВт – установленная средняя мощность электродвигателя,

$k_N = 0,93$ – коэффициент использования электродвигателя по мощности,

$k_{\text{вр}} = 0,87$ – коэффициент использования электродвигателя по времени,

$k_{\text{ном}} = 1,05$ – коэффициент потерь электроэнергии в сети предприятия,

$\eta = 0,85$ – коэффициент полезного действия электродвигателя.

Тогда

$$C_{\text{э}} = \frac{15 \times 0,93 \times 0,87 \times 1,05 \times 40,67 \times 3,10}{0,85 \times 60} = 31,5 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.7 Затраты на ремонт оборудования

Рассчитаем данные затраты приближённо по следующей формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n C_j \cdot k_{\text{рем}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{20} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ руб./изд.,}$$

где C_j – средняя цена оборудования соответствующего типа;

$k_{рем} = 0,3$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$F_{зо} = 2000$ часов/год – годовой фонд времени работы оборудования;

$k_3 = 2/3$ – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Тогда

$$C_p = \frac{3200000 \times 0,3 \times 40,67}{2000 \times (2/3) \times 60} = 488,04 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.8 Затраты на эксплуатацию приспособлений

Для приспособлений данные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$C_{пры} = \frac{C_{пр} \cdot (1 + k_{пры}) \cdot t_{ук}}{T_{пры} \cdot F_{зо} \cdot k_3 \cdot 60} \quad \text{руб./изд.,}$$

где $C_{пр} = 20\,000$ руб. – средняя стоимость приспособления;

$k_{пры} = 0,25$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления;

$T_{пры} = 5$ лет – срок полезного использования приспособления.

Тогда

$$C_{присп} = \frac{20000 \times (1 + 0,25)}{5 \times 2000 \times (2/3) \times 60} \times 40,67 = 2,54 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

3.9 Затраты на амортизацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования за год можно установить по формуле:

$$C_a = \frac{\sum_{j=1}^n C_j}{T_{ми}} \quad \text{руб./год,}$$

где $T_{ми} = 10$ лет – срок полезного использования оборудования.

Тогда

$$C_{об} = \frac{3200000}{10} = 320\,000 \frac{\text{руб.}}{\text{год}}$$

3.10 Калькуляция себестоимости детали

Составим сводную таблицу из затрат.

Таблица 3.1 – Калькуляция себестоимости детали

№	Наименование текущих затрат	Затраты, руб
1	Вспомогательные материалы	43,38
2	Заработная плата	139,55
3	Инструмент	30,3
4	Социальные цели	36,28
5	Электроэнергия	31,5
6	Ремонт оборудования	488,04
7	Эксплуатация приспособлений	2,54
	Итого затрат	$C^{mp} = 771,59$

4 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Корпус П-02699» на следующих станках: токарный станок с ЧПУ QUICK YURN NEXUS 100-II, универсальный вертикально- сверлильный станок тип 2135, фрезерный станок с ЧПУ XD I-grind 150 NC. Рабочее место находится в механическом цехе ОАО «Манотомь».

4.1 Производственная безопасность

Основными технологическими операциями при изготовлении детали «Корпус П-02699» являются:

- Токарная с ЧПУ;
- Фрезерная;
- Сверлильная.

При механической обработке изделий на станках возникает ряд вредных и опасных факторов.

Физические (вредные) [15]:

- неудовлетворительное освещение рабочей зоны;
- повышенный уровень шума и вибрации;
- неудовлетворительный микроклимат производственного помещения;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

Физические (опасные) [15]:

- движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки;

- стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента;

- поражение электрическим током;
- пожарная опасность.

К психофизиологическим вредным производственным факторам процессов обработки можно отнести [15]:

- физические перегрузки при установке, закреплении и съеме крупногабаритных деталей;
- перенапряжение зрения;
- монотонность труда.

4.1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и изготовлении детали «Корпус П-02699».

4.1.1.1 Освещение механического участка

Естественное и искусственное освещению производственных помещений должно соответствовать требованиям СНиП 23.05-95 [8]. Производственное помещение правильно спроектированное и выполненное по всем нормам, улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции, благоприятно влияет на производственную среду, оказывает положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм. Для работы на металлорежущих станках в механическом цехе применено совмещенное освещение.

По конструктивному исполнению естественное освещение в цехе верхнее. В качестве нормируемой величины для естественного освещения принята относительная величина - коэффициент естественной освещенности, который с учетом характеристики зрительной работы высокой точности, наименьший размер объекта различения 0,15-0,3 мм, что очень важно при разметки на металле, разряд зрительной работы II, подразряд зрительной работы В, периодическое с постоянными перерывами, то есть прерыванием пребывания станочника в помещении, определяем коэффициент естественного освещения не менее 2,4 % по СНиП 23.05-95[8] .

