

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Седло»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Моторин Андрей Сергеевич		06.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А. О.	к.т.н.,		06.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Владимировна	к.т.н., доцент.		21.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		29.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительномонтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительномонтажного комплекса и

	в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

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

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Моторин Андрей Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Седло»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации,</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – чертеж детали седло; – программа выпуска деталей $N=3000$шт./год; – материал детали – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71;
---	--

<i>влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>		
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>		<ul style="list-style-type: none"> – технологический контроль чертежа; – технологичность конструкции; – тип производства; – технологический маршрут; – размерный анализ; – межоперационные размеры; ; – режимы резания; – нормы времени; – проектирование приспособления; – финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – социальная ответственность; – заключение по работе.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>		<ul style="list-style-type: none"> – чертеж детали; – операционные карты; – Размерный анализ; – сборочный чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Технологический	Бознак Алексей Олегович	
Конструкторский	Бознак Алексей Олегович	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Владимировна	
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А. О.	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Моторин Андрей Сергеевич		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, изложенных на 101 страницах печатного текста, и содержит 34 рисунка, 23 таблиц, 6 чертежей. При написании был использован 31 источник.

Ключевые слова: разработка технологического процесса, деталь, седло, анализ технологичности, припуск, расчет режимов резания, нормы времени.

Объектом исследования является технология изготовления детали типа «Седло».

Цель работы – Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Седло».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс ее изготовления, определен и рассчитан тип производства, , рассчитаны режимы резания, а также разработано специальное приспособление для сверлильной операций. Представлен путь решения вопроса по экологической безопасности, а также финансовый анализ технологии изготовления седла.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в среднесерийном производстве.

Оглавление

Введение.....	8
1. Технологическая часть	9
1.1 Техническое задание	9
1.2 Анализ технологичности детали.....	10
1.3 Определение типа производства.....	11
1.4 Разработка маршрута изготовления детали	14
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали...22	
1.6 Допуски на конструкторские размеры	24
1.7 Допуски на технологические размеры	25
1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	26
1.9 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	29
1.10 Расчет диаметральных технологических размеров.....	31
1.11 Расчет осевых технологических размеров	33
1.12 Расчет и назначение режимов обработки на операциях	35
1.13 Нормирование технологических операции.....	46
2. Конструкторская часть	64
2.1 Описание кинематической-гидравлической схемы	64
2.2 Расчет силы закрепления.....	65
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	70
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	71
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	74
3.3 Бюджет научно-технического исследования.....	80
3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	84
4. Социальная ответственность.....	89
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	90
4.2 Производственная безопасность.....	92
4.3 Экологическая безопасность.....	95
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	96
Заключение	99
Список литературы	100
Приложения	

Введение

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного внедрения методов техника–экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок. Современному машиностроению присущи постоянное усложнение конструкции и увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, частая смена объектов производства, сокращение сроков освоения новой продукции. Уровень машиностроения предопределяет качество и количество изделий выпускаемых промышленностью, аэрокосмическим комплексом и другими отраслями, обеспечивающими функционирование нормальной экономики.

Поэтому эффективному развитию машиностроения уделялось внимание во всех странах. Особое влияние на современное машиностроение оказало развитие вычислительной техники, гибкие производственные системы, сформированные на основе управляющих вычислительных машин, станков с ЧПУ и ПР, прочно вошло в структуру оборудование современных машиностроительных заводов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали типа «Седло».

В процессе разработки технологии изготовления седла были решены следующие задачи:

- технологический контроль чертежа и анализ технологичности конструкции;
- разработка технологического маршрута;
- размерный анализ;
- расчет межоперационных размеров;
- уточнение оборудования и инструмента;
- назначение режимов резания;
- расчет норм времени.

Данная выпускная квалификационная работа может найти применение в условиях среднесерийного производства деталей, а также стать примером для разработки новых технологических процессов. Разработанный технологический процесс обязан удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь – седло из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, механическую обработку можно выполнять на станках с ЧПУ и использовать простые инструменты. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Особых требований к точности размеров не предъявляется за исключением размеров: $65_{-0,02}$, $74,5 \pm 0,02$, $\varnothing 12,8^{+0,05}$, $29,5 \pm 0,15$, $32,75 \pm 0,1$, $37,5 \pm 0,1$, $\varnothing 5^{+0,3}$, $\varnothing 100 \pm 0,03$, $\varnothing 149 \pm 0,1$. Требования к шероховатости Ra 1.6 мкм.

В целом можно отметить, что деталь является технологичной.

В качестве заготовки для данной детали применяем прутки горячекатаный круглый $\varnothing 170$ мм ГОСТ 4543-71

Основным правилом выбора заготовки является материал, из которого изготавливается деталь. В нашем случае это сталь, для стали чаще всего используют прокат. Так же проанализировав примерный технологический процесс было выявлено что целесообразней использовать прокат в качестве заготовки.

Данные о материале детали сведены в таблицы 1 и 2.

Таблица 1.1 – Химический состав сталь 40Х ГОСТ 4543-71

С	Fe	Cu	Mn	Si	Cr	S	P	Mi
Массовая доля элементов не более, %:								
0,36- 0,44	~97	До 0,3	0,5-0,8	0,17- 0,37	0,8- 0,11	0,035	0,035	До 0,03

Таблица 1.2 – Механические свойства сталь 40Х

$\sigma_{вр}$, МПа	НВ	Термическая обработка		
		Температура закалки	Среда закалки	Естественное старение
690	$10^{-1} = 217$ МПа	860 °С	В холодной воде или масле	4-5 дней.

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле: [2, с.19]

$$K_{з.о.} = \frac{t_{\theta}}{T_{cp.}}$$

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

$T_{cp.}$ – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\theta} = \frac{60 \cdot F_z}{N_z},$$

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

N_z – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работа:

$$F_z = 4140 \text{ ч.}$$

Тогда:

$$t_{\theta} = \frac{F_z}{N_z} = \frac{4140 \cdot 60}{3000} = 49,7 \text{ мин.};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операции технологического процесса:

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

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

n – количество основных операций.

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

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

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

Для фрезерных операции (фрезерных с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 1,84$.

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [2, с.19], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Отрезание:

$$T_{o.0} = 0,00019 \cdot (170)^2 = 5,491 \text{ мин}$$

Точение:

$$T_{o.1} = 0,00052 \cdot (170)^2 = 1,503 \text{ мин}$$

$$T_{o.2} = 0,00017 \cdot 149 \cdot 1 = 0,026 \text{ мин}$$

$$T_{o.3} = 0,00017 \cdot 159 \cdot 33 = 0,9 \text{ мин}$$

$$T_{o.4} = 0,00017 \cdot 1 \cdot 1 = 0,00017 \text{ мин}$$

$$T_{o.5} = 0,00052 \cdot (170)^2 = 1,503 \text{ мин}$$

$$T_{o.6} = 0,00017 \cdot 149 \cdot 1 = 0,026 \text{ мин}$$

$$T_{o.7} = 0,00017 \cdot 159 \cdot 33 = 0,9 \text{ мин}$$

$$T_{o.8} = 0,00017 \cdot 1 \cdot 1 = 0,00017 \text{ мин}$$

Сверление центровочных отверстий:

$$T_{o.9} = (0,00052 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \cdot 12 = 0,03822 \text{ мин}$$

$$T_{o.10} = (0,00052 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \cdot 3 = 0,00955 \text{ мин}$$

$$T_{o.11} = (0,00052 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \cdot 2 = 0,00637 \text{ мин}$$

Сверление:

$$T_{o.12} = (0,00052 \cdot 12,5 \cdot 67) \cdot 6 = 2,613 \text{ мин}$$

$$T_{o.13} = (0,00052 \cdot 12,5 \cdot 37,5) \cdot 6 = 1,4625 \text{ мин}$$

Развертывание:

$$T_{o.14} = (0,00086 \cdot 12,8 \cdot 67) \cdot 6 = 4,42 \text{ мин}$$

$$T_{o.15} = (0,00086 \cdot 12,8 \cdot 37,5) \cdot 6 = 2,477 \text{ мин}$$

Сверление:

$$T_{o.16} = (0,00052 \cdot 5 \cdot 67) \cdot 3 = 0,5226 \text{ мин}$$

$$T_{o.17} = (0,00052 \cdot 5,1 \cdot 10) \cdot 2 = 0,053 \text{ мин}$$

Сверление центровочных отверстий:

$$T_{o.18} = (0,00052 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \cdot 2 = 0,0064 \text{ мин}$$

Сверление:

$$T_{o.19} = (0,00052 \cdot 5,1 \cdot 10) \cdot 2 = 0,053 \text{ мин}$$

Сверление центровочных отверстий:

$$T_{o.20} = (0,00052 \cdot 3,5 \cdot 1,75) \cdot 6 = 0,01911 \text{ мин}$$

Сверление:

$$T_{o.21} = (0,00052 \cdot 12,5 \cdot 29,5) \cdot 6 = 1,151 \text{ мин}$$

Развертывание:

$$T_{o.22} = (0,00086 \cdot 12,8 \cdot 29,5) \cdot 6 = 1,95 \text{ мин}$$

Шлифование:

$$T_{o.23} = 0,00015 \cdot (149)^2 = 3,33 \text{ мин}$$

$$T_{o.24} = 0,00015 \cdot (149)^2 = 3,33 \text{ мин}$$

Рассчитав основное технологическое время каждой операции переходим к расчету штучно-калькуляционного времени каждой операции:

$$T_{ш.и} = \varphi_{к.и} \cdot T_{o.и}$$

$$T_{ш.0} = 1,5 \cdot 5,491 = 8,23 \text{ мин}$$

$$T_{ш.1} = 1,36 \cdot 1,503 = 2,044 \text{ мин}$$

$$T_{ш.2} = 1,36 \cdot 0,026 = 0,035 \text{ мин}$$

$$T_{ш.3} = 1,36 \cdot 0,9 = 1,224 \text{ мин}$$

$$T_{ш.4} = 1,36 \cdot 0,00017 = 0,00023 \text{ мин}$$

$$T_{ш.5} = 1,36 \cdot 1,503 = 2,044 \text{ мин}$$

$$T_{ш.6} = 1,36 \cdot 0,026 = 0,035 \text{ мин}$$

$$T_{ш.7} = 1,36 \cdot 0,9 = 1,224 \text{ мин}$$

$$T_{ш.8} = 1,36 \cdot 0,00017 = 0,00023 \text{ мин}$$

$$T_{ш.9} = 1,41 \cdot 0,03822 = 0,054 \text{ мин}$$

$$T_{ш.10} = 1,41 \cdot 0,00955 = 0,135 \text{ мин}$$

$$T_{ш.11} = 1,41 \cdot 0,00637 = 0,00898 \text{ мин}$$

$$T_{ш.12} = 1,41 \cdot 2,613 = 3,684 \text{ мин}$$

$$T_{ш.13} = 1,41 \cdot 1,4625 = 2,062 \text{ мин}$$

$$T_{ш.14} = 1,41 \cdot 4,42 = 6,23 \text{ мин}$$

$$T_{ш.15} = 1,41 \cdot 2,477 = 3,49 \text{ мин}$$

$$T_{ш.16} = 1,41 \cdot 0,5226 = 0,74 \text{ мин}$$

$$T_{ш.17} = 1,41 \cdot 0,053 = 0,075 \text{ мин}$$

$$T_{ш.18} = 1,41 \cdot 0,0064 = 0,009 \text{ мин}$$

$$T_{ш.19} = 1,41 \cdot 0,053 = 0,075 \text{ мин}$$

$$T_{ш.20} = 1,30 \cdot 0,1911 = 0,25 \text{ мин}$$

$$T_{ш.21} = 1,30 \cdot 1,151 = 1,5 \text{ мин}$$

$$T_{ш.22} = 1,30 \cdot 1,95 = 2,54 \text{ мин}$$

$$T_{ш.23} = 1,55 \cdot 3,33 = 5,2 \text{ мин}$$

$$T_{ш.23} = 1,55 \cdot 3,33 = 5,2 \text{ мин}$$

Значения переменных определяем приближенно по чертежу рисунок 1.1.

Формулы для расчетов берутся из [2, с.146].

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{46,1}{6} = 7,6 \text{ мин.}$$

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

n – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о.} = \frac{t_a}{T_{cp.}} = \frac{82,8}{7,6} = 10,9$$

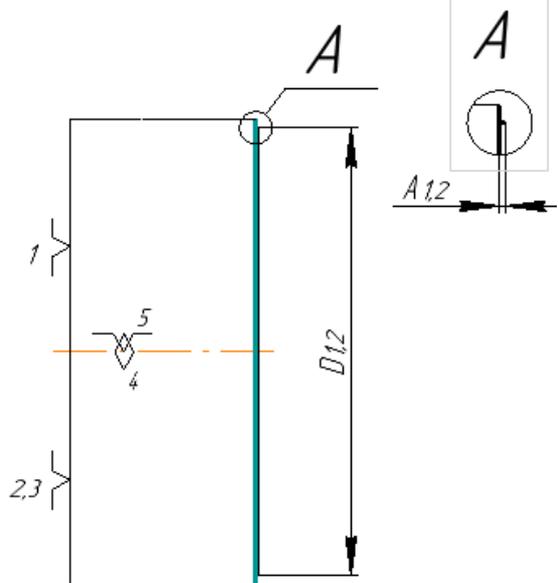
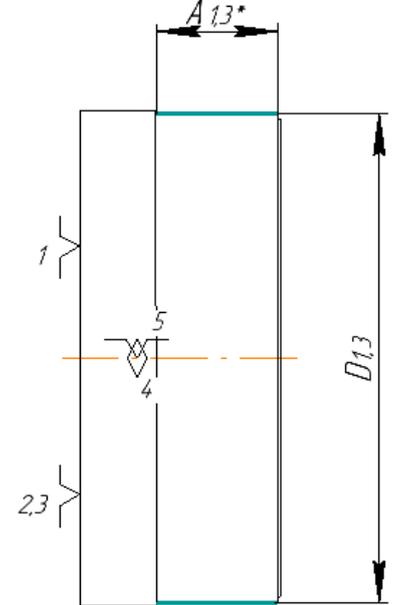
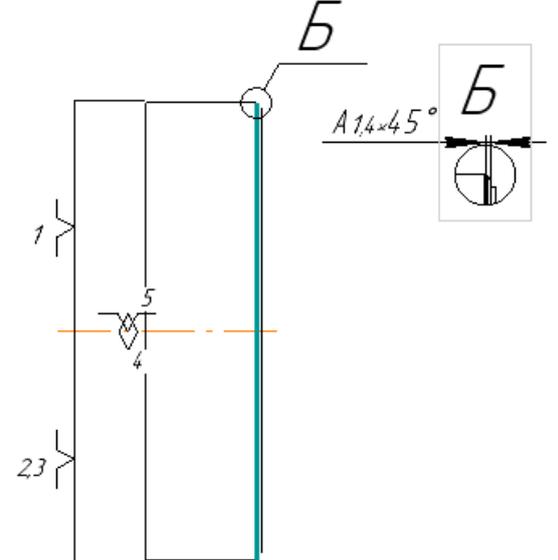
Исходя что $10 < K_{з.о.} < 20$ то тип производства среднесерийный.

1.4 Разработка маршрута изготовления детали

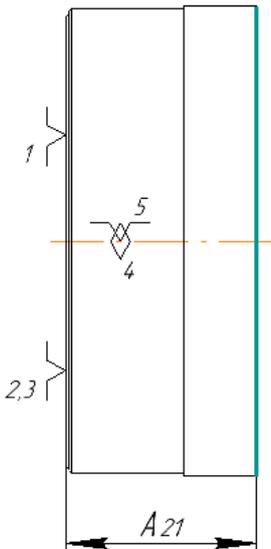
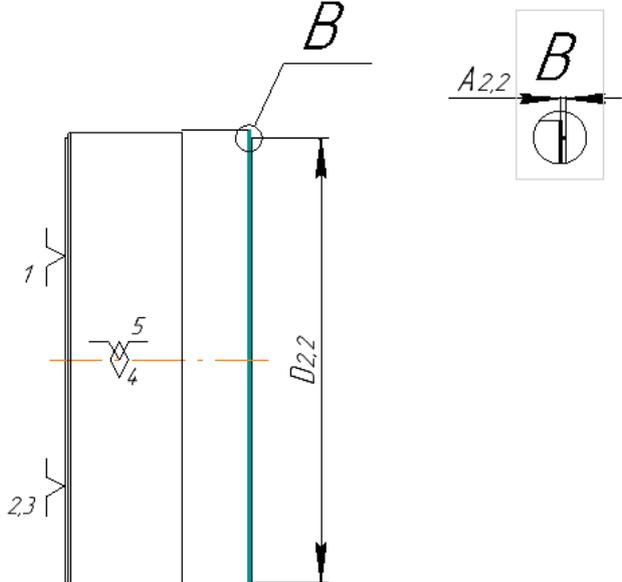
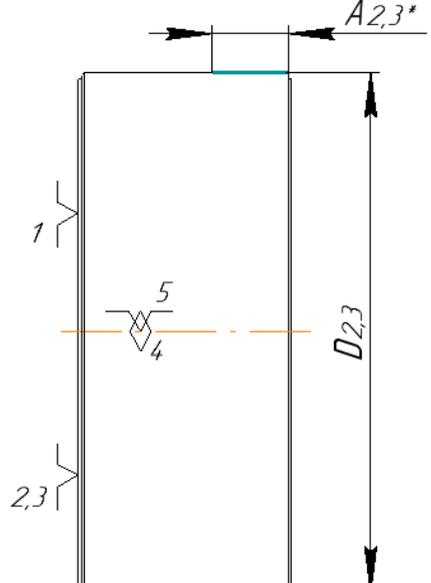
Таблица 3 – маршрут изготовления детали «Седло»

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Переход		
1	2	3	4
0	1	<p><u>Отрезная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Отрезать, выдерживая размеры $A_{0.1}$.</p> <p>Размер $D_{0.1}$ для справки</p>	
1	1	<p><u>Токарная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Точить торец выдерживая размер $A_{1.1}$.</p>	

Продолжение таблицы 3

<p>2</p>	<p>Точить ступень выдерживая размер $A_{1.2}; D_{1.2}$</p>	
<p>3</p>	<p>Точить наружную поверхность выдерживая размер $D_{1.3};$ $A_{1.3}$ размер для справок*</p>	
<p>4</p>	<p>Точить фаску выдерживая размер $A_{1.4*45^{\circ}}$</p>	

Продолжение таблицы 3

2	1	<p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Точить торец выдерживая размер $A_{2.1}$.</p>	
2	2	<p>Точить ступень выдерживая размер $A_{2.2}; D_{2.2}$</p>	
3	3	<p>Точить наружную поверхность выдерживая размер $D_{2.3};$ $A_{2.3}$ размер для справок*</p>	