Систему искусственного освещения выбираем – комбинированную (общую равномерную в сочетании с местной). Вид искусственного освещения - рабочее освещение – для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта.

Для местного освещения следует применять светильники типа НКС 01 напряжением 36 В., установленные на металлорежущих станках и отрегулированные так, чтобы освещенность в рабочей зоне была не ниже значений, для комбинированного освещения общее и местное 300 лк, общее 200-300 лк, (рекомендуемая освещенность в механических цехах с металлорежущими станками и слесарными верстаками). Для местного освещения должны использоваться светильники с не просвечиваемыми отражателями с защитным углом не менее 30°. Кроме того, должны быть предусмотрены меры по снижению отраженной блескости. Прямую блескость ограничивают правильным выбором защитного угла светильника, отраженную блескость ослабляют правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, там, где это, возможно, следует заменять блестящие поверхности матовыми. Повышенная пульсация светового потока от использования газоразрядных ламп при питании их переменным током, исключается стабилизацией питающего напряжения, жестким креплением светильников, применением специальных схем включения газоразрядных ламп [13].

Для общего освещения наиболее распространенными являются светильники прямого света в открытом исполнении типа ЛОУ, ЛСП, для помещений с небольшой запыленностью и нормальной влажности [13].

Не реже двух раз в год должна производиться чистка ламп и осветительной арматуры для механического цеха [15].

4.1.1.2 Шум и вибрация

В механическом участке шум возникает при работе оборудования и при воздействии внешних факторов [13].

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных

заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца [15].

Уровни шума не должны превышать значений, установленных в ГОСТ 12.1.003 – 83 [9] и ГОСТ 17187 – 81 [10], и контроль проводится не реже двух раз в год.

По СН 3223 – 85 нормируются параметры шума и составляют:

- для производственных помещений составляет ≤ 80 дБА.

Меры по борьбе с шумами:

- правильная организация труда и отдыха;
- снижение и ослабление шума;
- применение звукопоглощающих преград;
- применение глушителей шума;
- применение средств индивидуальной защиты от шума.

4.1.1.3 Воздушная среда. Микроклимат

В механическом участке нормы микроклимата установлены согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [11].

Запыленность и загазованность в цехе необходимо регулировать согласно ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [12].

Параметры микроклимата в производственном помещении установлены следующие: относительная влажность от 40 до 60 %, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с, ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должен превышать 1,0 мг/м³.

Для обеспечения чистоты воздуха и нормализации параметров микроклимата в производственных помещениях помимо отсасывающих устройств, обеспечивающих удаление вредных веществ из зоны работы (пыли, мелкой стружки и аэрозолей смазочно-охлаждающих жидкостей), должна быть предусмотрена приточно-вытяжная обще обменная система

вентиляции [13].

4.1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения

4.1.2.1 Безопасность при работе на металлорежущем оборудовании

Для *избежания травм рабочего при токарных работах* необходимо использовать защитные очки и респираторы. Чтобы предотвратить травмирование рук рабочего об острые кромки детали необходимо использовать специальные перчатки [13].

Для того чтобы *предотвратить захват волос* вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты [13].

Чтобы *предотвратить травмирование ног* рабочего вследствие падения на них деталей используются специальные ботинки с металлическим носком.

При работе на токарных станках во *избежание попадания стружки в глаза* необходимо установить защитные ограждения, а там, где установка невозможна по техническим причинам, необходимо выдавать рабочим защитные очки [15].

С целью обеспечения безопасности при транспортировке деталей с помощью электрокара необходимо, чтобы водители при въезде на участок подавали предупредительные сигналы и снижали скорость до 5 км/ч. Проезд для электрокаров должен быть установленной ширины с запасом на случай непредвиденных ситуаций и не должен быть загроможден [13].

4.1.2.2 Электробезопасность

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения других средств и методов защиты, в том числе знаков безопасности и предупредительных плакатов и надписей [14].

Согласно ПУЭ -2005 данная категория производственного участка относится к помещению с повышенной опасностью, т.к. присутствуют следующие признаки повышенной опасности:

- токопроводящие полы;
- сырость (относительная влажность более 75%);
- токопроводящая пыль;
- повышения температуры воздуха (более 30 °С) [14].

Проблему токопроводящих полов (железобетонные) можно решить применением на рабочих местах деревянных решеток. Опасность поражения электрическим током при появлении напряжения на металлических частях станков устраняется с помощью защитного заземления.

Основными причинами возникновения поражения человека электрическим током являются [13]:

- прикосновение к токопроводящим частям, находящимся под напряжением;
- прикосновение к корпусам электрооборудования и конструктивно связанных с ними металлическим предметам и сооружениям, которые нормально не находятся под напряжением, но могут оказаться под ним вследствие повреждения изоляции проводов;
- прикосновение к отключенному, но электрически заряженному оборудованию;
- нахождение в недопустимой близости от места замыкания провода на землю.