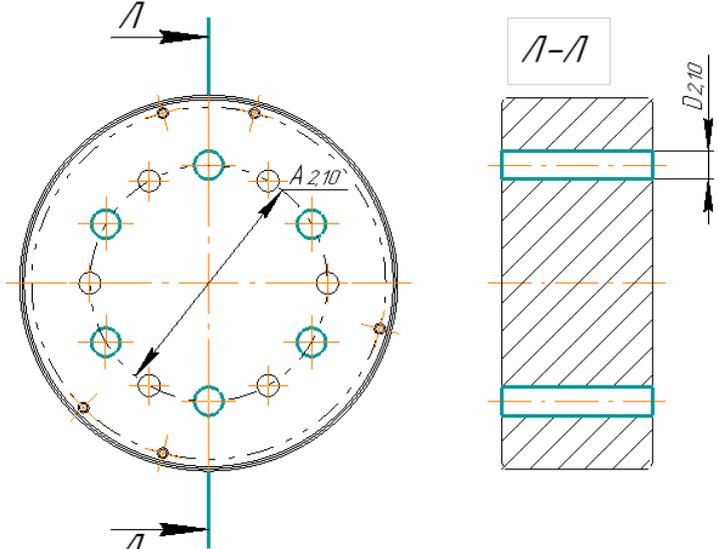
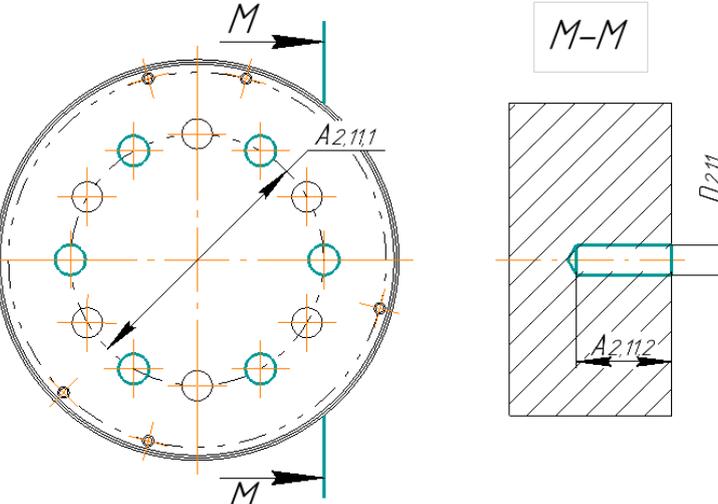
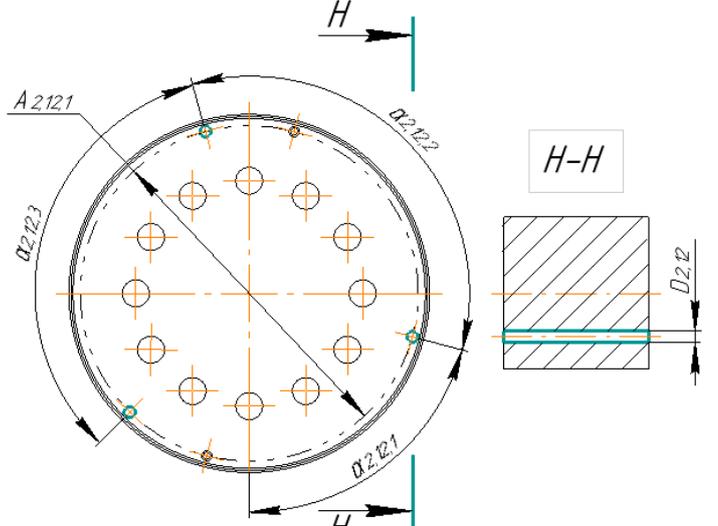
Продолжение таблицы 3

<p>4</p>	<p>Точить фаску выдерживая размер $A_{2.4} \times 45^\circ$;</p>	
<p>5</p>	<p>Центровать 12 отверстий выдерживая размеры $A_{2.5.1}$; $A_{2.5.2}$; $A_{2.5.3} \times 30^\circ$; $D_{2.5}$</p>	
<p>6</p>	<p>Центровать 3 отверстия выдерживая размеры $A_{2.6.1}$; $A_{2.6.2}$; $D_{2.6}$; $A_{2.6.3} \times 30^\circ$; $\alpha_{2.6.1}$; $\alpha_{2.6.2}$; $\alpha_{2.6.3}$</p>	

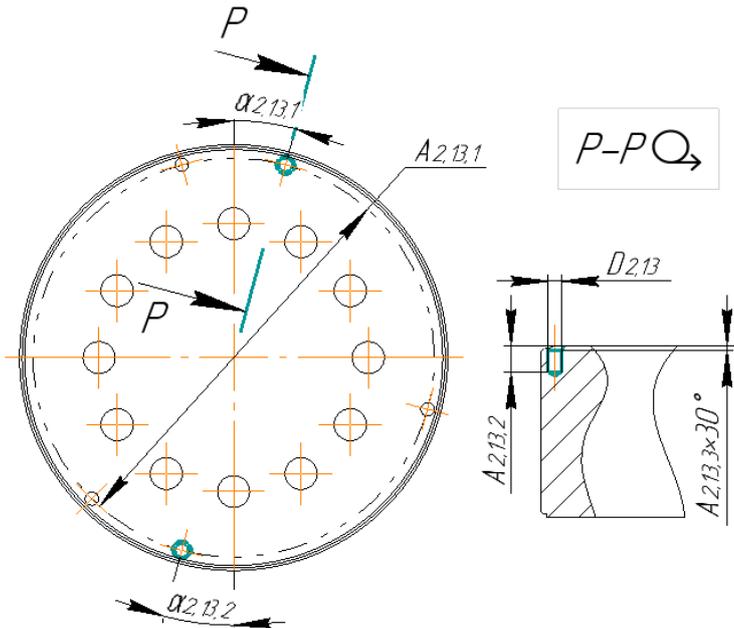
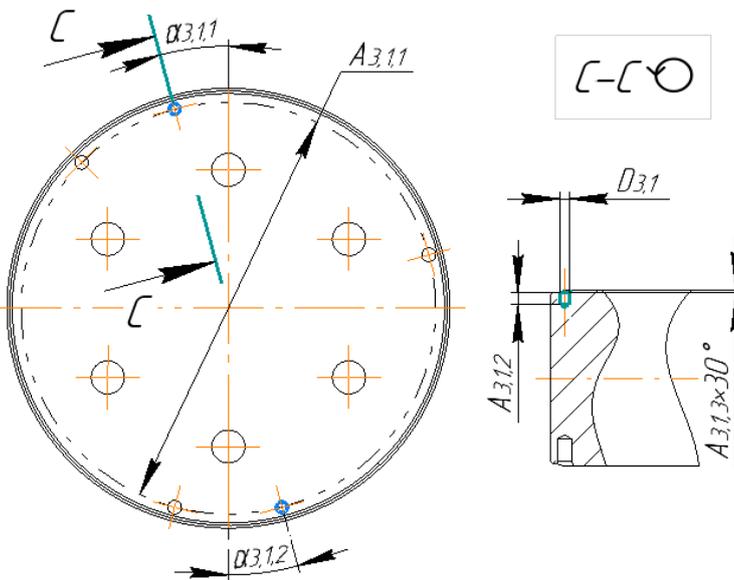
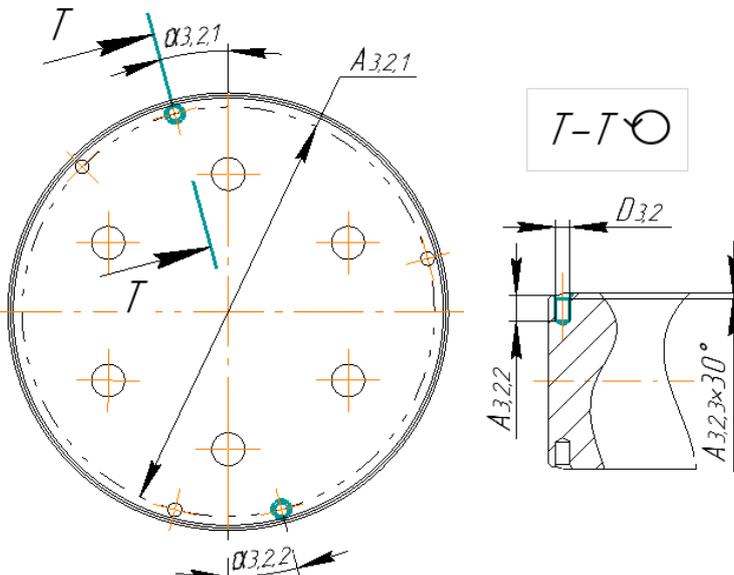
Продолжение таблицы 3

<p>7</p>	<p>Центровать 2 отверстия выдерживая размеры: $A_{2.7.1}$; $A_{2.7.2}$; $A_{2.7.3*30^\circ}$; $D_{2.7}$; $a_{2.7.1}$; $a_{2.7.2}$;</p>	
<p>8</p>	<p>Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры $A_{2.8}$; $D_{2.8}$;</p>	
<p>9</p>	<p>Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры $A_{2.9.1}$; $A_{2.9.2}$; $D_{2.9}$;</p>	

Продолжение таблицы 3

<p>10</p>	<p>Развертывать машинной разверткой 6 отверстий выдерживая размеры $A_{2.10}$; $D_{2.10}$;</p>	
<p>11</p>	<p>Развертывать машинной разверткой 6 отверстий выдерживая размеры $A_{2.11.1}$; $A_{2.11.2}$; $D_{2.11}$;</p>	
<p>12</p>	<p>Сверлить 3 отверстия выдерживая размеры $A_{2.12.2}$; $D_{2.12}$; $\alpha_{2.12.1}$; $\alpha_{2.12.2}$; $\alpha_{2.12.3}$;</p>	

Продолжение таблицы 3

13		<p>Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры $A_{2.13.1}$; $A_{2.13.2}$; $A_{2.13.3*30^\circ}$; $D_{2.13}$; $\alpha_{2.13.1}$; $\alpha_{2.13.2}$;</p>	
3	1	<p><u>Сверлильная с ЧПУ</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Центровать 2 отверстия выдерживая размеры $A_{3.1.1}$; $A_{3.1.2}$; $A_{3.1.3*30^\circ}$; $D_{3.1}$; $\alpha_{3.1.1}$; $\alpha_{3.1.2}$;</p>	
	2	<p>Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры $A_{3.2.1}$; $A_{3.2.2}$; $A_{3.2.3*30^\circ}$; $D_{3.2}$; $\alpha_{3.2.1}$; $\alpha_{3.2.2}$;</p>	

Продолжение таблицы 3

4	1	<p><u>Сверлильная с ЧПУ</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Центровать отверстие выдерживая размеры $A_{4.1.1}$; $A_{4.1.3}$; $A_{4.1.2} \times 30^\circ$; $D_{4.1}$; применяя специальное поворотное устройство</p>	
2	2	<p>Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{4.2.1}$; $A_{4.2.2}$; $D_{4.2}$; применяя специальное поворотное устройство</p>	

Окончание таблицы 3

3	<p>Развертывать машинной разверткой отверстие выдерживая размеры $A_{4.3.1}$; $A_{4.3.2}$; $D_{4.3}$;</p> <p>Повторить переходы 1-3 для 6 отверстий</p>	
5	<p><u>Шлифовальная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифовать деталь, выдерживая размер $A_{5.1}$.</p>	
6	<p><u>Шлифовальная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Шлифовать деталь, выдерживая размер $A_{6.1}$.</p>	

1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские

размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия. [3, с.23]

На основании маршрута изготовления седла, составляется расчетная схема (представлена на рис. 2), которые содержат все технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.

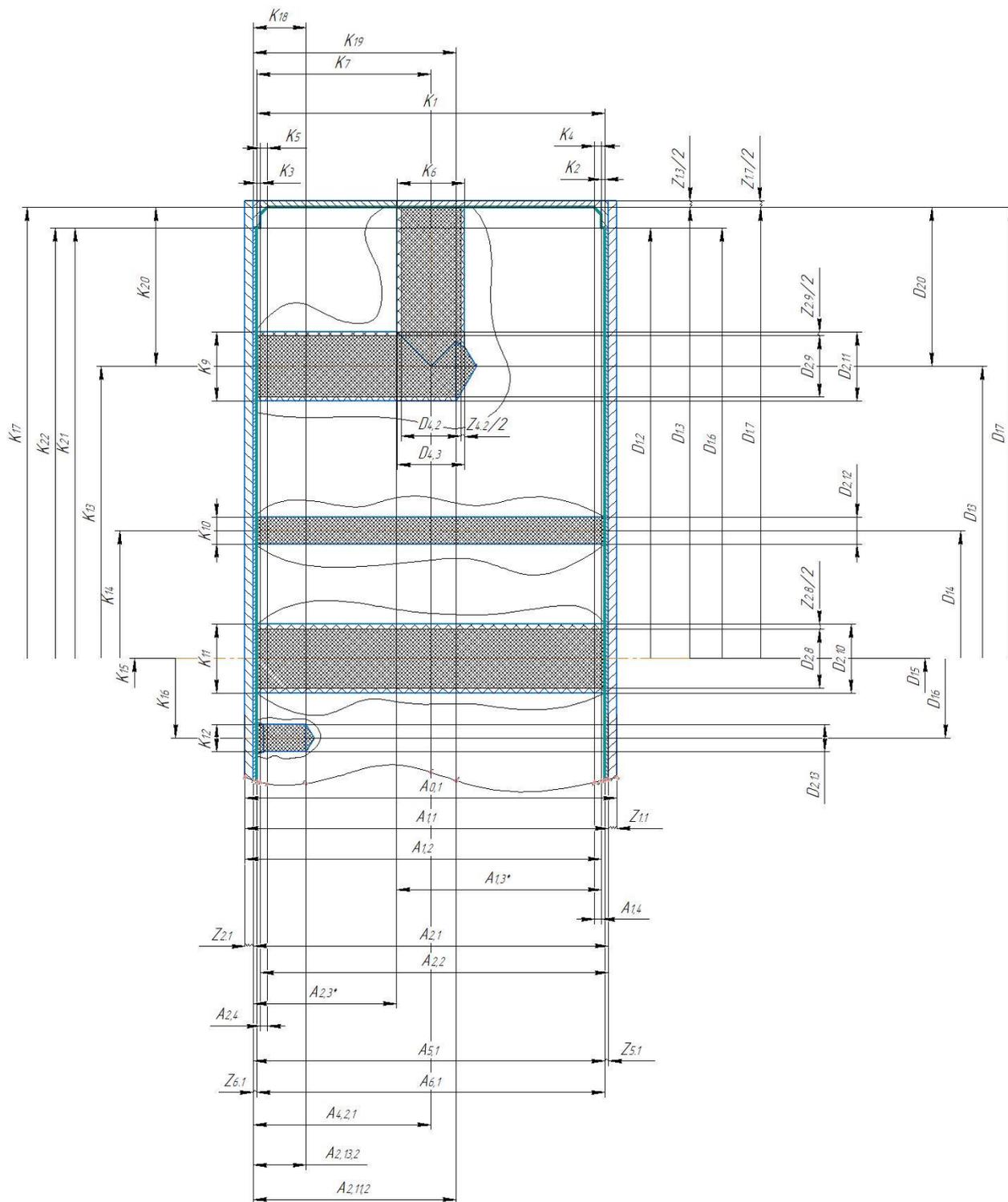


Рисунок 1.2 – Размерная схема

С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчетной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения граф – дерева подробно излагается в [3, с.24]. Граф дерева для расчетной схемы изготовления опоры (представлены на рис. 3).

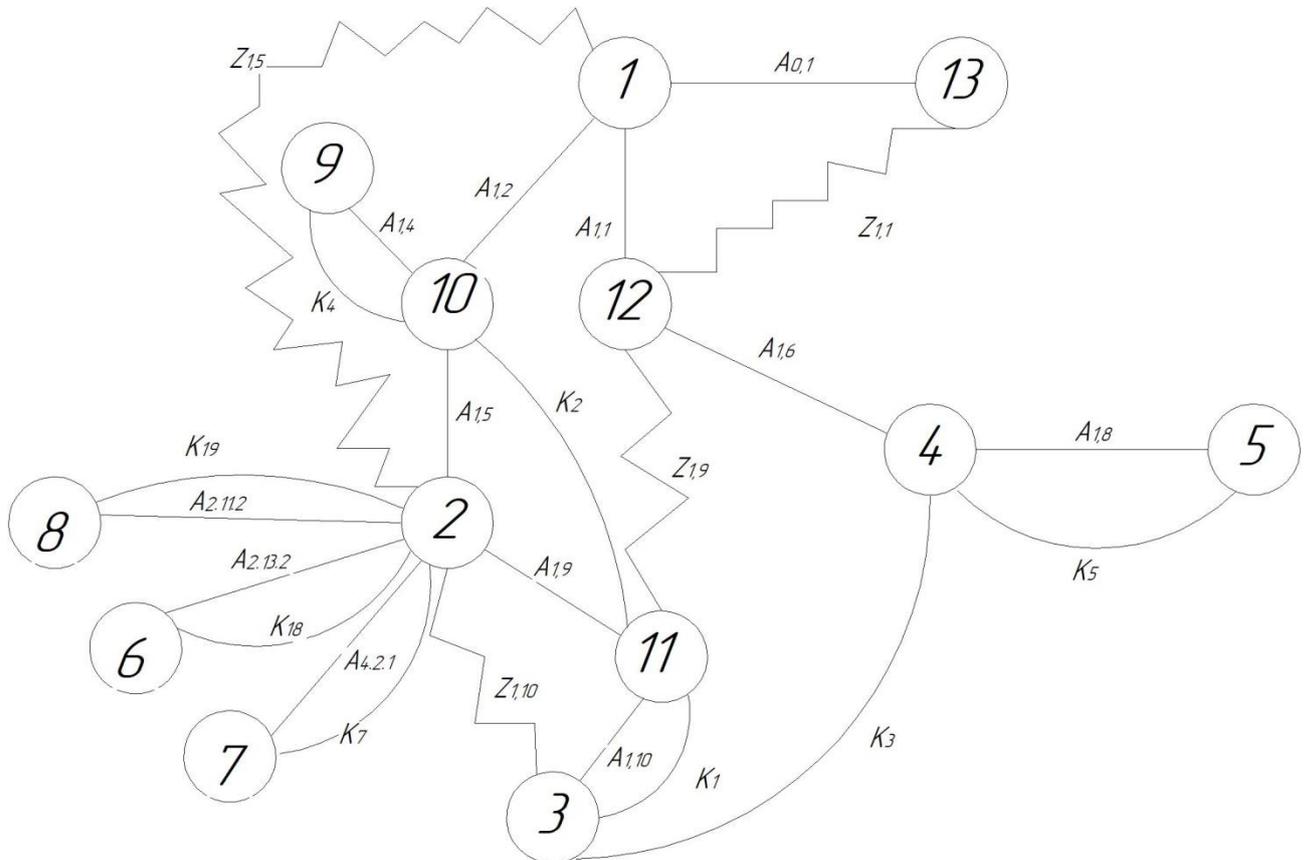


Рисунок 1.3 – Граф технологических размерных цепей для размерной схемы

1.6 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа выписываем допуски на конструкторские размеры, общие допуски по ГОСТ 30893.2 – *mH*.

$$TK_1 = (65)_{-0.02} = 0.02 \text{ мм};$$

$$TK_{10}^D = (5)^{+0.3} = 0,3 \text{ мм}; \text{ - 3 отверстия}$$

$$TK_2 = TK_3 = (1) \pm 0.125 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{11}^D = (12.8)^{+0.05} = 0,05 \text{ мм}; \text{ - 6 отверстий}$$

$$TK_4 = TK_5 = (1) \pm 0.125 = 0,25 \text{ мм};$$

$$TK_{12}^D = (5.1)^{+0.58} = 0,58 \text{ мм}; \text{ -2 отверстия}$$

$$TK_6^D = (12.8)^{+0.05} = 0,05 \text{ мм}; \text{ - 6 отверстий}$$

$$TK_{13}^D = (100) \pm 0.03 = 0,06 \text{ мм};$$

$$TK_7 = (32.75) \pm 0.1 = 0.2 \text{ мм};$$

$$TK_{14}^D = (149) \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TK_9^D = (12.8)^{+0.05} = 0,05 \text{ мм}; \text{ - 6 отверстий}$$

$$TK_{15}^D = (100) \pm 0.03 = 0,06 \text{ мм};$$

$$TK_{16}^D = (74.5) \pm 0,02 = 0,04 \text{ мм};$$

$$TK_{20}^D = (29.5) \pm 0,15 = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_{17}^D = (159)_{-0,1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_{21}^D = (149)_{-0,1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_{18} = (10) \pm 0,18 = 0,36 \text{ мм};$$

$$TK_{22}^D = (149)_{-0,1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TK_{19} = (37.5) \pm 0,1 = 0,2 \text{ мм};$$

1.7 Допуски на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки состоят по соответствию стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, полученные на операциях механической обработки, находятся с использованием таблиц точности. Эти таблицы содержат статистические данные по погрешностям размера заготовок, обрабатываемых на разных металлорежущих станках. Величина допусков естественно зависит от вида и метода обработки, применяемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Определение допусков на линейные и осевые технологические размеры, мм: [3, с.34]

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{II} + \varepsilon_{\delta}$$

Где ω_{ci} – средне статистическая погрешность механической обработки;

ρ_{II} – пространственное отклонение измерительной базы;

ε_{δ} – погрешность базирования.

$$TA_{0,1} = 0,5 + 0,5 + 1 = 2 \text{ мм};$$

$$TA_{2,3*} = \omega_c = 0,25 \text{ мм};$$

$$TA_{1,1} = 0,04 + 0,12 + 0,04 = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2,4} * 45^\circ = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1,2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{4,2,1} = \omega_c + \rho_{II} + \varepsilon_{\delta} = 0,1 + 0,012 + 0,06 = 0,172 \text{ мм};$$

$$TA_{1,3*} = \omega_c = 0,40 \text{ мм};$$

$$TA_{5,1} = \omega_c + \rho_{II} = 0,01 + 0,01 = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{1,4} * 45^\circ = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{6,1} = \omega_c + \rho_{II} = 0,01 + 0,001 = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_{II} + \varepsilon_{\delta} = 0,06 + 0,02 + 0,06 = 0,14 \text{ мм};$$

$$TA_{2,11,2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{2,13,2} = \omega_c = 0,36 \text{ мм};$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры, мм:

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где ω_{ci} – средне статистическая погрешность механической обработки.

$$\begin{aligned}
TD_{1,2} &= \omega_c = 0,17\text{мм}; \\
TD_{1,3} &= \omega_c = 0,25\text{мм}; & TD_{4,3} &= \omega_c = 0,05\text{мм}. \\
TD_{1,6} &= \omega_c = 0,17\text{мм}; & TD_{13} &= \omega_c = 0,06\text{мм}. \\
TD_{1,7} &= \omega_c = 0,25\text{мм}; & TD_{14} &= \omega_c = 0,2\text{мм}. \\
TD_{2,8} &= \omega_c = 0,15\text{мм}; & TD_{15} &= \omega_c = 0,06\text{мм}. \\
TD_{2,9} &= \omega_c = 0,15\text{мм}; & TD_{16} &= \omega_c = 0,04\text{мм}. \\
TD_{2,10} &= \omega_c = 0,05\text{мм}; & TD_{17} &= \omega_c = 0,1\text{мм}. \\
TD_{2,11} &= \omega_c = 0,05\text{мм}; & TD_{20} &= \omega_c = 0,3\text{мм}. \\
TD_{2,12} &= \omega_c = 0,3\text{мм}; & TD_{21} &= \omega_c = 0,1\text{мм}. \\
TD_{2,13} &= \omega_c = 0,2\text{мм}; & TD_{22} &= \omega_c = 0,1\text{мм}. \\
TD_{4,2} &= \omega_c = 0,15\text{мм};
\end{aligned}$$

1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров нужно построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На схему размещения всех технологических размеров, припуски на обработку, а также конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы, определяем обеспечение точности конструкторских размеров.

Конструкторские размеры, выдерживающиеся непосредственно.

$$\begin{aligned}
TK_1 &= TA_{6,1} = 0,02\text{мм}; & TK_{12}^D &= TD_{2,13} = 0,2\text{мм}; \\
TK_4 &= TA_{1,4} = 0,2\text{мм}; & TK_{13}^D &= TD_{13} = 0,06\text{мм}; \\
TK_5 &= TA_{2,4} = 0,2\text{мм}; & TK_{14}^D &= TD_{14} = 0,2\text{мм}; \\
TK_6^D &= TD_{4,3} = 0,05\text{мм}; & TK_{15}^D &= TD_{15} = 0,06\text{мм}; \\
TK_7 &= TA_{4,2,1} = 0,2\text{мм}; & TK_{16}^D &= TD_{16} = 0,04\text{мм}; \\
TK_9^D &= TD_{2,11} = 0,05\text{мм}; & TK_{17}^D &= TD_{17} = 0,1\text{мм}; \\
TK_{10}^D &= TD_{2,12} = 0,3\text{мм}; & TK_{18} &= TA_{2,13,2} = 0,36\text{мм}; \\
TK_{11}^D &= TD_{2,10} = 0,05\text{мм};
\end{aligned}$$

$$TK_{19} = TA_{2.11.2} = 0,2\text{мм};$$

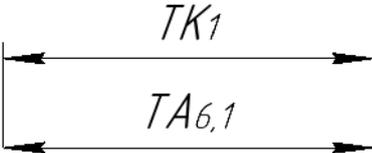
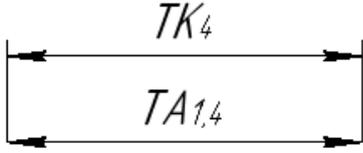
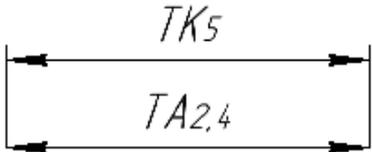
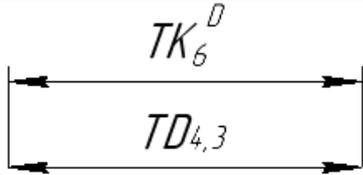
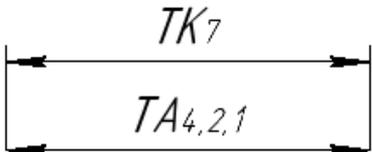
$$TK_{21}^D = TD_{1.2} = 0,1\text{мм};$$

$$TK_{20}^D = TD_{20} = 0,3\text{мм};$$

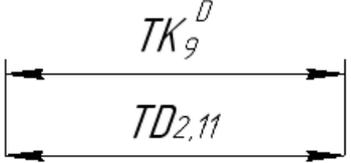
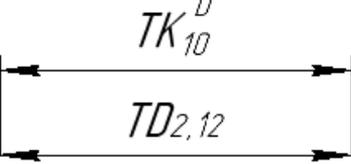
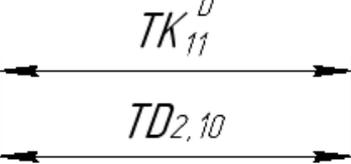
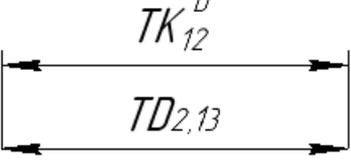
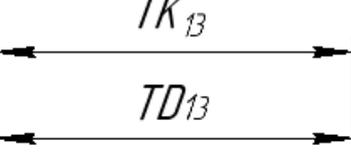
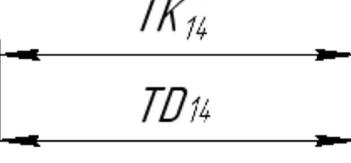
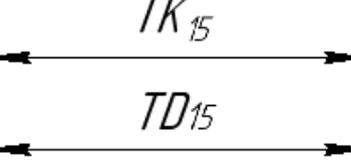
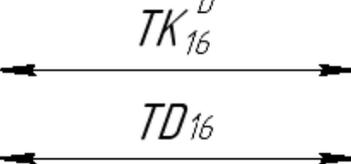
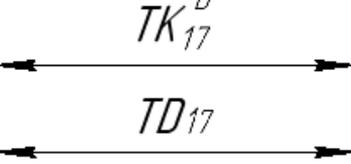
$$TK_{22}^D = TD_{1.6} = 0,1\text{мм};$$

Руководствуясь правилами, расчета размерных цепей методом максимума – минимума и вероятностным методом.

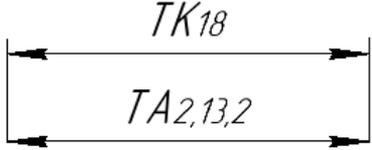
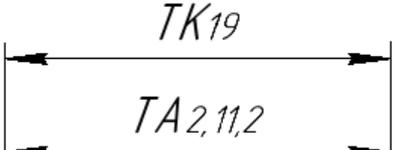
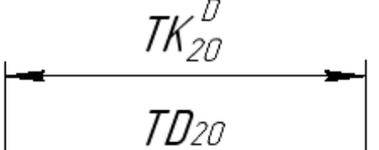
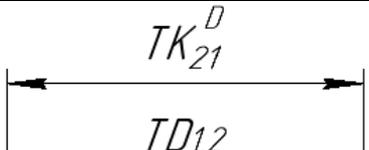
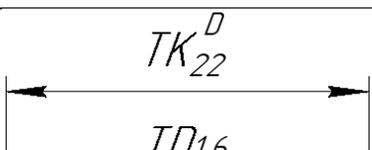
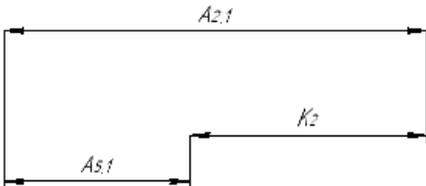
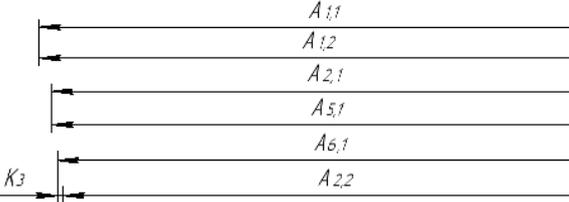
Таблица 1.4 - Проверка допусков конструкторских размеров

Схемы размерных цепей	Проверка допусков конструкторских размеров
	$TK_1 = TA_{6.1} = 0,02\text{мм};$
	$TK_4 = TA_{1.4} = 0,02\text{мм};$
	$TK_5 = TA_{2.4} = 0,02\text{мм};$
	$TK_6^D = TD_{4.3} = 0,05\text{мм};$
	$TK_7 = TA_{4.2.1} = 0,2\text{мм};$

Продолжение таблицы 4

 <p style="text-align: center;">TK_9^D $TD_{2,11}$</p>	$TK_9^D = TD_{2,11} = 0,05\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{10}^D $TD_{2,12}$</p>	$TK_{10}^D = TD_{2,12} = 0,3\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{11}^D $TD_{2,10}$</p>	$TK_{11}^D = TD_{2,10} = 0,05\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{12}^D $TD_{2,13}$</p>	$TK_{12}^D = TD_{2,13} = 0,2\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{13}^D TD_{13}</p>	$TK_{13}^D = TD_{13} = 0,06\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{14}^D TD_{14}</p>	$TK_{14}^D = TD_{14} = 0,2\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{15}^D TD_{15}</p>	$TK_{15}^D = TD_{15} = 0,06\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{16}^D TD_{16}</p>	$TK_{16}^D = TD_{16} = 0,04\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{17}^D TD_{17}</p>	$TK_{17}^D = TD_{17} = 0,1\text{мм};$

Окончание таблицы 4

 <p style="text-align: center;">TK_{18} $TA_{2,13,2}$</p>	$TK_{18} = TA_{2,13,2} = 0,36\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{19} $TA_{2,11,2}$</p>	$TK_{19} = TA_{2,11,2} = 0,2\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{20}^D TD_{20}</p>	$TK_{20}^D = TD_{20} = 0,3\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{21}^D $TD_{1,2}$</p>	$TK_{21}^D = TD_{1,2} = 0,1\text{мм};$
 <p style="text-align: center;">TK_{22}^D $TD_{1,6}$</p>	$TK_{22}^D = TD_{1,6} = 0,1\text{мм};$
	$TK_2 = 0,25\text{мм};$ $TK_2 = TA_{5,1} + TA_{2,1} = 0,02 + 0,172 = 0,192\text{мм};$ $TK_1 \geq \sum TA$
	$TK_3 = 0,25\text{мм};$ $TK_3 = \sqrt{\sum TA_i^2} = \sqrt{TA_{2,2}^2 + TA_{6,1}^2 + TA_{5,1}^2 + TA_{2,1}^2 + TA_{1,2}^2 + TA_{1,1}^2} =$ $= \sqrt{0,15^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,14^2 + 0,04^2 + 0,2^2} =$ $= 0,241\text{мм};$ $TK_3 \geq \sum TA$

1.9 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков. Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический. [2, с.59]

При нормативном методе значения $z_{i\min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $z_{i\min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений припусков на обработку поверхностей вращения производим, пользуясь формулой:

$$z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{y_i}^2});$$

При развертывании отверстий плавающей разверткой последняя самоустанавливается по отверстию. Вследствие этого пространственное отклонение обрабатываемого отверстия ρ_{i-1} и погрешность установки заготовки ε_{y_i} не следует включать в состав минимального припуска. Его значение (припуск на диаметр) составит:

$$z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1});$$

Где: $z_{i\min}$ – минимальный припуск на плоскость для рассматриваемой обработки, мкм;

Rz_{i-1} – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1}^2 – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

ε_{y_i} – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой.

Считаем:

$$z_{1.1}^{\min} = 0,115 + 0,075 + 1,5 = 1,69 = 1,7 \text{ мм};$$

$$z_{2.1}^{\min} = 0,115 + 0,075 + 1,5 = 1,69 = 1,7 \text{ мм};$$

$$z_{5.1}^{\min} = 0,4 \text{ мм};$$

$$z_{6.1}^{\min} = 0,4 \text{ мм};$$

$$z_{1.3}^{\min} = 2(0,075 + 0,15 + \sqrt{0,008^2 + 0,6^2}) = 1,65 \text{ мм};$$

$$z_{1.7}^{\min} = 2(0,075 + 0,15 + \sqrt{0,008^2 + 0,6^2}) = 1,65 \text{ мм};$$

$$z_{2.8}^{\min} = 2(0,032 + 0,1) = 0,264 \text{ мм};$$

$$z_{2.9}^{\min} = 2(0,032 + 0,1) = 0,264 \text{ мм};$$

$$z_{4.2}^{\min} = 2(0,032 + 0,1) = 0,264 \text{ мм};$$

1.10 Расчет диаметральных технологических размеров

Запишем сначала непосредственно выдерживаемые диаметральные технологические размеры:

$$\begin{aligned} D_{1,2} &= 149_{-0,1} \text{ мм}; & D_{13} &= 100_{-0,03}^{+0,03} \text{ мм}; \\ D_{1,6} &= 149_{-0,1} \text{ мм}; & D_{14} &= 149_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}; \\ D_{1,3} &= 159_{-0,1} \text{ мм}; & D_{15} &= 100_{-0,03}^{+0,03} \text{ мм}; \\ D_{1,7} &= 159_{-0,1} \text{ мм}; & D_{16} &= 74,5_{-0,02}^{+0,02} \text{ мм}; \\ D_{2,10} &= 12,8^{+0,05} \text{ мм}; & D_{17} &= 159_{-0,1} \text{ мм}; \\ D_{2,11} &= 12,8^{+0,05} \text{ мм}; & D_{20} &= 29,5_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм}; \\ D_{2,12} &= 5^{+0,3} \text{ мм}; & D_{4,3} &= 12,8^{+0,05} \text{ мм}; \\ D_{2,13} &= 5,1^{+0,3} \text{ мм}; \end{aligned}$$

Найдем технологический размер $D_{2,8}$

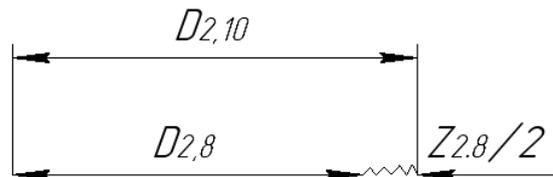


Рисунок 1.4 – Размерная цепь

$$z_{2,8} / 2 = D_{2,10}^{cp} - D_{2,8}^{cp}$$

$$D_{2,8}^{cp} = D_{2,10}^{cp} - z_{2,8} / 2 = D_{2,10}^{cp} - \left(\frac{2 \cdot z_{2,8\min} + TD_{2,8} + TD_{2,10}}{2} \right)$$

$$D_{2,10}^{cp} = K_{11} = 12,8^{+0,05}$$

$$D_{2,8}^{cp} = 12,825 - \left(\frac{2 \cdot 0,264 + 0,15 + 0,05}{2} \right) = 12,461$$

Принимаем $D_{2,8} = 12,5_{-0,075}^{+0,075} \text{ мм}$.

Находим припуск $z_{2,8} / 2$:

$$z_{2,8} = D_{2,10} - D_{2,8} = 12,8^{+0,05} - 12,5_{-0,075}^{+0,075} = 0,3_{-0,75}^{0,125} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер $D_{2,9}$

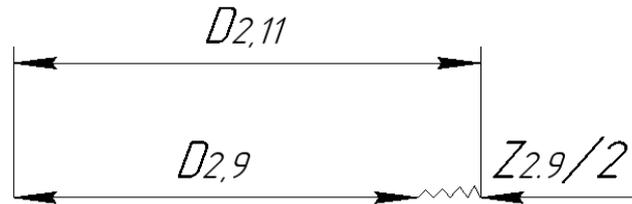


Рисунок 1.5 – Размерная цепь

$$z_{2,9} / 2 = D_{2,11}^{cp} - D_{2,9}^{cp}$$

$$D_{2,9}^{cp} = D_{2,11}^{cp} - z_{2,9} / 2 = D_{2,11}^{cp} - \left(\frac{2 \cdot z_{2,9\min} + TD_{2,9} + TD_{2,11}}{2} \right)$$

$$D_{2,11}^{cp} = K_{19} = 12,8^{+0,05}$$

$$D_{2,9}^{cp} = 12,825 - \left(\frac{2 \cdot 0,264 + 0,15 + 0,05}{2} \right) = 12,461$$

Принимаем $D_{2,9} = 12,5_{-0,075}^{+0,075} \text{ мм}$.

Находим припуск $z_{2,9} / 2$:

$$z_{2,9} = D_{2,11} - D_{2,9} = 12,8^{+0,05} - 12,5_{-0,075}^{+0,075} = 0,3_{-0,75}^{0,125} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер $D_{4,2}$

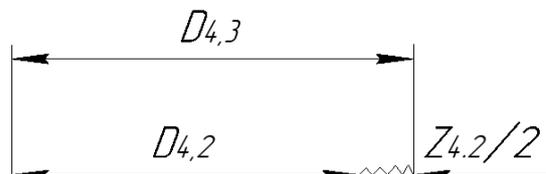


Рисунок 1.6 – Размерная цепь

$$z_{4,2} / 2 = D_{4,3}^{cp} - D_{4,2}^{cp}$$

$$D_{4,2}^{cp} = D_{4,3}^{cp} - z_{4,2} / 2 = D_{4,3}^{cp} - \left(\frac{2 \cdot z_{4,2\min} + TD_{4,2} + TD_{4,3}}{2} \right)$$

$$D_{4,3}^{cp} = K_6 = 12,8^{+0,05}$$

$$D_{4,2}^{cp} = 12,825 - \left(\frac{2 \cdot 0,264 + 0,15 + 0,05}{2} \right) = 12,461$$

Принимаем $D_{4,2} = 12,5^{+0,075}_{-0,075}$ мм.

Находим припуск $z_{4,2} / 2$:

$$z_{4,2} = D_{4,3} - D_{4,2} = 12,8^{+0,05} - 12,5^{+0,075}_{-0,075} = 0,3^{0,125}_{-0,75}$$
 мм

1.11 Расчет осевых технологических размеров

Запишем сначала непосредственно выдерживаемые осевые технологические размеры:

$$A_{1,4} = 1^{+0,125}_{-0,125}$$
 мм;

$$A_{1,8} = 1^{+0,125}_{-0,125}$$
 мм;

$$A_{1,10} = 65_{-0,02}$$
 мм;

$$A_{2,11.2} = 37,5^{+0,1}_{-0,1}$$
 мм;

$$A_{2,13.2} = 10^{+0,18}_{-0,18}$$
 мм;

$$A_{4,2.1} = 32,75^{+0,1}_{-0,1}$$
 мм;

Расчет технологических размеров которые непосредственно не выдерживаются.