Мероприятия, проводимые для устранения факторов поражения электрическим током:

- применение индивидуальных средств защиты;
- организация безопасной эксплуатации электроустановок;
- обеспечение недоступности токоведущих частей, находящихся под напряжением от случайного прикосновения;
- электрическое разделение сети;

- применение малых напряжений, использованием двойной изоляции, выравниванием потенциала, защитным заземлением, занулением, защитным отключением и др [13].

При усовершенствовании технологического процесса изготовления детали «Корпус П-02699» необходимо произвести дополнительно расчет защитного заземления.

Используемое оборудование относится к установкам с напряжением до 1000 В. При линейном напряжении – 380 В и фазовом – 220 В по таблице выбираем $r_3 = 4$ Ом [13].

Электроды заземления расположим в ряд (рисунок 4.1). Электроды погружаются в предварительно вырытой траншее глубиной $h = 0,8$ м [13]. Электроды соединяет шина, закладываемая в траншею. Ширину соединительной шины принимаем $b=0,04$ м, тогда глубину заложения шины определим по формуле:

$$h_n = h - b.$$

$$h_n = 0,8 - 0,04 = 0,76 \text{ м.}$$

В качестве электродов выбираем стержни из оцинкованной стали диаметром $d_3 = 0,016$ м и длиной $l_3=3$ м [15].

Глубина заложения электродов:

$$h_3 = h_n + 1/2 \cdot l_3 = 0,76 + 0,5 \cdot 3 = 2,26 \text{ м.}$$

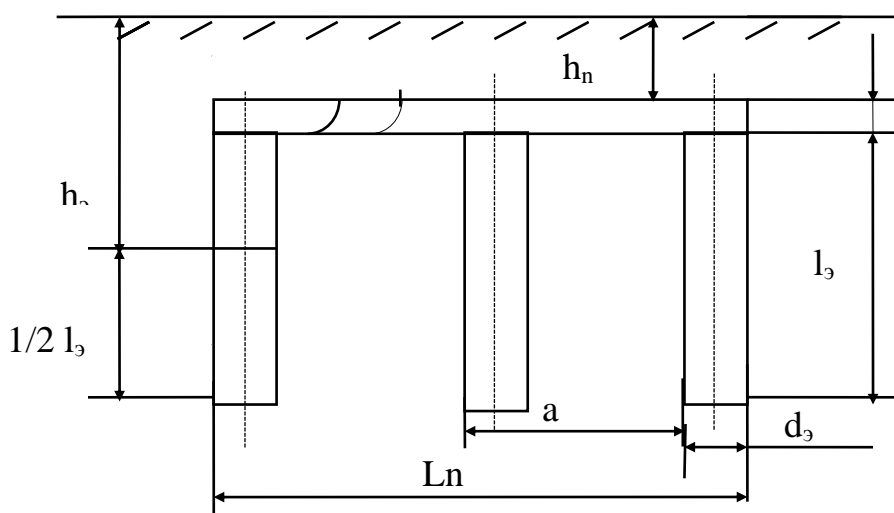


Рисунок 4.1 – Расположение электродов в заземлении

Расстояние между электродами принимаем $a = 2,0$ м.

Определим сопротивление одного электрода по формуле:

$$r_{\text{э}} = \frac{\rho \cdot K_{\text{в}}}{2\pi \cdot l_{\text{э}}} \left(\ln \frac{2l_{\text{э}}}{d_{\text{э}}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h_{\text{э}} + l_{\text{э}}}{4h_{\text{э}} - l_{\text{э}}} \right),$$

где $\rho = 60$ Ом·м (грунт - глина) – удельное сопротивление грунта [14,с.38];

$K_{\text{в}} = 1,5$ по таблице [15] – коэффициент замерзания грунта для вертикальных электродов;

$l_{\text{э}}$ – длина электрода, м;

$h_{\text{э}}$ – глубина заложения электрода, м.

$$r_{\text{э}} = \frac{60 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,016} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,26 + 3}{4 \cdot 2,26 - 3} \right) = 30 \text{ Ом.}$$

Определим предварительное число электродов по формуле:

$$n' = \frac{r_{\text{э}}}{r_{\text{з}}} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ шт.}$$

Коэффициент использования электродов расположенных в ряд:

$$\frac{a}{l_{\text{э}}} = \frac{2,0}{3} = 0,66 < 1,$$

тогда по рекомендациям принимаем $\eta_{\text{э}} = 0,67$ [15].

Определим окончательно необходимое количество электродов:

$$n = \frac{r_{\text{э}}}{r_{\text{з}} \cdot \eta_{\text{э}}} = \frac{30}{4 \cdot 0,67} = 11 \text{ шт.}$$

Примем окончательно число электродов $n = 11$ шт.