Найдем технологический размер $A_{5,1}$

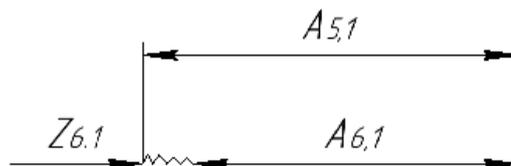


Рисунок 1.7 – Размерная цепь

$$z_{6,1}^{cp} = A_{5,1}^{cp} - A_{6,1}^{cp}$$

$$A_{5,1}^{cp} = z_{6,1}^{cp} + A_{6,1}^{cp}$$

$$z_{6.1}^{cp} = \frac{z_{6.1}^{\min} + (z_{6.1}^{\min} + TA_{5.1} + TA_{6.1})}{2} = \frac{0,4 + (0,4 + 0,02 + 0,02)}{2} = 0,42 \text{ мм}$$

$$A_{5.1}^{cp} = 0,42 + 65 = 65,42 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{5.1} = 65,42_{-0,01}^{+0,01} \text{ мм}$.

Находим припуск $Z_{6.1}$

$$z_{6.1} = A_{5.1} - A_{6.1} = 65,42_{-0,01}^{+0,01} - 65_{-0,02} = 0,42_{-0,01}^{+0,03} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер $A_{2.1}$

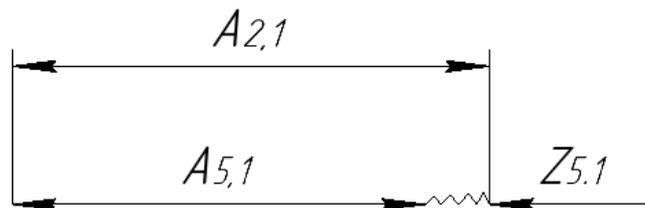


Рисунок 1.8 – Размерная цепь

$$z_{5.1}^{cp} = A_{2.1}^{cp} - A_{5.1}^{cp}$$

$$A_{2.1}^{cp} = z_{5.1}^{cp} + A_{5.1}^{cp}$$

$$z_{5.1}^{cp} = \frac{z_{5.1}^{\min} + (z_{5.1}^{\min} + TA_{5.1} + TA_{2.1})}{2} = \frac{0,4 + (0,4 + 0,14 + 0,02)}{2} = 0,48 \text{ мм}$$

$$A_{2.1}^{cp} = 0,48 + 65,5 = 65,98 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{2.1} = 65,98_{-0,07}^{+0,07} \text{ мм}$.

Находим припуск $Z_{5.1}$

$$z_{5.1} = A_{2.1} - A_{5.1} = 65,98_{-0,07}^{+0,07} - 65,42_{-0,01}^{+0,01} = 0,56_{-0,08}^{+0,08} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер $A_{1.1}$



Рисунок 1.9 – Размерная цепь

$$z_{2.1}^{cp} = A_{1.1}^{cp} - A_{2.1}^{cp}$$

$$A_{1.1}^{cp} = z_{2.1}^{cp} + A_{2.1}^{cp}$$

$$z_{2.1}^{cp} = \frac{z_{2.1}^{\min} + (z_{2.1}^{\min} + TA_{1.1} + TA_{2.1})}{2} = \frac{1,7 + (1,7 + 0,2 + 0,14)}{2} = 1,87 \text{ мм}$$

$$A_{1.1}^{cp} = 1,87 + 65,98 = 67,85 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{1.1} = 67,85_{-0,07}^{+0,07} \text{ мм}$.

Находим припуск $z_{2.1}$

$$z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 67,85_{-0,07}^{+0,07} - 65,98_{-0,01}^{+0,01} = 1,87_{-0,08}^{+0,08} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер $A_{0.1}$

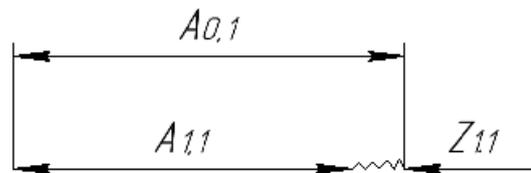


Рисунок 1.10 – Размерная цепь

$$z_{1.1}^{cp} = A_{0.1}^{cp} - A_{1.1}^{cp}$$

$$A_{0.1}^{cp} = z_{1.1}^{cp} + A_{1.1}^{cp}$$

$$z_{1.1}^{cp} = \frac{z_{1.1}^{\min} + (z_{1.1}^{\min} + TA_{0.1} + TA_{1.1})}{2} = \frac{1,7 + (1,7 + 2 + 0,2)}{2} = 2,8 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^{cp} = 2,8 + 67,85 = 70,65 \text{ мм}$$

Принимаем $A_{0.1} = 70,7_{-0,2} \text{ мм}$.

Находим припуск $z_{1.1}$

$$z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 70,7_{-0,1}^{+0,1} - 67,85_{-0,01}^{+0,01} = 2,85_{-0,11}^{+0,11} \text{ мм}$$

1.12 Расчет и назначение режимов обработки на операциях

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

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Заготовительная операция 0: Отрезная на ленточной пиле.

(Переход 1 отрезать заготовку)

1. Минутная подача: $S_M=50$ мм/мин
2. Скорость резанья: $V=15$ м/мин.
3. Период стойкости инструмента принимаем: $T=45$ мин.
4. Средняя ширина реза: 3 мм.
5. Число проходов 1.
6. Глубина резанья 170мм.

Токарная операция 1:

I. Подрезка торца (Переход 1)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями -Т15К6.

Марки твердых сплавов.

1. Глубина резания при обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = z_{1,1} = 1,11 \text{ мм};$$

2. Определяем подачу: $S=1,3$ мм/об. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266].
3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов определены по таблице 17 [3, с.269]:

$$C_v = 340; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Hv} \approx 1$$

$$v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,11^{0,15} \cdot 1,3^{0,45}} \cdot 1 = 132 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 132}{3,14 \cdot 170} = 248 = 240 \text{ об / мин.}$$

5. Расчет фактической скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170 \cdot 240}{1000} = 128 \text{ м / мин}$$

6. Главная составляющая сила резания, окружная сила:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 9,10,23 [3, с.264,265,275]:

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15; K_p = 0,825;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,11^1 \cdot 1,3^{0,75} \cdot 128^{-0,15} \cdot 0,825 = 1615 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1615 \cdot 128}{1020 \cdot 60} = 3,4 \text{ кВт.}$$

II. Точение наружной поверхности (Переход 3)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями -Т15К6.

Марки твердых сплавов.

1. Глубина резания при обработке равна максимальному припуску на обработку:

$$t = z_{1,3} = 1,05 \text{ мм};$$

2. Определяем подачу: $S = 1,3$ мм/об. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266].

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

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

Значения коэффициентов определены по таблице 17 [3, с.269]:

$$C_v = 340; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,45;$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Hv} = 0,72$$
$$v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 1,05^{0,15} \cdot 1,3^{0,45}} \cdot 0,72 = 95 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95}{3,14 \cdot 170} = 177 = 170 \text{ об / мин.}$$

5. Расчет фактической скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 170 \cdot 170}{1000} = 91 \text{ м / мин}$$

6. Главная составляющая сила резания, окружная сила:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 9,10,23 [3, с.264,265,275]:

$$C_p = 300; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15; \quad K_p = 0,825;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,11^1 \cdot 1,3^{0,75} \cdot 91^{-0,15} \cdot 0,825 = 1700 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1700 \cdot 91}{1020 \cdot 60} = 2,5 \text{ кВт.}$$

Токарная операция с ЧПУ 2:

III. Сверлить центровочное отверстие на поверхности (Переход 5)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Центровочное сверло $D_{св.} = 3,5 \text{ мм}$; $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 3,5 = 1,75 \text{ мм}$.

2. Определяем подачу: $S = 0,10 \text{ мм/об}$.

Число проходов 1.

3. Скорость резания при сверлении определяется по формуле [3, с.276]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 10 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов определены по таблице 38 [3, с.278]:

$$C_v = 7; q = 0,40; y = 0,70; m = 0,20.$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Hv} \cdot K_{lv} = 0,72$$

$$v = \frac{7 \cdot 3,5^{0,40}}{10^{0,20} \cdot 0,10^{0,70}} \cdot 0,72 = 26,6 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26}{3,14 \cdot 3,5} = 2365 = 2360 \text{ об / мин.}$$

6. Крутящий момент:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, с.281]:

$$C_M = 0,0345; q = 2; y = 0,8;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75 \text{ таблица 9 [3, с.264].}$$

$$M_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,75 = 0,502 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [3, с.281]:

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75 \text{ таблица 9 [3, с.264].}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 3,5^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,75 = 356 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{0,502 \cdot 2360}{9750} = 0,122 \text{ кВт.}$$

IV. Сверлить отверстие (Переход 8)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Сверло: $D_{св.} = 10 \text{ мм}; t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ мм.}$

2. Определяем подачу: $S = 0,20 \text{ мм/об.}$

Число проходов 1.

3. Скорость резания при сверлении определяется по формуле [3, с.276]:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25$ мин.

Значения коэффициентов определены по таблице 28 [3, с.278]:

$$C_v = 7; \quad q = 0,40; \quad y = 0,70; \quad m = 0,20.$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Hv} \cdot K_{lv} = 0,72$$

$$v = \frac{7 \cdot 10^{0,40}}{25^{0,20} \cdot 0,20^{0,70}} \cdot 0,72 = 20,5 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 10} = 652 = 650 \text{ об / мин.}$$

6. Крутящий момент:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 32 [3, с.281]:

$$C_M = 0,0345; \quad q = 2; \quad y = 0,8;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75 \text{ таблица 9 [3, с.264].}$$

$$M_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,75 = 0,714 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 32 [3, с.281]:

$$C_p = 68; \quad q = 1; \quad y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 0,75 \text{ таблица 9 [3, с.264].}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,75 = 1653 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{0,714 \cdot 650}{9750} = 0,05 \text{ кВт.}$$

Сверлильная операция с ЧПУ 3:

V.Развертывать отверстие (Переход 10)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Развертка: $D_{\text{разв.}} = 12,8\text{мм}; t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 12,8 = 6,4\text{мм}.$

2. Определяем подачу: $S=0,9$ мм/об.

Число проходов 1.

3. Скорость резания при сверлении определяется по формуле [3, с.276]:

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

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

Значения коэффициентов определены по таблице 29 [3, с.279]:

$$C_v = 100,6; q = 0,3; y = 0,65; m = 0,40.$$

Коэффициент K_v определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,72$$

$$v = \frac{100,6 \cdot 12,8^{0,30}}{30^{0,20} \cdot 0,9^{0,65}} \cdot 0,72 = 84,4 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 84,4}{3,14 \cdot 12,8} = 2100 \text{ об / мин.}$$

6. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot D_z}{2 \cdot 100}$$

Значения коэффициентов определены по таблице 22 [3, с.273]:

$$C_p = 300; x = 1; y = 0,75;$$

$$M_{\text{кр}} = \frac{300 \cdot 6,4^1 \cdot 0,18_z^{0,75} \cdot 12,8}{2 \cdot 100} = 0,034 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,034 \cdot 2100}{9750} = 0,21 \text{ Вт.}$$

Шлифовальная операция 4:

VI. Шлифовать поверхность (Переход 1)

Для шлифования закаленной стали марки 40X выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого по ГОСТ 2424-83: ПП 450х20х127.

Определяем эффективную мощность:

$$N = C_n \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot b^z = 8 \cdot 10^{0.7} \cdot 0.015^{0.5} \cdot 149^{0.3} = 0.022 \text{ кВт}$$

Пользуясь рассчитанными режимами резания, для остальных переходов назначаем аналогично режимы резания и вносим в таблицу.

Таблица 5 – данные режимов резания для расчета норм времени.

№ Операции	№ Перехода	Режимы резания
0 Заготовительная	1 Отрезать заготовку	$S_M=50$ мм/мин. $V=15$ м/мин. $T=45$ мин.
1 Токарная	1 Точить торец	$S_z=1,3$ мм/об. $V=128$ м/мин. $n=240$ об/мин. $P_z=1615$ Н. $N_{пр.}=3,4$ кВт.
	2 Точить ступень	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.
	Точить наружную поверхность	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.

Продолжение таблицы 5

	Точить фаску	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.
2 Токарная с ЧПУ	1 Точить торец	$S_z=1,3$ мм/об. $V=128$ м/мин. $n=240$ об/мин. $P_z=1615$ Н. $N_{пр.}=3,4$ кВт.
	2 Точить ступень	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.
	Точить наружную поверхность	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.
	Точить фаску	$S_z=1,3$ мм/об. $V=91$ м/мин. $n=170$ об/мин. $P_z=1700$ Н. $N_{пр.}=2,5$ кВт.
	Центровать 12 отверстий	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Центровать 3 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 6 отверстий	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.

Продолжение таблицы 5

	Сверлить 6 отверстий	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать машинной разверткой 6 отверстий	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Развертывать машинной разверткой 6 отверстий	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Сверлить 3 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
3 Сверлильная с ЧПУ	1 Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
4 Сверлильная с ЧПУ	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.

Продолжение таблицы 5

	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.

Окончание таблицы 5

	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
	Центровать 2 отверстия	$S_z=0,1$ мм/об. $V=26$ м/мин. $n=2360$ об/мин. $P_0=356$ Н. $N_{пр.}=0,122$ кВт.
	Сверлить 2 отверстия	$S_z=0,2$ мм/об. $V=20,5$ м/мин. $n=650$ об/мин. $P_0=1653$ Н. $N_{пр.}=0,05$ кВт.
	Развертывать 2 отверстия	$S_z=0,9$ мм/об. $V=84,4$ м/мин. $n=2100$ об/мин. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
5 Шлифовальная	1 Шлифовать поверхность	$N_{пр.}=0,022$ кВт.
6 Шлифовальная	Шлифовать поверхность	$N_{пр.}=0,022$ кВт.

1.13 Нормирование технологических операций

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [2, с.101]:

$$t_0 = \frac{L_{р.х.} \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин};$$

где $L_{р.х.}$ – длина рабочего хода, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/зуб, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L_{р.х.} = l + l_{подв.} + l_{пер.}, \text{ мм};$$

Здесь l – длина резания, равная развернутой длине обрабатываемого профиля, мм;

$l_{подв.}$ – величина подвода инструмента, мм;

$l_{пер.}$ – величина перебега инструмента (1,0...2,0), мм.

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{всп.} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.};$$

где $T_{у.с.}$ – время на установку и снятие детали;

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

$T_{уп.}$ – время на управление программой;

$T_{изм.}$ – время на промер детали;

$T_{всп.}$ – вспомогательное время.

Оперативное время:

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.}$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{о.о.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{н.з.}}{n} \right);$$

где $T_{н.з.}$ – подготовительно заключительное время;

n – количество деталей.

Заготовительная операция 0

$$t_0 = \frac{l}{S_M}$$

где l – длина рабочего хода, мм;

S_M – минутная подача, мм/мин.

$$l = l + l_{подв.} + l_{про.}$$

$$t_0 = \frac{l}{S_M} = \frac{170 + 2 + 2}{50} = 3,48 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,6 \quad T_{з.о.} = 0,2 \quad T_{уп.} = 0,05 \quad T_{изм.} = 0,14$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,6 + 0,2 + 0,05 + 0,14 = 0,99 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 3,48 + 0,99 = 4,47 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 4,47 = 0,67 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 4,47 + 0,99 + 0,67 = 6,13 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 8$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 6,13 + \left(\frac{8}{1000} \right) = 6,138 \text{ мин.}$$

Токарная операция 1 переход 1 точить торец

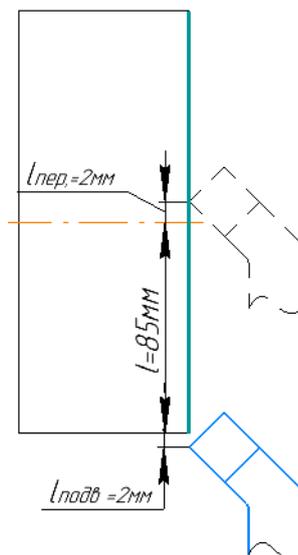


Рисунок 1.11 – Схема точения торца.

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(85 + 2 + 2) \cdot 1}{1,3 \cdot 250} = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 2 точить ступень

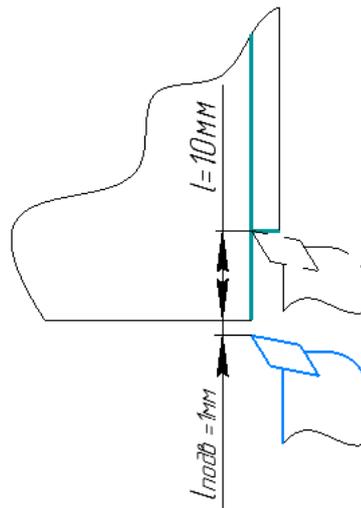


Рисунок 1.12 – Схема точения ступени.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(10 + 1) \cdot 1}{1,3 \cdot 250} = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 3 точить наружную поверхность

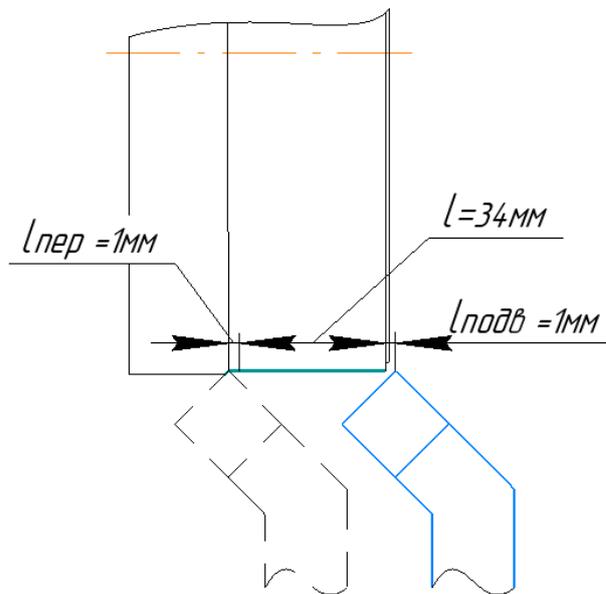


Рисунок 1.13 – Схема точения наружной поверхности.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(34 + 1 + 1) \cdot 5}{1,3 \cdot 250} = 0,55 \text{ мин.}$$

Переход 4 точить фаску

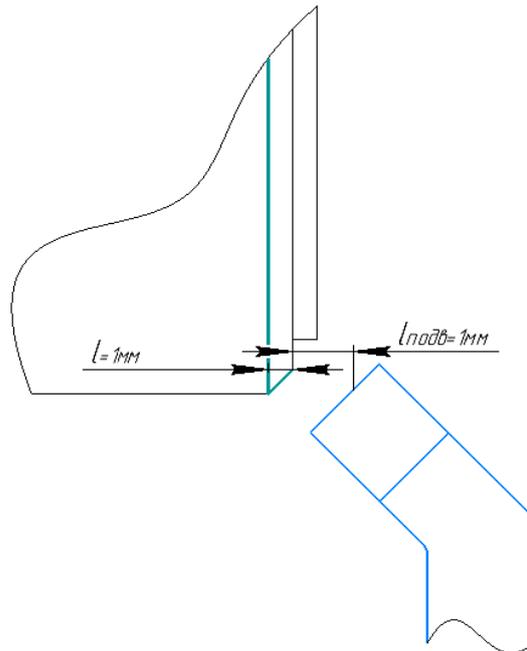


Рисунок 1.14 – Схема точения фаски

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(1 + 1) \cdot 1}{1.3 \cdot 250} = 0,006 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,22 \quad T_{з.о.} = 0,5 \quad T_{ун.} = 0,2 \quad T_{изм.} = 0,5$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,27 + 0,04 + 0,55 + 0,006 = 0,87 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,87 + 1,42 = 2,29 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 2,29 = 0,34 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,87 + 2,29 + 0,34 = 3,5 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 16$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 3,5 + \left(\frac{16}{1000} \right) = 3,52 \text{ мин.}$$