Определим длину соединительной шины по формуле:

$$L_{\text{н}} = a \cdot (n - 1),$$

где a – расстояние между электродами, м;

n – число электродов, шт.

$$L_{\text{н}} = 2,0 \cdot (11 - 1) = 20 \text{ м.}$$

Определим сопротивление соединительной шины по формуле:

$$r_{\text{н}} = \frac{\rho \cdot K_{\text{г}}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\text{н}}} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_{\text{н}}^2}{h_{\text{н}} \cdot b},$$

где $K_{\text{г}} = 4,2$ [15] – коэффициент замерзания грунта для горизонтальной полосы;

L_n – длина соединительной шины, м;

h_n – глубина заложения шины, м;

b – ширина соединительной шины, м.

$$r_n = \frac{60 \cdot 4,2}{2 \cdot 3,14 \cdot 20} \cdot \ln \frac{2 \cdot 20^2}{0,76 \cdot 0,04} = 20,4 \text{ Ом.}$$

По таблице [15] определим коэффициент использования полосы

$$\eta_n = 0,76$$

Определим общее сопротивление всего контура защитного заземления:

$$r_\Sigma = \frac{r_\varepsilon \cdot r_n}{r_\varepsilon \cdot \eta_n + r_n \cdot \eta_\varepsilon \cdot n},$$

где r_ε – сопротивление одного электрода, Ом;

r_n – сопротивление соединительной шины, Ом;

η_ε – коэффициент использования электродов расположенных в ряд;

η_n – коэффициент использования полосы;

n – число электродов, шт.

$$r_\Sigma = \frac{30 \cdot 20,4}{30 \cdot 0,76 + 20,4 \cdot 0,67 \cdot 11} = 3,5 \text{ Ом.}$$

Условие $r_\Sigma \leq r_\varepsilon$ ($3,5 \leq 4$) выполнено, следовательно рассчитанное заземление удовлетворяет нормам.

4.1.2.3 Пожарная безопасность

Основной причиной пожаров на машиностроительных предприятиях является нарушение технологического режима. Это связано с большим разнообразием и сложностью технологических процессов. Они, как правило, помимо операций механической обработки материалов и изделий включают процессы очистки и обезжиривания, сушки и окраски, связанные с использованием веществ, обладающих высокой пожарной опасностью.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию машин и внутризаводского транспорта, правильное содержание

зданий, территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих, организацию добровольных пожарных дружин, пожарно-технических комиссий, издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности.

К техническим мероприятиям относится соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения [14].

Мероприятия режимного характера – это запрещение курения в не установленных местах, производство сварных и других огневых работ в пожароопасных помещениях.

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования [15].

4.2 Экологическая безопасность

Окружающая нас природа изменяется в результате человеческой деятельности. С ростом объектов промышленного производства существенно изменяется состав атмосферы, существует опасность глобального потепления климата, разрушается озоновый слой.

Мероприятия по повышению экологической чистоты можно разделить на следующие группы [14]:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов;
- охрана и рациональное использование воздушного бассейна.

Первая группа мероприятий направлена на создание сооружений по очистке сточных вод, систем оборотного водоснабжения.

Вторая группа мероприятий связана с сооружением установок для электрической и химической очистки газов, с обработкой и внедрением пылеуловителей, утилизаторов отходов, а также различного вида установок для вторичного использования отходов производства [14].

При разработке и внедрении технологических процессов предпочтения должны отдаваться безотходным технологиям [14].

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [16].

Сущность повышения устойчивости завода в чрезвычайных ситуациях заключается в разработке и заблаговременном проведении комплекса организационных и инженерно-технических мероприятий, направленных на максимальное снижение возможных потерь и разрушений. Для решения задач повышения устойчивости функционирования машиностроительного предприятия важное значение приобретают нормы инженерно-технических мероприятий - руководящие документы, определяющие требования и рекомендации к проведению мероприятий, обеспечивающих повышение устойчивости функционирования экономики [16].

На случай возникновения чрезвычайной ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.) должен быть предусмотрен следующий комплекс мероприятий: рассредоточение и эвакуация; укрытие людей в защитных сооружениях; обеспечение индивидуальными средствами защиты; организация медицинской помощи пострадавшим [16].

Вероятными ЧС на ОАО «Манотомь» являются пожары, возникновение которых возможно вследствие:

- повреждения электропроводки машин, находящихся под напряжением;
- пользование открытым огнем;
- курение в непригодных для этого местах;
- возгорание промасленной использованной ветоши.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Опасными факторами пожара для людей являются: открытый огонь, искры, повышение температуры воздуха и окружающих предметов, токсичные продукты горения, дым, обрушения и повреждения зданий и сооружений [16].

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами профилактики и активной защиты.

В цехе имеются первичные средства для тушения пожара, которые могут быть использованы любым рабочим или сотрудником, оказавшимся на месте возгорания.

В цехе на заметных местах установлены специализированные щиты со следующим противопожарным инвентарем [16]:

- Топоры - 2шт.
- Багры - 2шт.
- Ломы - 2шт.
- Ведро - 2шт.
- Огнетушители ОВП - 10 - 4шт.

В непосредственной близости от щита установлен ящик с песком. На участке имеется пожарная сигнализация, оповещающая пожарную службу завода при появлении возгорания. Кроме того, в цехе имеются пожарные краны, оборудованные пожарными рукавами, которые установлены в предназначенных для этого местах (выходы, лестничные площадки и др.).

Для тушения пожара в электроустановках необходимо использовать имеющиеся в цехе пеногенераторы типа ГТГ50 и ПГ100. Чтобы имеющееся противопожарное оборудование находилось в исправном и работоспособном состоянии, проводятся его регулярные осмотры ответственными за противопожарное состояние лицами - мастером производственного участка и т.

п. В качестве профилактики, на ОАО «Манотомь» два раза в год производится инструктаж по пожарной безопасности. Данные инструктажа заносятся в специальный журнал.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

Действие рабочих и служащих на случай пожара.

В случае возгорания немедленно сообщить в пожарную часть завода по телефону 7-73 или 7-01.

Для вызова городской пожарной команды звонить 9-01.

Принять меры по ликвидации очага возгорания и необходимости эвакуации людей из помещения.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основные требования, направленные на создание безопасных условий труда, определяются федеральным законом № 181-ФЗ «Об основах охраны труда в РФ», другими действующими законодательными актами РФ и субъектов РФ, правилами, указаниями органов государственного надзора, Министерства и ведомства.

Ответственность за соблюдение требований промышленной безопасности, а также за организацию и осуществление производственного контроля несут руководитель организации и лица, на которых возложены такие обязанности в соответствии с должностными инструкциями [13].

Инструкции по охране труда разрабатываются руководителями участков в соответствии с перечнем по профессиям и видам работ, утвержденным руководителем предприятия, согласно следующим документам:

- СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение»;

- СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
- ГОСТ 12.0.003-74 « Опасные и вредные факторы»;
- ГОСТ 12.1.003-83 « Шум. Общие требования безопасности»;
- ГОСТ 12.1.004-91 « Пожарная безопасность»;
- ГОСТ 12.1.012-90 « Вибрационная безопасность»;
- ГОСТ 12.1.013-78 « Система стандартов безопасности труда. Строительство Электробезопасность».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный технологический процесс механической обработки детали «Корпус» отвечает требованиям современного производства. Для обработки детали используется токарный станок с ЧПУ QUICK YURN NEXUS 100-II, универсальный вертикально- сверлильный станок тип 2135, фрезерный станок с ЧПУ XD I-grind 150 NC. Благодаря этому уменьшается время на обработку, увеличивается экономия материала и инструмента.

Стоит отметить, что данный технологический процесс предполагает большие материальные затраты на покупку оборудования, что подтверждается экономической целесообразностью, т.к. данное оборудование обладает большой гибкостью, легко переналаживаемо и может использоваться для изготовления других деталей.

Конструкторская часть настоящей работы выполнена в соответствии с требованиями к разработке конструкторской документации и предполагает получение навыков конструирования специальных станочных приспособлений. Специальные приспособления служат для автоматизации процесса производства и упрощения труда рабочих. В ходе работы было рассчитано и спроектировано приспособление для сверления отверстий и нарезания резьбы. Приспособление обеспечивает требуемую точность и расположение отверстий.

Экономическая часть настоящей работы имеет упрощённую форму, но рассчитан годовой экономический эффект от применения усовершенствованного техпроцесса, а также сроки окупаемости усовершенствованного техпроцесса.

В разделе «Социальная ответственность» был проведён анализ вредных воздействий и факторов для здоровья человека и предложены меры защиты от них. Также данный раздел содержит сведения о воздействии производства детали «Корпус П-02699» на окружающую среду, а также устройств по очистке и обезвреживаю отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич, Александр Феликсович. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред. — 5-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2007. — 256 с.: ил. — Библиогр.: с. 255-256. — ISBN 978-5-903034-08-6.

2. Кувалдин Ю.И. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Ю.И.Кувалдин, В.Д.Перевощиков. г Киров: Изд-во ВятГУ, 2005. г 163 с.

3. Скворцов, Владимир Федорович. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей : учебное пособие / В. Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2006. — 99 с.: ил. — Учебники Томского политехнического университета. — Библиогр.: с. 96.