Токарная операция с ЧПУ 2 переход 1 точить торец

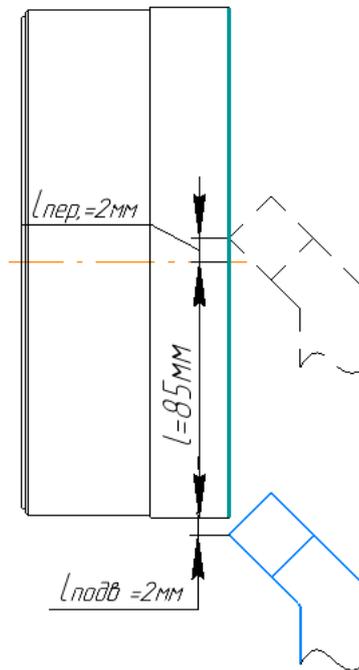


Рисунок 1.15 – Схема точения торца

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(85 + 2 + 2) \cdot 1}{1,3 \cdot 250} = 0,27 \text{ мин.}$$

Переход 2 точить ступень

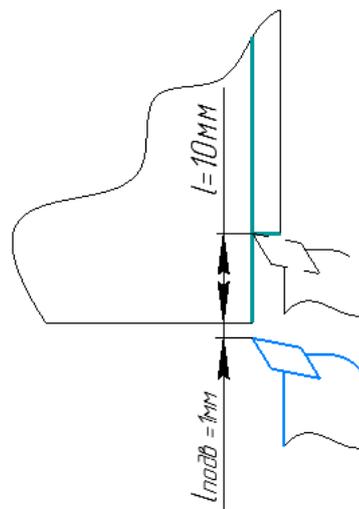


Рисунок 1.16 – Схема точения ступени.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(10 + 1) \cdot 1}{1,3 \cdot 250} = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 3 точить наружную поверхность

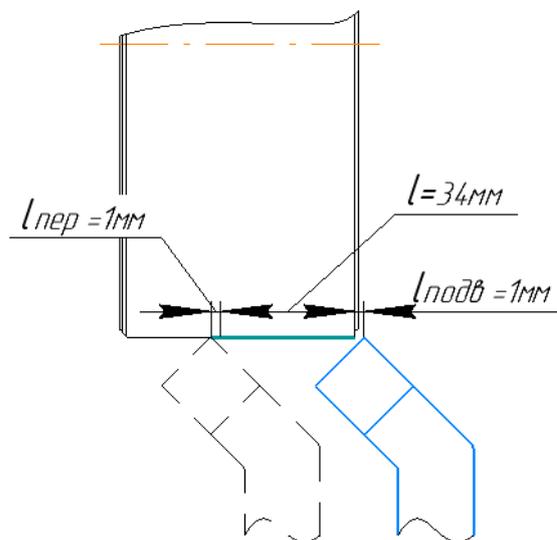


Рисунок 1.17 – Схема точения наружной поверхности.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(34 + 1 + 1) \cdot 1}{1,3 \cdot 250} = 0,11 \text{ мин.}$$

Переход 4 точить фаску

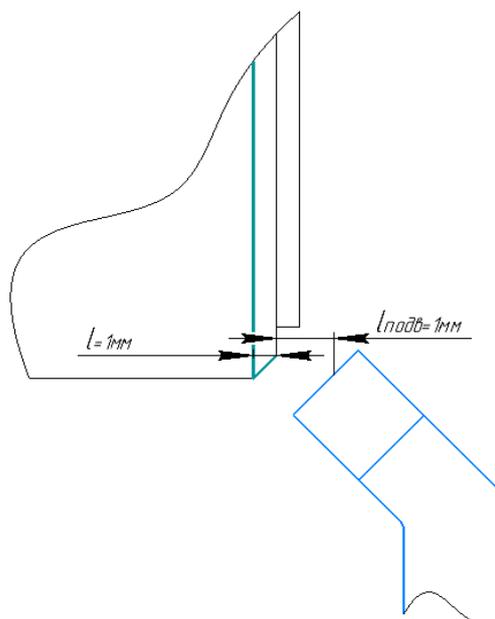


Рисунок 1.18 – Схема точения фаски.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(1+1) \cdot 1}{1.3 \cdot 250} = 0,006 \text{ мин.}$$

Переход 5 сверлить 12 центровочных отверстий

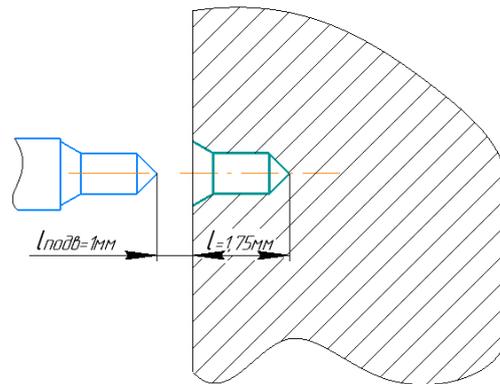


Рисунок 1.19 – Схема сверления центровочных отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 12 = \left(\frac{(1,75 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2370} \right) \cdot 12 = 0,2 \text{ мин.}$$

Переход 6 сверлить 3 центровочных отверстия

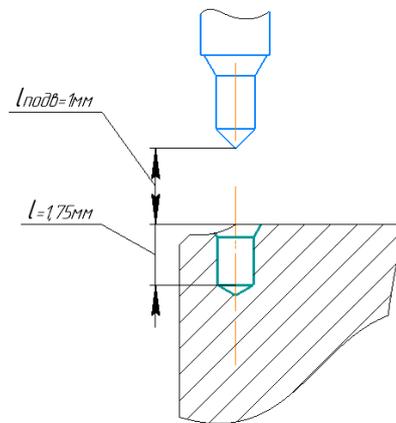


Рисунок 1.19 – Схема сверления центровочных отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 3 = \left(\frac{(1,75 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2370} \right) \cdot 3 = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 7 сверлить 2 центровочных отверстия

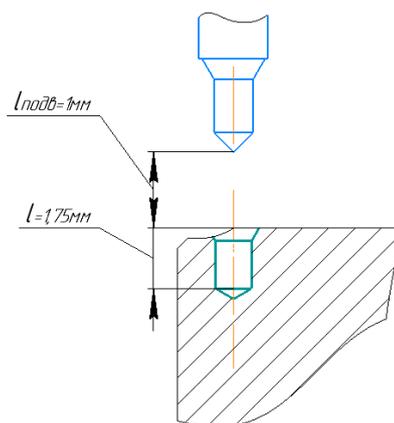


Рисунок 1.20 – Схема сверления центровочных отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 2 = \left(\frac{(1,75 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2370} \right) \cdot 2 = 0,032 \text{ мин.}$$

Переход 8 сверлить 6 отверстий

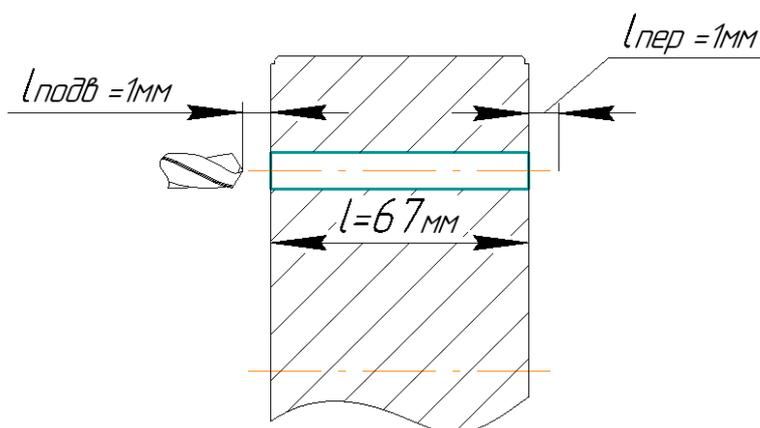


Рисунок 1.21 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 6 = \left(\frac{(67 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} \right) \cdot 6 = 3,2 \text{ мин.}$$

Переход 9 сверлить 6 отверстий

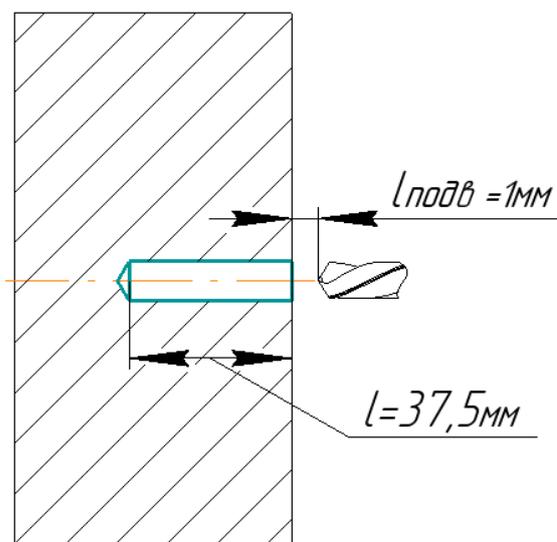


Рисунок 1.22 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 6 = \left(\frac{(37,5 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} \right) \cdot 6 = 1,81 \text{ мин.}$$

Переход 10 развернуть 6 отверстий

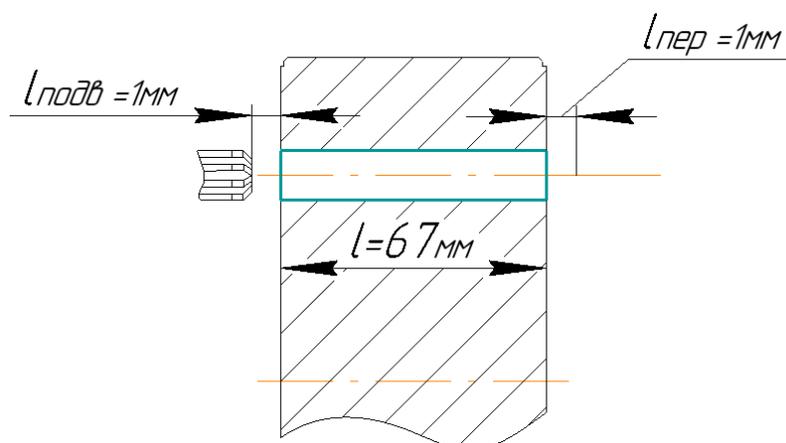


Рисунок 1.23 – Схема развертывания отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 6 = \left(\frac{(67 + 1 + 1) \cdot 1}{0,9 \cdot 2100} \right) \cdot 6 = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 11 развернуть 6 отверстий

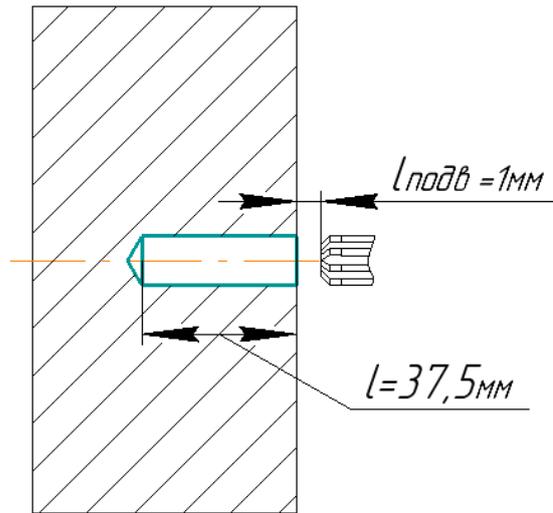


Рисунок 1.24 – Схема развертывания отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 6 = \left(\frac{(37,5 + 1) \cdot 1}{0,9 \cdot 2100} \right) \cdot 6 = 0,13 \text{ мин.}$$

Переход 12 сверлить 3 отверстия

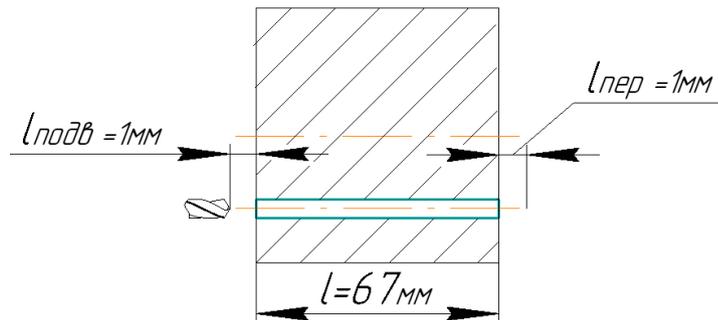


Рисунок 1.25 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 3 = \left(\frac{(67 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} \right) \cdot 3 = 1,58 \text{ мин.}$$

Переход 13 сверлить 2 отверстия

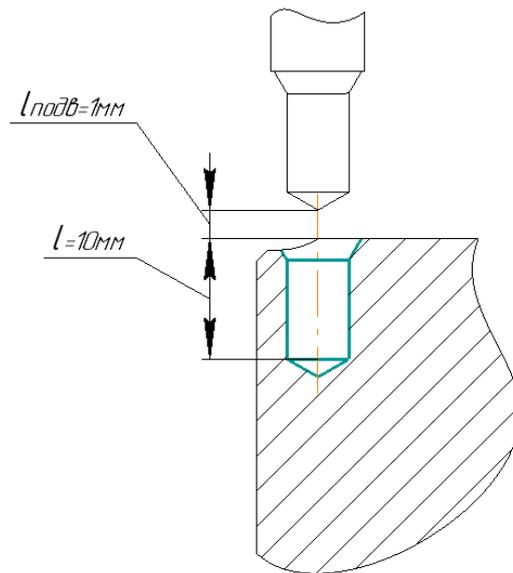


Рисунок 1.26 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 2 = \left(\frac{(10 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} \right) \cdot 2 = 0,18 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,22 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,5 \quad T_{\text{уп.}} = 0,2 \quad T_{\text{изм}} = 0,5$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,27 + 0,04 + 0,11 + 0,009 + 0,2 + 0,05 + 0,032 + 3,2 + 1,81 + 0,22 + 0,13 + 0,3 + 1,05 = 7,8 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 7,8 + 1,42 = 9,22 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot 9,22 = 1,383 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 7,8 + 1,383 + 1,42 = 10,603 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 12$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ит.к.}} = 10,603 + \left(\frac{12}{1000} \right) = 10,615 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция с ЧПУ 3

переход 1 сверлить 2 центровочных отверстия

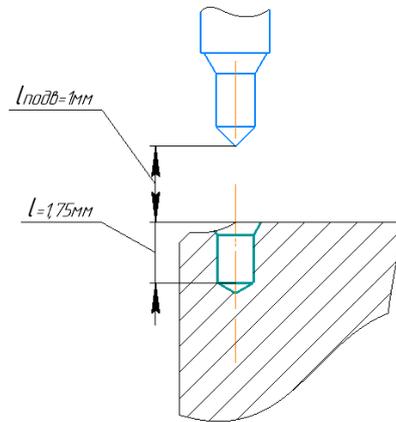


Рисунок 1.27 – Схема сверления центровочных отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 2 = \left(\frac{(1,75 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2370} \right) \cdot 2 = 0,032 \text{ мин.}$$

Переход 2 сверлить 2 отверстия

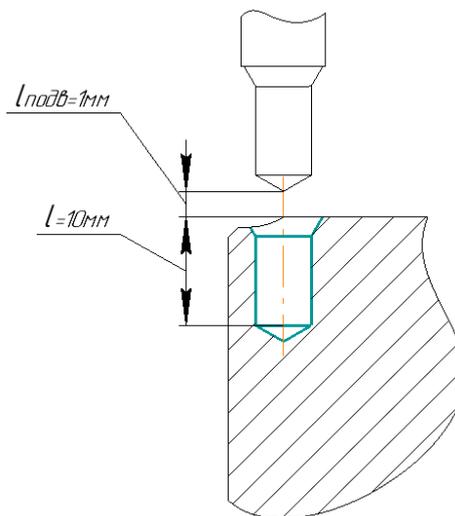


Рисунок 1.28 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \left(\frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} \right) \cdot 2 = \left(\frac{(10 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} \right) \cdot 2 = 0,18 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.}=0,22 \quad T_{з.о.}=0,5 \quad T_{уп.}=0,2 \quad T_{изм}=0,5$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,032 + 0,18 = 0,212 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,212 + 1,42 = 1,632 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 1,632 = 0,25 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,212 + 0,25 + 1,42 = 1,89 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 12$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,89 + \left(\frac{12}{1000} \right) = 1,902 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция с ЧПУ 4

Переход 1 сверлить центровочное отверстие

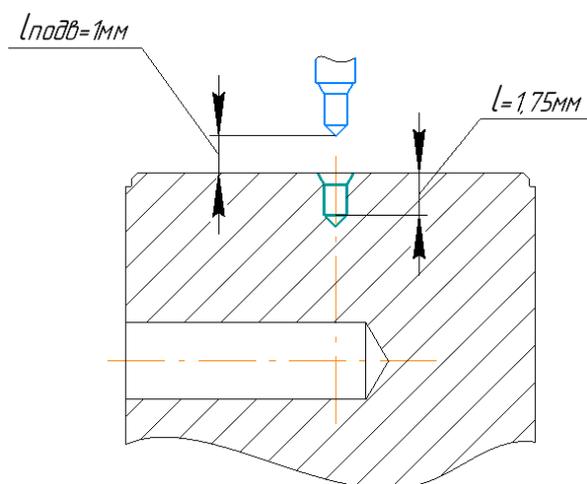


Рисунок 1.29 – Схема сверления центровочных отверстий.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(1,75 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 2370} = 0,016 \text{ мин.}$$

Переход 2 сверлить отверстие

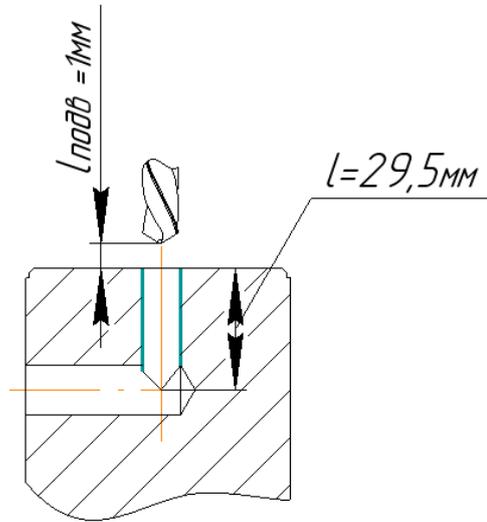


Рисунок 1.30 – Схема сверления отверстий.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(29,5 + 1) \cdot 1}{0,2 \cdot 650} = 0,24 \text{ мин.}$$

Переход 3 развернуть отверстие

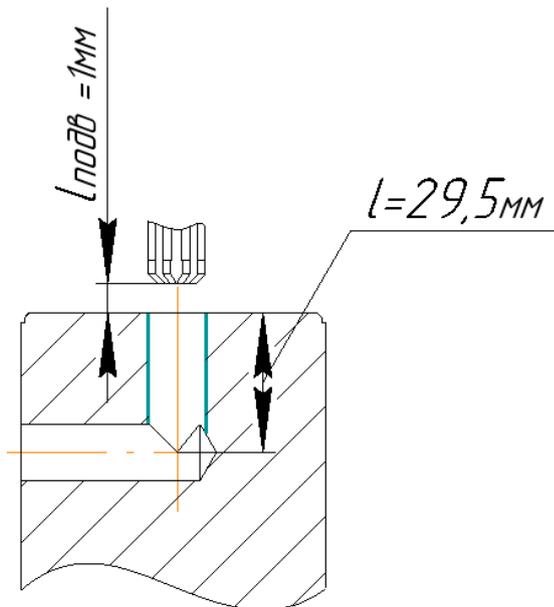


Рисунок 1.31 – Схема развертывания отверстий.