4. Обработка металлов резанием : справочник технолога / под ред. А. А. Панова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 2004. — 784 с.: ил. — Библиогр.: с. 780-784. — ISBN 5-94275-049-1.

5. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. Т.2 / под ред. А. Г. Косиловой , Р. К. Мещерякова. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 1985. Т.2.

6. Худобин, Леонид Викторович. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Л. В. Худобин, В. Ф. Гурьянихин, В. Р. Берзин. — Москва: Машиностроение, 1989. — 287 с.: ил. — ISBN 5217003405.

7. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции / М. А. Ансеров. — 3-е изд., стер. — Москва; Ленинград: Машиностроение, 1966. — 652 с.: ил. — Библиогр.: с. 649-650.

8. Корсаков, Владимир Сергеевич. Основы конструирования приспособлений : учебное пособие / В. С. Корсаков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машиностроение, 1983. — 277 с.

9. СНиП 23.05-95· Естественное и искусственное освещение
10. ГОСТ 12.1.003–2014. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности
11. ГОСТ 17187-81. Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний
12. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
14. Долин, Петр Алексеевич. Справочник по технике безопасности / П. А. Долин. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва: Энергоатомиздат, 1984. — 823 с.: ил.
15. Охрана окружающей среды : учебное пособие / Под ред. С. В. Белова. — Москва: Высшая школа, 1983. — 264 с.: ил.
16. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Е. А. Подгорных и др. — Москва: Высшая школа, 1999. — 318 с.: ил. — ISBN 5060035859.
17. ГОСТ Р 22.0.02-94· «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения»
18. Технология машиностроения : учебное пособие для вузов : в 2 ч. / Э. Л. Жуков [и др.]; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет; под ред. С. Л. Мурашкина. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003.
19. Горохов, Вадим Андреевич. Проектирование и расчет приспособлений : учебное пособие / В. А. Горохов. — Минск: Высшая школа, 1986. — 238 с.
20. Станочные приспособления : справочник в 2 т. / под ред. Б. Н. Вардашкина. — М: Машиностроение, 1984
21. Справочник инструментальщика / под ред. И. А. Ординарцева. — Ленинград: Машиностроение, 1987. — 846 с. — Библиотека инструментальщика.
22. <http://bestreferat.ru>
23. <http://knowledge.allbest.ru>

24. Назаренко О.Б. Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 15 с.

25. Справочная книга по охране труда в машиностроении / Г.В. Бектобеков, Н.Н. Борисова, В.И. Коротков и др.; Под общей ред. О.Н. Русака – Л.: Машиностроение, 1989. – 541 с.

26. <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/toolselector.aspx>

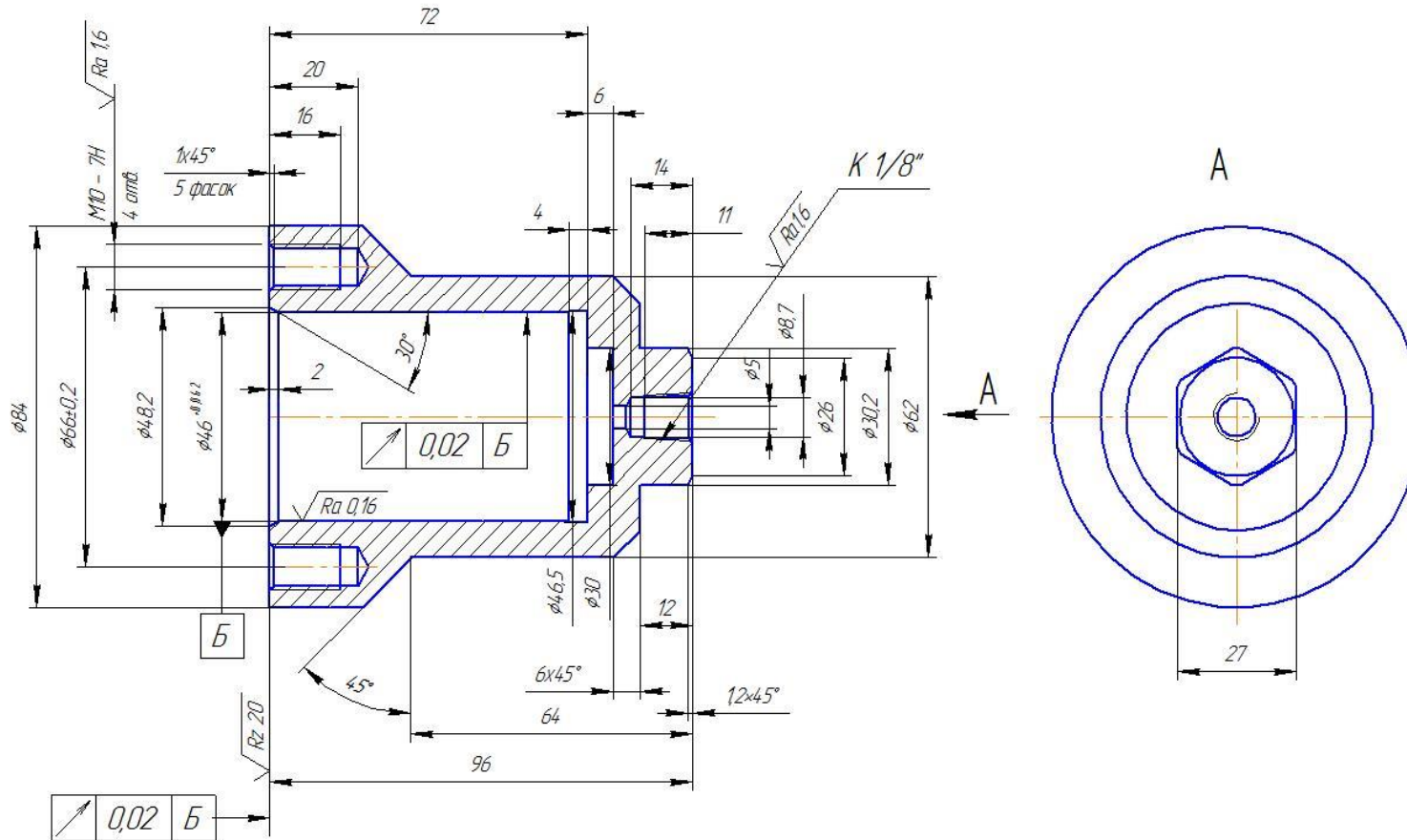
27. Глотов В.А., Юсова Г.Г. Техничко-экономические показатели участка механической обработки. Методические указания. Омск, 2003 – 22с.

28. Экономика и организация производства в дипломных проектах: Учеб. пособие для машиностроительных вузов /Под общей ред. К.М. Великанова – 4 изд., перераб. и доп. Л. Машиностроение, Ленингр. отд-е, 1986 – 285 с.: ил

ПРИЛОЖЕНИЯ

П - 02699.02.10

√ Rz 40 (√)



- 1 H14/h14, ±IT14/2
- 2 Покрытие: Х.мог.9.

КОМПАС-3D V16 Учебная версия © 2015 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Лист-измерен

Строчка №

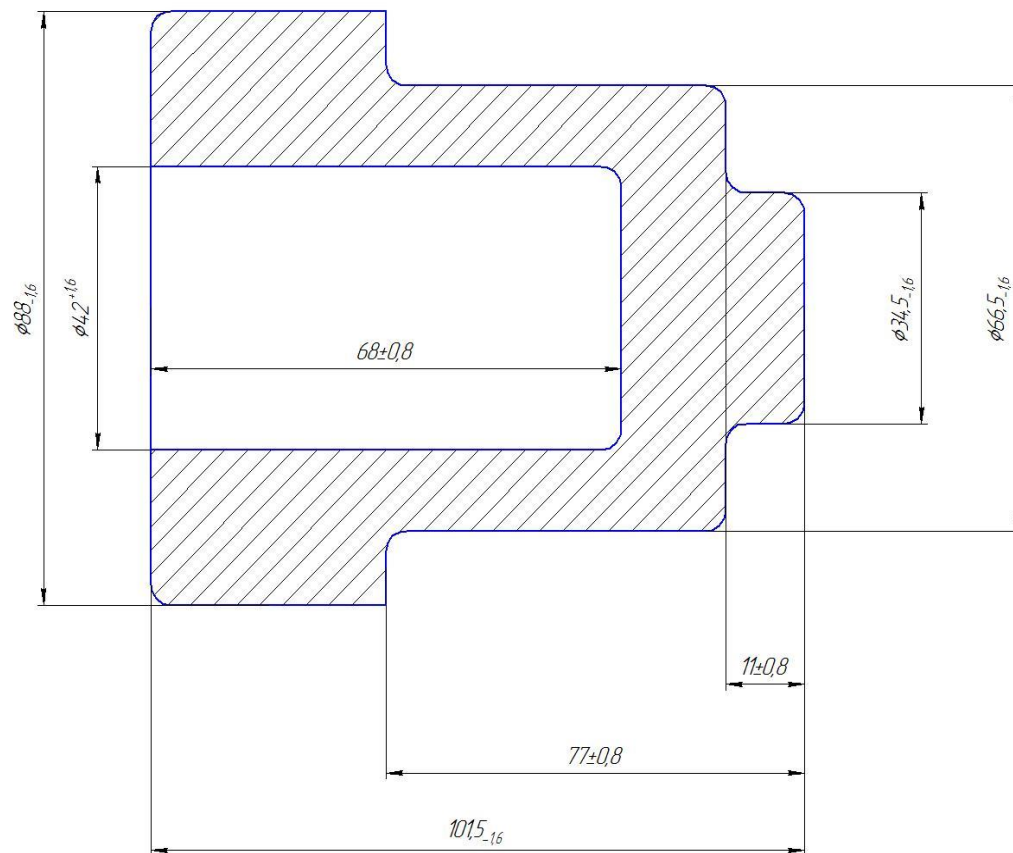
Лист и дата

Лист и дата

Лист и дата

				П - 02699.02.10			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
							1:1
Разработ.	Карионов А.В.						
Проб.	Шидинский КТ						
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40X ГОСТ 4543 - 71		
Утв.							
					ООО "Манотомь" КБ ЭМС		
					Копировал		Формат А3