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(29,5 + 1) \cdot 1}{0,9 \cdot 2100} = 0,017 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,22 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,5 \quad T_{\text{ун.}} = 0,2 \quad T_{\text{изм}} = 0,5$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,016 + 0,24 + 0,017 = 0,273 \text{ мин.}$$

Повторить операции для 6 отверстий $t_0 = 0,273 \cdot 6 = 1,64 \text{ мин.}$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 1,64 + 1,42 = 3,06 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot 3,06 = 0,5 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 1,64 + 0,5 + 1,42 = 3,56 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{пз.}} = 12 \text{ мин.}$

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 3,56 + \left(\frac{12}{1000} \right) = 3,572 \text{ мин.}$$

Шлифовальная операция с ЧПУ 5

Переход 1 шлифовать поверхность

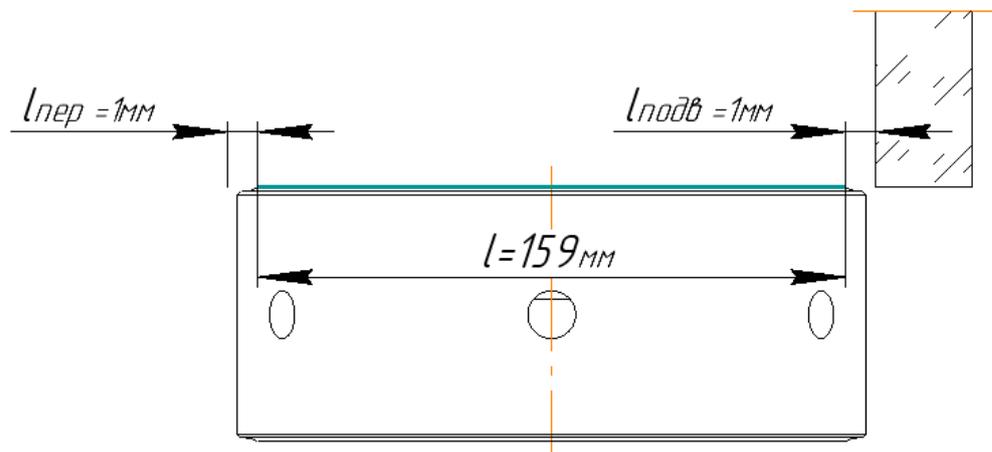


Рисунок 1.32 – Схема шлифования поверхности.

$$T_{y.c.}=0,22 \quad T_{з.о.}=0,5 \quad T_{yn.}=0,2 \quad T_{uzm}=0,5$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(159 + 1 + 1) \cdot 10}{15,9 \cdot 318} = 0,32 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,32 + 1,42 = 1,74 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 1,74 = 0,261 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,32 + 0,261 + 1,42 = 2 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 12$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 2 + \left(\frac{12}{1000} \right) = 2,012 \text{ мин.}$$

Шлифовальная операция с ЧПУ 6

Переход 1 шлифовать поверхность

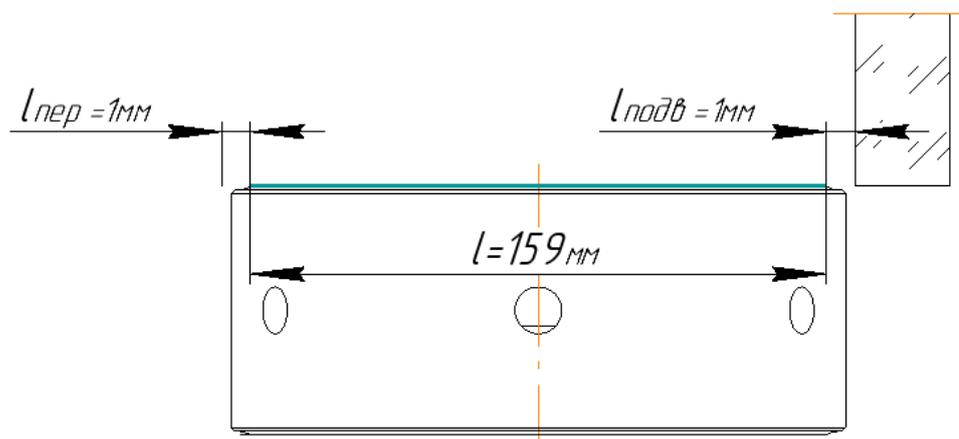


Рисунок 1.33 – Схема шлифования поверхности.

$$T_{y.c.}=0,22 \quad T_{з.о.}=0,5 \quad T_{ун.}=0,2 \quad T_{изм.}=0,5$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M \cdot n} = \frac{(159 + 1 + 1) \cdot 10}{15,9 \cdot 318} = 0,32 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,32 + 1,42 = 1,74 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 1,74 = 0,261 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,32 + 0,261 + 1,42 = 2 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{пз.} = 12$ мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 2 + \left(\frac{12}{1000} \right) = 2,012 \text{ мин.}$$

Определяем общее штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \sum_{i=1}^n T_{шт.к.} = 3,52 + 10,155 + 1,902 + 3,572 + 2,12 + 2,12 = 23,4 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

В данном разделе необходимо разработать приспособление для упрощения процесса изготовления детали. Было принято решение разработать поворотное приспособление со специальным прижимом с гидравлическим приводом.

Целью приспособления является ускорения базирования детали на станке, следовательно, сокращение времени на настройку.

Деталь центрируется на двух штифтах входящих в готовые отверстия, после чего поджимается прижимом с гидравлическим приводом. После чего деталь можно вращать отсоединяя стопорный штифт.

Основное достоинство гидроприводов состоит в возможности создания больших давлений в гидроцилиндрах (до 100 дан/см^2 и более) при относительно небольших габаритных размерах цилиндров. Гидроприводы по сравнению с пневмоприводами более устойчивы при изменениях нагрузки на деталь в процессе обработки. Поэтому они широко применяются, например, в автоматических устройствах для копировальной обработки деталей. Высокое давление в гидроцилиндрах позволяет обойтись без специальных усилителей зажимов, часто необходимых при использовании пневмоприводов для закрепления деталей, при обработке которых возникают большие силы резания.

Гидравлические зажимные устройства выполняют поршневого типа, они приводят в действие от отдельного (реже - группового) насоса. Рабочей жидкостью служит веретенное масло. В сравнение с пневматическими гидравлические силовые узлы имеют меньшие габариты вследствие применение более высокого давления масла (6 Мпа и выше). Недостатком гидравлических устройств является необходимость иметь трубопровод для слива выпускаемого из цилиндра масла, а также насос, электродвигатель которого нагружен в течении работы зажимного устройства.

2.1 Описание кинематической-гидравлической схемы

При движении рычаг 1 заставляет перемещаться насосный плунжер 2. Из-за увеличения объема под плунжером, создается разрежение. За счет возникшей разницы давления клапан 5 открывается, а клапан 6 закрывается. Увеличившийся объем камеры под плунжером 2 заполняется жидкостью из бака 4. При движении рычага вниз, за ним будет двигаться и насосный поршень, сдавливая рабочую жидкость. В результате возникшего давления шарик клапана 5 прижмется к седлу, а клапан 6 откроется. Рабочая жидкость

устремится в полость под плунжером 3, вынуждая его перемещаться, тем самым приводит в движение шток с прижимом 7. Этот цикл может повторяться многократно. Рычаг движется в одну сторону, полость под насосным плунжером заполняется. В другую сторону – жидкость вытесняется под большой плунжер, который является выходным звеном. Если необходимо спустить нагрузку, то открывается вентиль 8, и большой плунжер под действием массы перемещается в исходное положение, а жидкость из-под него уходит в бак. Деталь крепится на двух штифтах 9 запрессованных в планшайбе, планшайба поворачивается при открытии штифта 10, благодаря чему фиксируется в разных положениях.

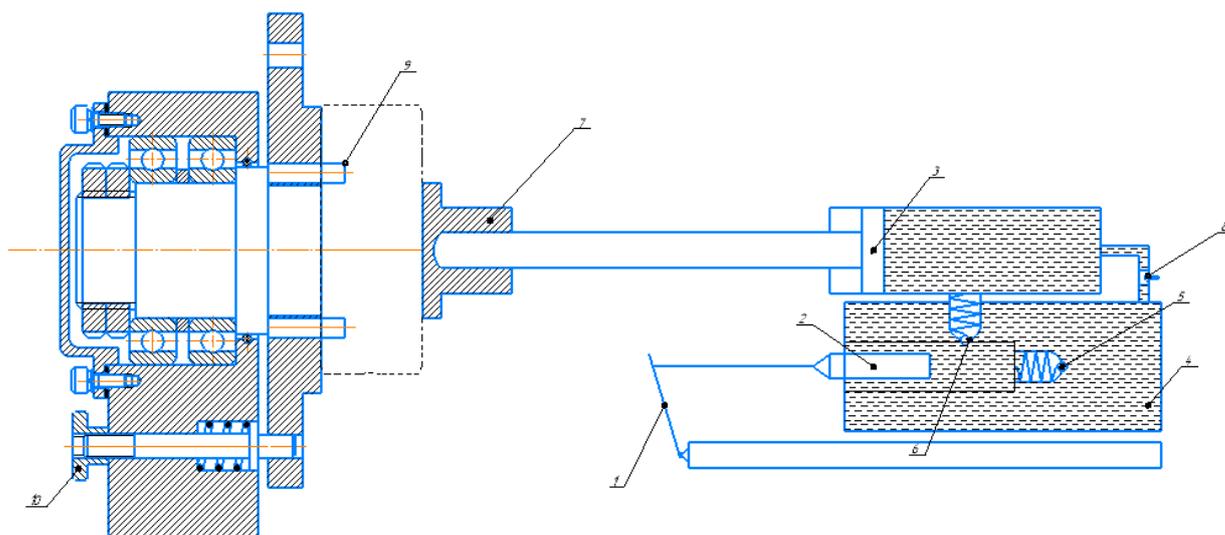


Рисунок 2.1 - Кинематическая-гидравлическая схема поворотного приспособления.

2.2 Расчет силы закрепления

Расчет силы закрепления будем производить по условию несдвигаемости заготовки в приспособлении под действием силы резания $P_{рез.}$ [1, с.38]

$$k \cdot P_{рез.} \leq F_{тр.}$$

где k – коэффициент запаса закрепления;

$P_{рез.}$ – сила резания, действующая на заготовку;

$F_{тр.}$ – суммарная сила трения в направлении противоположном направлению сдвига.

Силу трения $F_{тр.}$ Определяют по формуле:

$$F_{тр.} = f \cdot R$$

где f – коэффициент трения по поверхностям контакта заготовку с элементами приспособления равны 0,2.

R – реакция поверхности, по которой осуществляется трение $R = Q$.

Коэффициент запаса закрепления k определяется по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

Указанные коэффициенты принимаем из:

где $k_0=1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

k_1 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке $k_1=1,2$;

k_2 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки $k_2=1$;

k_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания $k_3=1$;

k_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов $k_4=1$;

k_5 – коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима): $k_5=1$ Коэффициент k_6 вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом $k=1,2$

Если $k < 2,5$, то принимаем $k=2,5$.

Составим уравнение равновесия сил в направлении действия силы $P_{рез.}$

$$P_{рез.} \leq F_{тр.}$$

Подставим в полученное уравнение выражения для $F_{тр.}$ и введем коэффициент запаса закрепления k :

$$k \cdot P_{рез.} \leq f \cdot Q$$

Окончательно получим:

$$Q \geq \frac{k \cdot P_{рез.}}{f}$$

Для предотвращения сдвига:

$$Q = \frac{k \cdot P_{рез.}}{f} = \frac{2,5 \cdot 1653}{0,2} = 20662H.$$

По итогу определили необходимую силу прижима, для предотвращения сдвига детали сверлении отверстия.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Моторин Андрей Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования</i>
<i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>

<i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
---	---

Перечень графического материала

<p>Оценка конкурентоспособности ИП Матрица SWOT Диаграмма Ганта Бюджет НИ Основные показатели эффективности НИ</p>
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук И.В	к.т.н., доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Моторин Андрей Сергеевич		13.04.2020

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Задача данного раздела - оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской работы. Коммерческая ценность определяется насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы:

Какова будет цена продукта;

Будет ли продукт востребован на рынке;

Каков бюджет научного исследования;

Время для продвижения разработанного продукта на рынок.

Так же коммерческая ценность определяется наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

Оценка коммерческого потенциала разработки.

Планирование научно-исследовательской работы;

Расчет бюджета научно-исследовательской работы;

Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – проектирование технологического процесса изготовления детали типа «Седло». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма, а так же для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы активнее противостоять соперникам. Так же позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего улучшения.

Разумнее проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которые представлены в таблице 3.1. Для сравнения выбран производитель - компания «Механика ПРО», г. Томск.

Таблица 3.1 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	0,12	4	3	0,57	0,47
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,50	0,40
3. Срок службы	0,10	4	5	0,65	0,59
4. Безопасность	0,15	5	4	0,52	0,49
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	0,21	0,17
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	0,19	0,22
3. Цена	0,13	2	3	0,41	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	4	4	0,21	0,21
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	3	0,24	0,16
6. Срок выхода на рынок	0,03	3	4	0,17	0,14
Итого	1	37	36	3,67	3,17

Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Данный анализ конкурентных технических решений помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, так же имеет конкурентоспособность.

3.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с помощью которого можно оценить сильные и слабые стороны, а так же все возможности и угрозы.

Для этого, составляется SWOT матрица, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:	Возможности:	Угрозы:
<p>С1. Высокое качество;</p> <p>С2. Большинство конструкторских размеров выдерживаются непосредственно;</p> <p>С3. Безопасность;</p> <p>С4. Функциональные возможности разработки</p> <p>С5. Невысокие требования точности.</p>	<p>Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки;</p> <p>Сл2. Длительность разработки;</p> <p>Сл3. Наличие длинных тонких отверстий;</p> <p>Сл4. Необходимость специального приспособления;</p> <p>Сл5. Узкая направленность изделия.</p>	<p>В1. Низкий уровень конкуренции;</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>В3. Совершенствование технологии;</p> <p>В4. Экспорт разработки.</p>	<p>У1. Отсутствие спроса на продукт;</p> <p>У2. Появление новых технологий</p> <p>У3. Прекращение финансирования</p>

На втором этапе строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3–3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	+	+	+	+	+
	В3	+	+	+	+	+
	В4	+	+	-	-	+

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	В1	-	-	-	-	+
	В2	-	-	+	+	+
	В3	+	+	+	+	-
	В4	-	-	+	-	+

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	-	-	-	+	-
	У2	-	-	-	+	+
	У3	-	+	-	-	+

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	-	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	+
	У3	+	+	-	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
		Сл1. Наличие

	<p>C1. Высокое качество;</p> <p>C2. Большинство конструкторских размеров выдерживается непосредственно;</p> <p>C3. Безопасность;</p> <p>C4. Функциональные возможности разработки;</p> <p>C5. Невысокие требования точности.</p>	<p>малопроизводительных методов обработки;</p> <p>Сл2. Длительность разработки;</p> <p>Сл3. Наличие длинных тонких отверстий;</p> <p>Сл4. Необходимость специального приспособления;</p> <p>Сл5. Узкая направленность изделия.</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1. Низкий уровень конкуренции;</p> <p>V2. Появление дополнительного спроса на новый продукт;</p> <p>V3. Совершенствование технологии;</p> <p>V4. Экспорт разработки.</p>	<p>V1C5;</p> <p>V2C1C2C3C4C5;</p> <p>V3C1C2C3C4C5;</p> <p>V4C1C2C5.</p>	<p>V1Сл5;</p> <p>V2Сл3Сл4Сл5;</p> <p>V3Сл1Сл2Сл3Сл4;</p> <p>V4Сл5.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Отсутствие спроса на продукт;</p> <p>У2. Появление новых технологий;</p> <p>У3. Прекращение финансирования.</p>	<p>У1C4;</p> <p>У2C4C5;</p> <p>У3C2C5.</p>	<p>У1Сл2Сл4Сл5;</p> <p>У2Сл2Сл4Сл5;</p> <p>У3Сл2Сл4Сл5.</p>

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ по разработке технологии изготовления детали седло. Для этого выделим основные этапы работ и исполнителей этих работ.

Информацию изложена в таблице 3.8.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
Технологическая часть	4	Анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ и составления графа	Инженер
	9	Назначение допусков	Инженер
	10	Расчёт припусков	Инженер
	11	Размерный анализ	Инженер
	12	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	13	Выбор режимов резания	Инженер
	14	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	15	Ознакомление с необходимой литературой	Инженер
	16	Проектирование приспособления	Инженер
	17	Расчёты	Инженер

Окончание таблицы 3.8

Обобщение и оценка результатов	18	Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	Инженер
	19	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты. Важным этапом составления плана на предстоящие расходы, является определение трудоемкости проводимых работ.

Для определения среднего ($t_{ож\ i}$ - ожидаемого) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{мин\ i} + 2t_{макс\ i}}{5}, \quad (3.1)$$

где

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{мин\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{макс\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Далее можно определить продолжительность каждой работы, в рабочих днях, зная $t_{ож\ i}$.

Этот расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \quad (3.2)$$

где

T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (3.3):

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3.3)$$

где

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

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48 \quad (3.4)$$

где

$T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

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

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

Для удобства объединим все полученные значения трудоемкости в таблицу 9. T_{ki} – округлим до целого числа.

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	t_{mini} , чел.- дн.	t_{maxi} , чел.- дн.	$t_{ож.i}$, чел.- дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.- дн.	T_{ki} , кл.- дн.
1	1	5	2,6	1	2,6	4
2	3	5	3,8	1	3,8	6
3	1	2	1,4	1	1,4	2
4	2	5	3,2	1	3,2	5
5	1	2	1,4	1	1,4	2
6	1	2	1,4	2	0,7	1
7	1	3	1,8	1	1,8	3
8	1	2	1,4	1	1,4	2
9	1	2	1,4	1	1,4	2
10	2	5	3,2	1	3,2	5
11	4	6	4,8	1	4,8	7
12	2	6	3,6	2	1,8	3
13	2	6	3,6	1	3,6	5

Окончание таблицы 3.9

14	2	4	2,8	1	2,8	4
15	2	6	3,6	1	3,6	5
16	1	2	1,4	1	1,4	2
17	5	10	7	1	7	10
18	1	2	1,4	1	1,4	2
19	2	3	2,4	2	1,2	2

На основе таблицы 3.9 составим календарный план-график выполнения проекта представленный в виде таблицы (таблица 3.10).

Таблица 3.10 – Календарный план – график (диаграмма Ганта)

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	T _{кi} , кал.-дн.	Месяц									
				Февраль			Март			Апрель			
				1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ	4	■									
2	Ознакомление с литературой	Инженер	6	■	■								
3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель	2		■	■		■	■	■		■	■
4	Анализ технологичности конструкции	Инженер	5		■								
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2			■							
6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер	1			■							
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3			■							

Таблица 3.11 – Таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	89
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	64
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	25

3.3 Бюджет научно-технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при изготовлении детали седло. Результаты расчета затрат представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы Зм, руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Ручка шариковая	шт.	5	50	250
Карандаш чертежный	шт.	4	15	60
Интернет	Мбит/сек	1	800	800
Материал 40Х	кг	10	230	2300
СОЖ	руб/л	25	350	8750
Итого, руб.				13360

3.3.2 Затраты на специальное оборудование

Для изготовления данной детали необходим ПК, для вывода результатов технологии на бумагу – принтер. Для составления модели и чертежей необходима САД программа. Для выпуска готовой технологии нужны станки. Так же нужно учесть прочие расходы.

При расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации: рассчитывается по формуле:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (3.5)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет (10лет).

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (3.6)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования -2 мес.

Таблица 3.13 – Затраты на оборудование

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	2	3	4
Персональный компьютер	2	70000	130000
Принтер	1	20000	20000
Windows 10	1	13000	13000
КОМПАС-3D	1	146000	146000
Токарный станок - 1К62	1	650000	650000
Обработывающий центр HEADMAN T40	1	2630000	2630000
Итого: 3589000 тыс. руб. А=59816,68 руб.			