Rz 100 (✓)



1. HB 240..270
2. Степень сложности обработки С2
3. Группа стали М2
4. Точность изготовления I класс.
5. Радиусы скруглений 5 мм.
6. Штамповочные уклоны 1..3°

КОМПАС-3D V16 учебная версия © 2015 ООО "АСОНИ-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Лист № 1 из 1
 Сталь № 40Х
 Лист 1 из 1

Не для коммерческого использования

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Корпус чертёж заготовки	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Корсаков А.В.					1		2:1
Пров.	Шибанский К.Г.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71			
Инженер								
Упр.								

Копировал

Формат А2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
030	A	Вертикально-сверлильная Установить заготовку и закрепить		Вертикально-сверлильный 2155	Приспособление специальное	Сварка 687 РА95 2301-025 ГОСТ 2092-77	Штамповка ШЛ-1-25-01 (ГОСТ 86-89) Конф-град 97.4	1	1	8.6	23	4.3	0.3	-	200	35	0.06	18	10	4.46	4.48	
035	1	Зенковать фрезы выдержки размер 4			Вертикально-сверлильный 2155	Патрон самоцентрирующий DN 6350-040502	Зенков. РА95 235-026 ГОСТ 9533-80	Штамповка ШЛ-1-25-01 (ГОСТ 86-89)	1	4	12	1	1	0.3	-	800	30	0.02	24	10	5.37	5.39
	2	Нарезать резьбу М10-7Н на глубину							1	8	10	17	0.8	15	-	300	5	0.35				
040	A	Фрезерная с ЧПУ Установить заготовку и закрепить Определить ширину фактического положения базы А		Фрезерный с ЧПУ ХД-40А	Приспособление специальное	Параллельная концевая фреза (серия) Puga 2734-2-005-10049 (1700)	Штамповка ШЛ-1-25-01 (ГОСТ 86-89) Конф-град 71.4	1	6	12	24	16	-	8800	8000	300	0.02	2.05	11	4.67	4.69	
045		Зачистить заусенцы																				
050	A	Внутривальцовочная Установить заготовку и закрепить		Внутривальцовальный станок с NC-Argint 150 NC	Приспособления при станке	ПТ 4060.02.234.48-Н(12) 48.35.9 (с 2 А)	Конф-град 68Н (ГОСТ 86-71)	1	10	4.6	7.2	0.02	-	1	250	35	10.08	0.8	8	13.48	13.5	
060		Гальваническая Нанести Покрытие Хром 9																				
070		Технический контроль																				

Иск. № 0231 - 0232 и 0233 - 0234. 16 стр. таб. № 1-16. ИЛ. № 030-070

Перв. измен.		Формат	Заказ	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Сборочные единицы</u>			
				1	ВКР.ТАМП.151001-100	Шпиндель сверлильный	1		
						<u>Детали</u>			
				4	ВКР.ТАМП.151001-004	Вал	1		
				5	ВКР.ТАМП.151001-005	Корпус	1		
				6	ВКР.ТАМП.151001-006	Корпус	1		
				7	ВКР.ТАМП.151001-007	Крышка	1		
				8	ВКР.ТАМП.151001-008	Вал	1		
				9	ВКР.ТАМП.151001-009	Втулка	1		
				10	ВКР.ТАМП.151001-010	Шестерня	1		
				11	ВКР.ТАМП.151001-011	Колесо	1		
				12	ВКР.ТАМП.151001-012	Втулка	1		
				13	ВКР.ТАМП.151001-013	Упор	1		
				14	ВКР.ТАМП.151001-014	Шайба	1		
				15	ВКР.ТАМП.151001-015	Крышка	1		
				16	ВКР.ТАМП.151001-016	Шайба	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
				18		Винт М5-6qx14 ГОСТ 11738-84	2		
				19		Винт М5-6qx16 ГОСТ 11738-84	2		
		ВКР.ТАМП.15100							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Сверлильная головка				
Разраб.		Карионов А.В.							
Пров.		Шибинский К.Г.							
Н.контр.									
Утв.					Лит.	Лист	Листов		
						1	2		