3.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В этом разделе необходимо рассчитать расходы по заработной плате инженера и руководителя, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (3.7)$$

где

$Z_{осн}$. основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$. – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 3.9).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (3.8)$$

где

$Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

– при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;

– при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} \quad (3.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} \quad (3.10)$$

где

$Z_{\text{мс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равен 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (3.11)$$

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

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 11,2}{366 - 89 - 25} = 2280 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2280 \cdot 25 = 57000 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 57000 = 8550$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{33150 \cdot 11,2}{366 - 89 - 64} = 1743 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1743 \cdot 64 = 111552 \text{ руб.}$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 111552 = 16733$$

Результаты расчета заработной платы внесем в таблицу 3.14

Таблица 3.14 - Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	$Z_{мс},$ руб.	$k_{пр.}$	$k_{д.}$	$k_p.$	$Z_M,$ руб.	$Z_{дн.},$ руб.	$T_p,$ руб.	$Z_{осн.},$ руб.	$k_{доп.}$	$Z_{доп.},$ руб.	Всего, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2280	25	57000	0,15	8550	65550
Инженер	17000				33150	1743	64	111552		16733	128258

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды России в 2020 году определяется по формуле:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (3.12)$$

Где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Величина накладных расходов определяется как среднее от суммы затрат на НИИ умноженное на коэффициент $k_{пр}$, учитывающий накладные расходы и равный 0.16:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{пр}},$$

3.3.6 Бюджетная стоимость

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Таблица 3.15 – Бюджет НИ

Амортизация	Материальные затраты	Основная З/П	Дополнительная З/П	Отчисления на соц. нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Бюджетная стоимость
59816,67	13360	168552	25283	58150,5	325162,17	52025,95	377188,12

Величина накладных расходов определяется по формуле (3.13):

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{пр}}, \quad (3.13)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

3.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

3.4.1 Ресурсоэффективность

Оценку ресурсоэффективности проекта, определяем по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.15)$$

где

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – балльная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем.

Расставляем балльные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта в таблицу (таблица 3.16).

Таблица 3.16 – Оценка характеристик вариантов НИР

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти балльной шкале
1. Соответствие требованиям потребителей	0,30	5
2. Материалоемкость	0,15	3
3. Удобство в эксплуатации	0,10	2
4. Энергосбережение	0,05	4
5. Надежность	0,25	5
6. Длительность разработки	0,15	4
Итого	1	

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,30 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,10 \cdot 2 + 0,05 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 6,15$$

По интегральному показателю можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

Выводы по разделу

В ходе выполнения данного раздела проведен SWOT – анализ проекта проектирования детали «седло».

Произведено планирование проекта и построен график; по результатам был установлен приблизительный срок выполнения проекта – 89 дней. Из них инженер работал 64 дня, руководитель 25.

Определен бюджет затрат на разработку проекта, он составил – **377188,12** руб.

По результатам ресурсоэффективности, показатель которого составил – $I_{pi} = 6.15$, можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Моторину Андрею Сергеевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Седло»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали типа «Седло». Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) 2. № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» 3. № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности» 4. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» 5. ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий. 6. ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: шум, вибрация, отклонения микроклимата, плохое освещение, вредные вещества. Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, движущиеся части оборудования.
3. Экологическая безопасность:	Механическая обработка металлов на

	<p>станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий воздействуя на атмосферу. Сброс отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей воздействует на гидросферу и литосферу. Использованные инструменты могут попасть на свалки или полигоны загрязняя тем самым грунты.</p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>ЧС на производстве: природного и техногенного характера, взрывы, обрушение зданий и сооружений, поражение электрическим током, и т.д. Типичная ЧС на производстве- возникновение пожара. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП): различные огнетушители, пожарный кран с рукавом, ящик с песком.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Моторину Андрею Сергеевичу		13.04.2020

4. Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Седла», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали. Данная деталь предназначена для размещения и фиксации подвижных деталей механизма, а также для крепления механизмов в составе машин и агрегатов.

Деталь производится в металлообрабатывающем цехе. В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов: - опасными считаются движущиеся части оборудования, стружка, режущий инструмент. К вредным же факторам можно отнести превышенный уровень шума, повышенную вибрацию недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата.

Все выше описанные опасные и вредные факторы представляют существенную опасность для рабочего персонала участка, а следовательно возникает потребность в проведении мероприятий снижающих или удаляющих влияние этих факторов на здоровье производственного персонала.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить. Соблюдение рабочего режима, правил ведения работ и т.д. Специальные правовые нормы трудового законодательства регламентируются № 197-ФЗ от 30.12.2001 «Трудовой кодекс РФ» [16].

Нормальная продолжительность рабочего времени составляет 40 часов в неделю. Перерыв на обед назначается через 3,5-4,0 часа после начала смены и составляет 45-60 мин. В течение смены следует предусмотреть 2 перерыва длительностью 5-10 мин. Также должны быть предусмотрены микропаузы для отдыха 20-40 с.

Рабочие должны обеспечиваться спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты. Стирка, ремонт и обезвреживание спецодежды должны проводиться централизованно. Вынос спецодежды с производства и стирка ее в домашних условиях запрещается.

Персонал допускается к работе только в спецодежде и средствах индивидуальной защиты. На рабочем месте должны быть запасы сырья и материалов, не превышающие сменную потребность. Необходимо знать специфические свойства применяемых веществ и соблюдать установленные правила работы с ними. Производственный процесс должен быть организован так, чтобы не допускать выделения в воздух рабочей зоны пыли и вредных веществ. Эксплуатация электрооборудования без заземления не допускается. Все работники должны уметь пользоваться средствами пожаротушения и уметь оказывать первую помощь при несчастном случае. Не допускается загромождения рабочих мест, проходов, выходов из помещений и здания, доступа к противопожарному оборудованию.

Правильное размещение оборудования является основным звеном в организации безопасной работы производственного цеха. При размещении оборудования необходимо соблюдать установленные минимальные разрывы между станками, между станками и отдельными элементами здания, правильно определять ширину проходов и проездов. Невыполнение правил и норм размещения оборудования приводит к загромождению помещений и травматизму.

Расположение оборудования на площади цеха или участка определяется в основном технологическим процессом и местными условиями.

Размещение металлорежущих станков, слесарных верстаков и другого оборудования в цехах принимается таким, чтобы расстояние между отдельными станками или группами станков были достаточными для свободного прохода рабочих, занятых их обслуживанием и

ремонт. Во всех случаях размещение оборудования должно обеспечивать достаточное число проходов для людей и проездов для транспорта, обеспечивающих безопасность сообщения. Ширина проходов и проездов назначается в зависимости от расположения оборудования, характера движения, способа транспортирования и размеров деталей, но при всех условиях принимается не менее 1 м. Для перевозки грузов автомашинами устраиваются проезды шириной 3,5 м. Загромождение проходов и проездов, а также рабочих мест различными предметами не разрешается.

4.2 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе производства детали.

При производстве детали «Седло» на участке цеха используется следующее оборудование: ленточнопильный, токарный станок, универсальный станок с ЧПУ. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Седло» приведены в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Седло».

Факторы (ГОСТ 12.0.003.-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Подвижные части производственного оборудования	-	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 [21]
2. Недостаток естественного света.	+	+	+	СП 52.13330.2011 [29]
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте	-	+	+	СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [27]
4. Повышенный уровень вибрации.	-	+	+	ГОСТ 31192.1-2004 [24]
5. Повышенная запыленность	-	+	+	ГН 2.2.5.3532-18 [18]
6. Отклонение параметров микроклимата.	+	+	+	СанПиН 2.2.4-548-96 [26]

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Можно выделить следующие опасные и вредные факторы, связанные с работой на станках данного технологического процесса:

1. Подвижные части производственного оборудования.

На проектируемом производстве будут использоваться несколько типов металлорежущих станков. В данном случае: ленточнопильный, токарный, универсальный с

ЧПУ. Опасными будут, являться действующие усилия на заготовку, которые могут вырвать ее из удерживающей части.

2. Недостаток естественного света.

Недостаток света приводит человека к напряжению органов зрения, в результате чего он быстрее утомляется, что может привести к не качественной работе (возникновению брака), а так же получению травм. При длительной работе человека в месте, где недостаточно света, есть вероятность возникновения получения болезни (например: близорукость и др.

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.

Источником шума являются металлорежущие станки находящиеся в цехе. Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБ, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, который работает при шуме, привыкает к нему, но действие сильного шума будет вызывать общее утомление, может привести к ухудшению слуха или вовсе потере слуха. Норма шума для рабочего места составляет 70 дБ. Методы для снижения уровня шума на рабочем месте:

- уменьшение шума в самом источнике;
- изменение направленности излучения;
- рациональное планирование предприятий и цехов;
- акустическая обработка помещений;
- уменьшение шума на пути его распространения.

В качестве СИЗ могут применяться (заглушки, наушники, специальные шлемы), обеспечивающих ослабление шума до уровней, не превышающих допустимой нормы.

4. Повышенный уровень вибрации.

Источником вибраций в основном является все тоже оборудование, а причиной возникновения вибрации при работе станков являются неуравновешенные силовые воздействия. Вибрация от оборудования передается через конструкции и пол к человеку и вызывает общую вибрацию его тела. Особо вредны колебания с частотой 6—9 Гц, близкой к частоте колебаний человека. При этом возникает резонанс, который увеличивает колебания внутренних органов, расширяя или сужая их, что весьма вредно. Чем больше амплитуда колебаний, тем больше энергия колебательных движений и тем сильнее на них реакция человека. Особенно вредна вибрация, сопровождающаяся возвратно-ударной отдачей (например: при работе с пневматическим инструментом). Частое воздействие вибрации вызывает вибрационную болезнь (неврит) с потерей трудоспособности. Эта болезнь возникает постепенно (головные боли, боли в суставах, судороги пальцев). В особо тяжелых случаях изменение организма человека приводит к инвалидности.

5. Повышенная запыленность.

Запыленность возникает в ходе процесса резания, образования стружки, износа режущего инструмента, а также выделение пылевых частиц с поверхности обрабатываемой заготовки. Так же в процессе резания испаряется СОЖ. Для защиты от данного вредного фактора, необходимо использовать вентиляцию (вытяжки). Выбор СОЖ зависит от характера производства и определяется рекомендациями по транспортированию и хранению, приготовлению рабочих растворов, контролю и корректировке качества, утилизации, охране труда при работе с СОЖ. Правильный выбор СОЖ обеспечивает технологическую эффективность. При эксплуатации СОЖ возможно вредное воздействие их на организм человека – специфическое местное воздействие на кожный покров, раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз, общее резорбтивное действие на организм. Поэтому применение СОЖ должно обязательно сопровождаться профилактическими гигиеническими мероприятиями.

6. Отклонение параметров микроклимата.

Активную роль на безопасность работы оказывает вентиляция и отопление. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 устанавливается комплекс оптимальных и допустимых метеорологических условий для помещения рабочей зоны, включающий значение температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха.

Период года	Категория работы	Температура, С°	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
Холодный	Средняя	19-24	15-75	≤0,1
Тёплый	Средняя	20-28	15-75	≤0,2

4.2.2 Мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов предлагается использовать:

- Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.
- Следует проводить уборки и мыть окна, чтобы естественный свет лучше проходил в здание. Искусственная освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 300 лк. По СНиП 23-05-95 [28] данная проблема решается непосредственной установкой дополнительного осветительного оборудования.
- Использование средств индивидуальной защиты: очки, специальные наушники, спецодежда, головные уборы, специальная обувь, средства защиты органов дыхания.
- Снижение шума путем создания конструкций, препятствующих его распространению.
- Рациональное планирование предприятий и цехов;
- Применение специальные подложки под ноги, а так же использовать обувь со специальной прорезиненной подошвой.
- Обязательная вентиляция и кондиционирование воздуха.

4.3 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности.

Промышленными отходами выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Весь мусор с другими отходами вывозится на специальные территории, которые отведены под складирование отходов (бытовых). Утилизация отходов уменьшает их объём приблизительно на 90%, но в результате сжигания выделяются вредные газы и дым, которые после загрязняют атмосферу. При механической обработки материалов образуется пыль,

стружка, а так же туман (испарения СОЖ), которые выводятся наружу при помощи системы вентиляции, что отрицательно воздействует на окружающую среду.

Факторы, влияющие на экологическую безопасность, пути их решения:

1. Чтобы предотвратить попадание механических примесей в вентиляционные выбросы, необходимо оборудовать вентиляцию специальными фильтрами (из волокна) и аппаратами пылеулавливания (мокрого и сухого);

2. Для очистки газовой составляющей вентиляционных выбросов, нужно использовать специальные конденсаторы, которые будут охлаждать воздушные смеси (ниже точки росы).

3. Уборку стружки осуществляют: в процессе механической обработки стружка удаляется с помощи СОЖ в специальное место под станком. С отстойника СОЖ попадает в фильтр, для повторного ее использования, а стружка проходит переработку;

4. Защита от мелкой пыли, стружки и выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами (отсосами). Воздух, проходит через фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы и утилизируется.

5. Для снижения к минимуму загрязнения сточных вод, все стоки оборудуют специальными фильтрами (задерживающие масла, кислоты и грязь). Очистка вод производится, в отстойниках, шлаконакопителях. Воды которые прошли очистку используются в оборотном водоснабжении.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, которые приводят в свою очередь к нарушению безопасности жизнедеятельности. Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространенную инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошло или может возникнуть ЧС. Производству необходима электроэнергия для питания станков, а так же частая подача СОЖ, но если не соблюдается техника безопасности, возрастает риск возникновения пожар (замыкание проводки и т.п.). Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Чтобы избежать ЧС следует:

- Проводить регулярные инструктажи по технике пожарной безопасности для всего персонала;

- Необходимо наличие средств пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 на 700м² площади, ящики с песком 1 на 500м² площади);
- В каждом цехе должен висеть на стене пожарный план и инструкция (в случаи пожара), с подробным показанием всех пожарных выходов, пожарных щитов и ящиков с песком;
- Наличие звуковой пожарной сигнализации.

Основные меры при пожаре на производстве

Общие правила как себя вести при обнаружении возгорания:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дымоудаления, пожаротушения (если они не автоматические);
- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Поскольку на производстве обычно присутствуют оборудование и приборы, работающие от электросети, их нужно обесточить. Персоналу разрешено делать это с разрешения руководства, с соблюдением правил отключения аппаратуры. Вместе с этим перекрывают (отключают) систему вентиляции.

Вывод

В ходе выполнения данной работы были изучены конструктивные особенности этого элемента. Проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении. Также было проанализировано влияние производства на окружающую среду.

Было выявлено соответствие нормам следующих факторов: микроклимат, уровень шума, освещение, наличие в воздухе вредных веществ, неподвижные режущие, колющие, обдирающие, части твердых объектов, движущиеся твердые, объекты.

Были приняты меры по предотвращению опасных ситуаций и вредных воздействий на человека и окружающую среду.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления детали «Седло».

В ходе выполнения работы было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления седла, выбор заготовки и выпуск конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущие и контрольно-измерительные инструменты, а также металлообрабатывающее оборудование. Был проведен анализ технологичности изделия. Были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала.

Был проведен финансовый анализ технологии изготовления седла. В результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Седло» экономичен, энергоэффективен, характеризуется высокой производительностью труда. Определена оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта. Был произведен расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительные заработную плату.

Описаны требования к безопасности жизнедеятельности. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Выполнен анализ выявленных вредных и опасных факторов. Созданы мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов. Спроектированы способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека. На предприятии должны присутствовать первичные средства пожаротушения при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

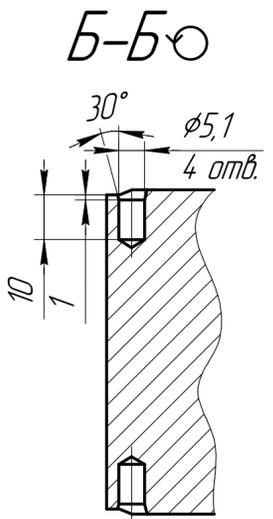
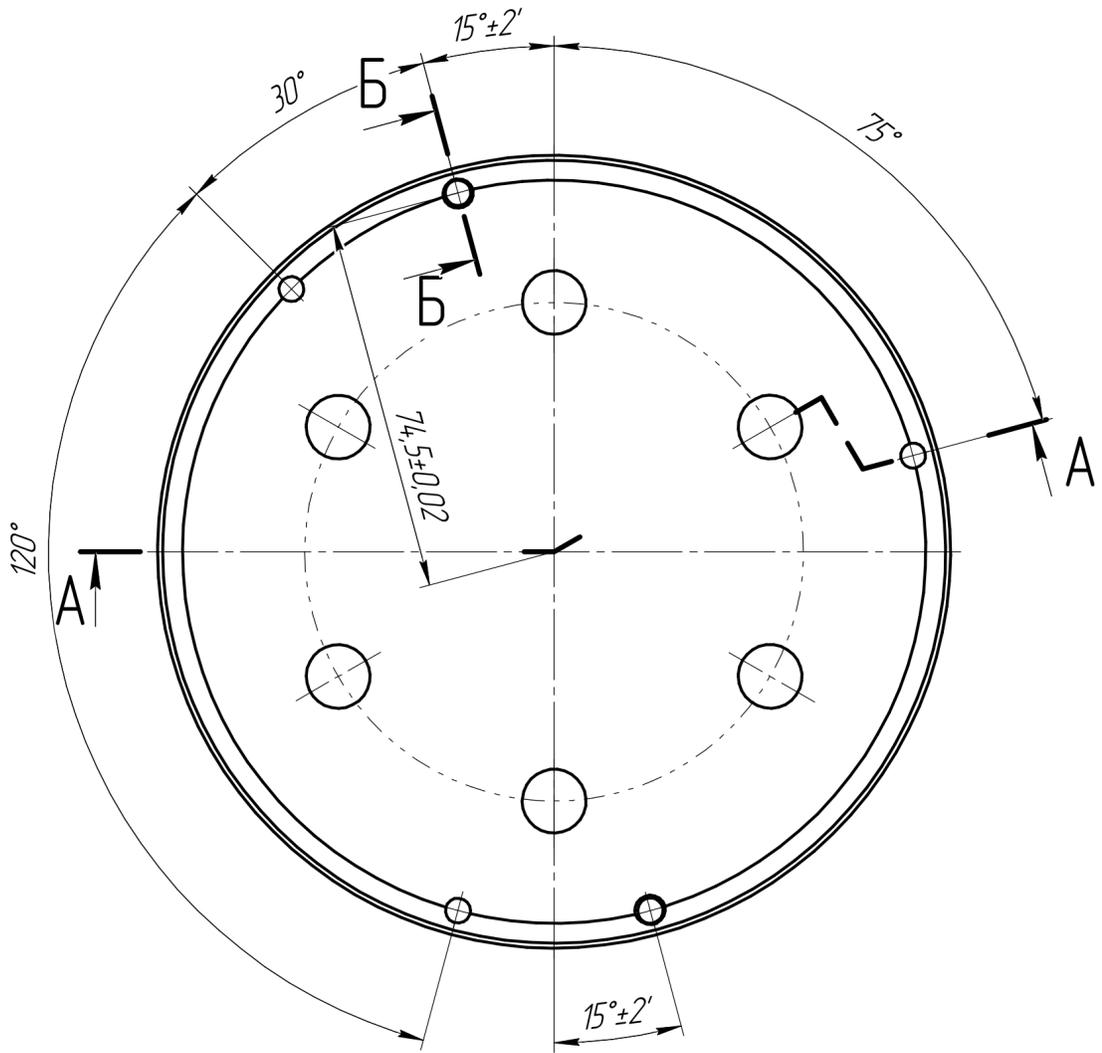
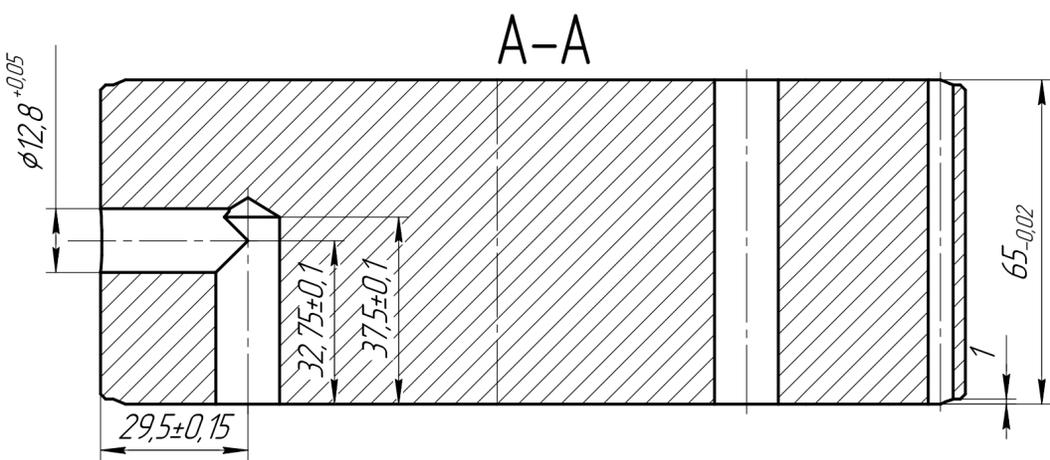
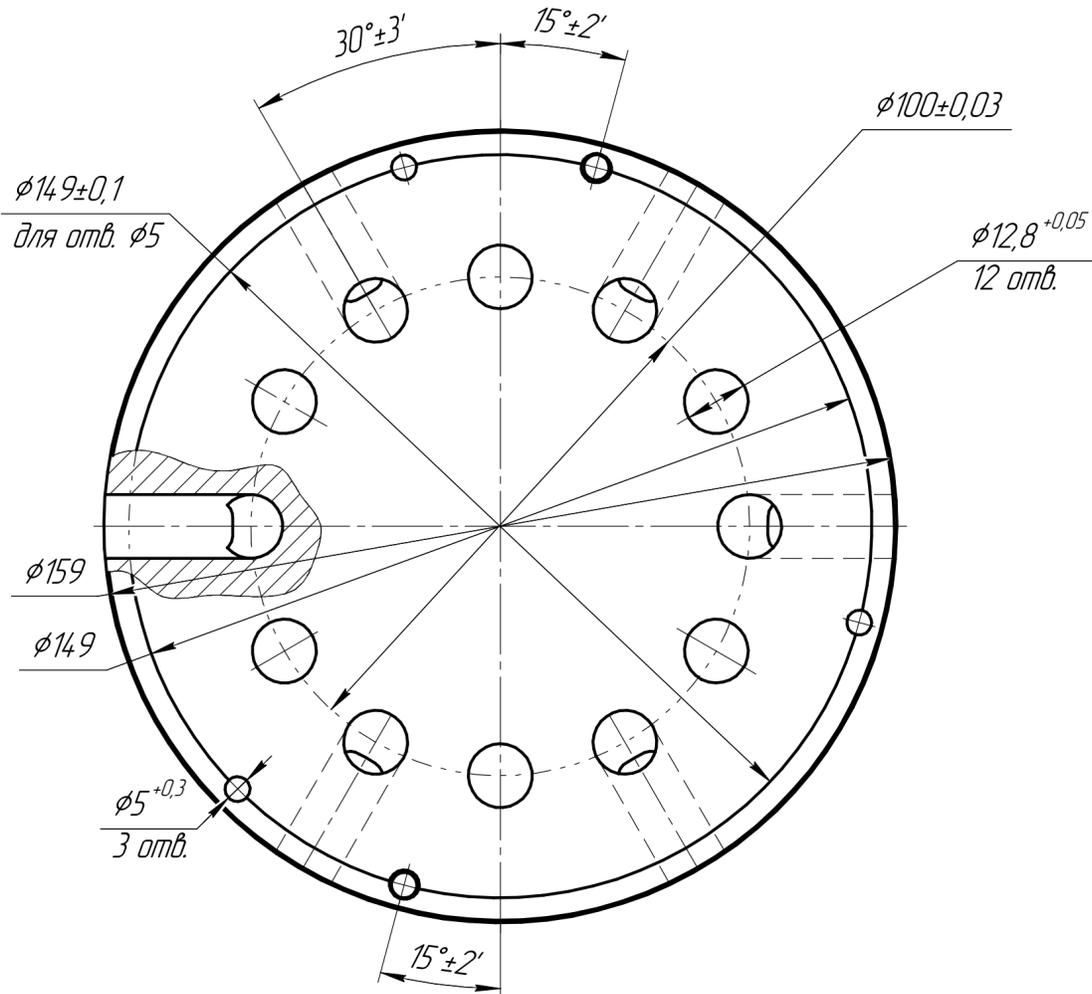
1. Аверьянов И.Н., Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. Рыбинск, 2010.-217 с.
2. Ансеров, М.А. Приспособление для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – 4-е изд., испр. и доп. – Л. : Машиностроение, 1985. – 656 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
4. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
5. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
6. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др.— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1988. — 416 с.: ил.
7. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
8. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
9. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2012. – 352 с.
10. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х то-мах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1985. 496 с., ил.
11. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х то-мах. Т. 2/ под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение. 1986. 656 с., ил.
12. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
14. № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

15. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»;
16. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).
17. № 69-ФЗ от 21.12.1994 «О пожарной безопасности»;
18. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
19. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Изменением N 1);
20. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1);
21. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности ;
22. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
23. ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам;
24. ГОСТ 31192.1-2004 Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования
25. ГОСТ Р 56639-2015 Технологическое проектирование промышленных предприятий.
26. ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.
27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. 4. 3. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
28. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
29. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы;
30. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1);
31. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция;

Приложения

√ Ra 1,6

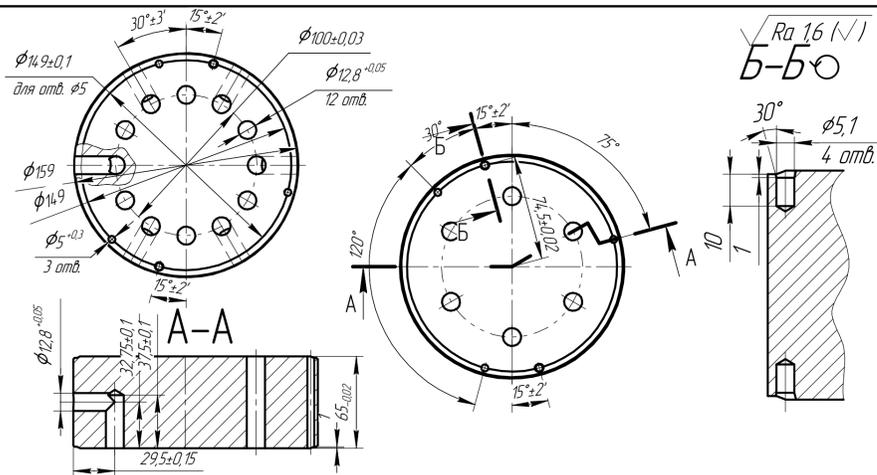
8/161130.001



Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					
Изм. №					

1 Общие допуски по ГОСТ 30893.2 - мН: Н14, h14, ±IT14/2.

				8/161130.001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Седло	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Моторин А.С.						9,34	1:1
Проб.	Базняк А.О.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543-71	ТПУ ИШНПТ Группа 4А6Б		
Н.контр.					Копировал	Формат А2		
Чтб.								



Материал		Заготовка			
Наименование, марка		Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса кг.
Сталь 40X		9280	Круглый прокат	5000	12,54

Номер операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оборудования	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени				Разряд работы			
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀ , мин	T _{пз}		T _{шт}	T _{шт.к}	
0	A	Отрезная Установить и снять заготовку		Ленточнопильный горизонтальный станок H260M	Тиски ГОСТ 16518-96	Ленточная пила ГОСТ Р 53924-2010	Штангенциркуль ШЦ-И-200-0,05 ГОСТ 166-89		1	3	171	171	50	15	3,48	0,99	8	6,13	6,138			
1	1	Токарная Установить и снять заготовку Точить торец выдерживая размер 67,85±0,07		Станок токарно-винторезный Stalex С6246Е/1500		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	МК-50-1 ГОСТ 6507-90		1	25	89	2,85	1,3	240	128	0,27						
	2	Точить ступень выдерживая размер 1±0,125. φ14,9 _{-0,1} .				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	МК-125-1 ГОСТ 6507-90 ГМ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		1	16	11	1	1,3	240	128	0,04	1,42	16	3,5	3,52		
	3	Точить наружную поверхность выдерживая размер φ159 _{-0,1} . 33±1 размер для справок*				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	МК-150-1 ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦ-И-150-0,05 ГОСТ 166-89		5	25	36	2,2	1,3	170	91	0,55						
	4	Точить фаску выдерживая размер 1±0,125×45°				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	Шаблон для контроля фаски ГОСТ 10948-64.		1	25	2	1	1,3	170	91	0,006						
2	1	Токарная с ЧПУ Установить и снять заготовку Точить торец выдерживая размер 65,98±0,07		Обрабатывающий центр HEADMAN T40		Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	МК-50-1 ГОСТ 6507-90		1	25	89	1,87	1,3	240	128	0,27						
	2	Точить ступень выдерживая размер 1±0,125. φ14,9 _{-0,1} .				Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	МК-50-1 ГОСТ 6507-90 ГМ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		1	16	11	1	1,3	240	128	0,04						

Трёхшлицевой патрон ГОСТ 2675-80

8/161130.002

Изм/Лист № док. Подп. Дата
Разраб. Матарин А.С.
Проб. Бознак А.О.
Исконтр. Эпб.

Операционная карта

Лит Лист Листов
и 1 4
ТПУ ИШНПТ
гр. 4А65
Формат А1

Изд. №, дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Подп. и дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		Точить наружную поверхность выдерживая размер $\phi 159_{-0,1}$; Размер 33 ± 1 ; для справки		Обработка внешнего центра HEADMAN T40			Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73		5	25	36	2,2		1,3	170	91	0,55							
		Точить наружную поверхность выдерживая размер $1 \pm 0,125 \times 45^\circ$						Резец проходной Т15К6 ГОСТ 18879-73	Шаблон для контроля фаски ГОСТ 10948-64.	1	25	2	1		1,3	170	91	0,006						
		Центровать 12 отверстий выдерживая размеры $\phi 100 \pm 0,03$; 1,75; $1^\circ 30'$; $\phi 3,5$						Сверло центровочное тип А $\phi 3,5$ Р6М5 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка специальная $\phi 3,5$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	12	3,5	2,75	1,75		0,1	2360	26	0,2						
		Центровать 3 отверстия выдерживая размеры $\phi 14,9 \pm 0,1$; 1,75; $\phi 3,5$; $1^\circ 30'$; 120° ; 120° ; 75°						Сверло центровочное тип А $\phi 3,5$ Р6М5 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка специальная $\phi 3,5$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	3	3,5	2,75	1,75		0,1	2360	26	0,05						
		Центровать 2 отверстия выдерживая размеры $\phi 14,9 \pm 0,1$; 1,75; $1^\circ 30'$; $\phi 3,5$; $15^\circ \pm 2'$; $15^\circ \pm 2'$						Сверло центровочное тип А $\phi 3,5$ Р6М5 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка специальная $\phi 3,5$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	2	3,5	2,75	1,75		0,1	2360	26	0,032	1,42					
		Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры $\phi 100 \pm 0,03$; $\phi 12,5_{-0,15}$						Сверло спиральное $\phi 12,5$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 12,5$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	6	12,5	69			0,2	650	20,5	3,2						
		Сверлить 6 отверстий выдерживая размеры $\phi 100 \pm 0,03$; $37,5 \pm 0,1$; $\phi 12,5_{-0,15}$						Сверло спиральное $\phi 12,5$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 12,5$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	6	12,5	38,5			0,2	650	20,5	1,81						
		Развертывать машинной разверткой 6 отверстий выдерживая размеры $\phi 100 \pm 0,03$; $\phi 12,8_{+0,05}$						Развертка машинная $\phi 12,8$ Т15К6 ГОСТ 1672-80	Калибр-пробка специальная $\phi 12,8$ ГОСТ 14748-69 $\phi 12,8$ ГОСТ 14748-69 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	6	12,8	69			0,2	2100	84,4	0,22						
		Развертывать машинной разверткой 6 отверстий выдерживая размеры $\phi 100 \pm 0,03$; $37,5 \pm 0,1$; $\phi 12,8_{+0,05}$						Развертка машинная $\phi 12,8$ Т15К6 ГОСТ 1672-80	Калибр-пробка специальная $\phi 12,8$ ГОСТ 14748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82	6	12,8	38,5			0,2	2100	84,4	0,22						

Обработка внешнего центра HEADMAN T40

Обработка внешнего центра HEADMAN T40

Обработка внешнего центра HEADMAN T40

Трёхкулачковый патрон ГОСТ 2675-80

Трёхкулачковый патрон ГОСТ 2675-80

Трёхкулачковый патрон ГОСТ 2675-80

Изд. № 001
Лист № 001
Взам. инв. № 1
Лист № 001
Лист № 001

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
	12	Сверлить 3 отверстия выдерживая размеры $\phi 14.9_{-0.1}$; $\phi 5^{-0.3}$; 120°; 120°; 75°;		Обрабатываемый центр HEADMAN T40	Трехкулачковый патрон ГОСТ 2675-80	Сверло спиральное $\phi 5$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 5$ ГОСТ 14748-69 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82		3	5	67		0.2		655	205	158									
	13	Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры $\phi 14.9_{-0.1}$; 10±0.18; 1°30°; $\phi 5.1^{+0.3}$; 15°±2'; 15°±2'						Сверло специальное $\phi 5.1$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка специальная $\phi 5.1$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82		2	5.1	11	10	0.2		655	205	0.18							
3	1	Сверлильная с ЧПУ Установить и снять заготовку Центровать 2 отверстия выдерживая размеры $\phi 14.9_{-0.1}$; 1.75; 1°30°; $\phi 3.5$; 15°±2'; 15°±2'		Вертикальный обрабатываемый центр ФС160МФЗ	Специальное приспособление	Сверло центробежное тип А $\phi 3.5$ Р6М5 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка специальная $\phi 3.5$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82		2	3.5	2.75	1.75	0.1		2360	26	0.032	142								
	2	Сверлить 2 отверстия выдерживая размеры $\phi 14.9_{-0.1}$; 10±0.18; 1°30°; $\phi 5.1^{+0.3}$; 15°±2'; 15°±2'						Сверло специальное $\phi 5.1$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка специальная $\phi 5.1$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-2 160x80 ГОСТ 8074-82		2	5.1	11	10	0.2		655	205	0.18							
4	1	Сверлильная с ЧПУ Установить и снять заготовку Центровать отверстие выдерживая размеры 32.75±0.1; 1.75; 1°30°; $\phi 3.5$;		Вертикальный обрабатываемый центр ФС160МФЗ	Специальное приспособление	Сверло центробежное тип А $\phi 3.5$ Р6М5 ГОСТ 14952-75	Калибр-пробка специальная $\phi 3.5$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67		1	3.5	2.75	1.75	0.1		2360	26	0.032									
	2	Сверлить отверстие выдерживая размеры 32.75±0.1; 29.5±0.1; $\phi 12.5^{+0.15}$						Сверло спиральное $\phi 12.5$ Р6М5 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 12.5$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67		1	12.5	30.5	29.5	0.2		650	20.5	181	142						
	3	Развертывать машинной разверткой отверстие выдерживая размеры 32.75±0.1; 29.5±0.1; $\phi 12.8^{+0.05}$ Повторить переходы 1-3 для 6 отверстий						Развертка специальная $\phi 12.8$ Т15К6 ГОСТ 1672-80	Калибр-пробка специальная $\phi 12.8$ ГОСТ 14748-69 ГМ-30-0.1 мм ГОСТ 7661-67		1	12.8	30.5	29.5	0.2		2100	84.4	0.22							
5	1	Шлифовальная Шлифовать деталь, выдерживая размер 65,42 _{-0.02}		Стакан шлифовальный VISPRON PPR-300A	Магнитный стол ГОСТ 16528-87	Круж. шлифовальный ПП 450x20x127 25A ГОСТ 2424-83	МК-50-1 ГОСТ 6507-90		10	20	149	0.056	0.2			0.32	142	12	2	2.012						
6	1	Шлифовальная Шлифовать деталь, выдерживая размер 65 _{-0.02}		Стакан шлифовальный VISPRON PPR-300A	Магнитный стол ГОСТ 16528-87	Круж. шлифовальный ПП 450x20x127 25A ГОСТ 2424-83	МК-50-1 ГОСТ 6507-90		10	20	149	0.042	0.2			0.32	142	12	2	2.012						

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			8Л61130.005 СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	8Л61130.01.01.01	Корпус поворотного приспособления	1	
		2	8Л61130.01.01.02	Крышка поворотного приспособления	1	
		3	8Л61130.01.01.03	Корпус гидроцилиндра	1	
		4	8Л61130.01.01.04	Крышка гидроцилиндра	1	
		5	8Л61130.01.01.05	Шток	1	
		6	8Л61130.01.01.06	Поршень	1	
		7	8Л61130.01.01.07	Насадка	1	
		8	8Л61130.01.01.08	Планшайба	1	
		9	8Л61130.01.01.09	Штифт	1	
		10	8Л61130.01.01.10	Шплинт	1	
		11	8Л61130.01.01.11	Пружина	1	
		12	8Л61130.01.01.12	Стопор	1	
		13	8Л61130.01.01.13	Дистанционное кольцо	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		14	8Л61130.01.01.14	Подшипник ГОСТ 23179-78 шариковый радиальный 818	2	
		15	8Л61130.01.01.15	Манжета ГОСТ 14896-84 2-20x2	4	
			8Л61130.006			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Моторин А.С.			Лит.	Лист
Пров.		Бознак А.О.			У	1
Н.контр.					Листов	
Утв.					2	
Поворотное устройство					ТПУ ИШНПТ Группа 4А6Б	
Копировал					Формат А4	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		16	8Л61130.01.01.16	Манжета ГОСТ 14896-84		
				2-80x12	1	
		17	8Л61130.01.01.17	Манжета ГОСТ 14896-84		
				2-80x14	2	
		18	8Л61130.01.01.18	Манжета ГОСТ 14896-84		
				2-28x7	2	
		19	8Л61130.01.01.19	Гайка ГОСТ 15522-70		
				M24-6H	1	
		20	8Л61130.01.01.20	Винт ОСТ 92-0737-72		
				M8-6ex32	4	
		21	8Л61130.01.01.21	Болт ОСТ 92-4695-86		
				M5-6ex20	1	
		22	8Л61130.01.01.22	Болт ОСТ 92-4695-86		
				M10-6ex36	2	
		23	8Л61130.01.01.23	Болт ОСТ 92-4693-86		
				M20x1,5-6ex55	4	
		24	8Л61130.01.01.24	Винт ОСТ 92-0737-72		
				M5-6ex36	2	
		25	8Л61130.01.01.25	Шайба ГОСТ 6402-7	4	
		26	8Л61130.01.01.26	Шайба ГОСТ 6402-7	2	
		27	8Л61130.01.01.27	Шайба ГОСТ 11371-78	4	
		28	8Л61130.01.01.28	Шайба ГОСТ 11371-78	2	
		29	8Л61130.01.01.29	Штифт ГОСТ 24296-93		
				12x56	2	
		30	8Л61130.01.01.30	Гайка ГОСТ 5929-70		
				M72-6H	2	
		31	8Л61130.01.01.31	Шайба ГОСТ 7338-90	1	

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	8Л61130.006	Лист
						2