



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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления шкива

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Петров Никита Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мухолзоев А.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Томск – 2020 г.

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие по направлению подготовки (специальности)		
Р1	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	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-1; ОК-2; ОК-3, ОК-6, ОК-9, ОПК-1; ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-6, ПК-8) ¹ , <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообработывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 15.03.01 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 03.09.2015 г. №957

	<p>комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.</p>	
P2	<p>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.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОПК-2; ОПК-3, ОПК-5, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)</p>
P3	<p>Способность самостоятельно применять методы и средства</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-2, ОК-6, ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...),</p>

	<p>познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.</p>	<p>Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)</p>
Р4	<p>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.</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ОК-6; ОК-7, ОПК-2, ПК-20), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)</p>
Р5	<p>Демонстрировать знание</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ</p>

	<p>правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.</p>	<p>(УК-1, ..., УК-8, ОК-4; ОК-9; ОПК-4, ПК-16), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)</p>
Р6	<p>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</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ОК-5; ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства,</p>

	<p>машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований</p>	<p>40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства, 28.001 Специалист по проектированию технологических комплексов механосборочных производств, 28.003 Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства)</p>
Р7	<p>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</p>	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-8, ПК-17; ПК-22; ПК-24; ПК-25), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист</p>

	эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства	по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного 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,	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ..., УК-8, ПК-5; ПК-6; ПК-7, ПК-10, ПК-12, ПК-19, ПК-21 ПК-23, ПК-26), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов (28.008, Специалист по инжинирингу машиностроительного производства, 40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства)

	<p>организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>	
<p>Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</p>		
P11	<p>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</p>	<p>Требования ФГОС (ОПК-4, ПК-14, ПК-17, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (2.4, 2.5, 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.089 Специалист по компьютерному программированию станков с числовым программным управлением, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).</p>

	<p>видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.</p>	
P12	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>	<p>Требования ФГОС ВО (ПК-10; ПК-11, ПК-13; ПК-14), <i>CDIO Syllabus</i> (2.4, 2.5, 4.1, 4.2...), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>, требования профессиональных стандартов (40.031 Специалист по технологиям механообрабатывающего производства в машиностроении, 40.052 Специалист по проектированию технологической оснастки механосборочного производства, 40.083 Специалист по компьютерному проектированию технологических процессов, 40.100 Специалист по инструментальному обеспечению механосборочного производства).</p>

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Петрову Никите Викторовичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления шкива	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-58/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Шкив». Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Проектирование технологического процесса2. Проектирование станочного приспособления3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение4. Социальная ответственность5. Заключение
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none">1. Чертеж детали «Шкив ведущий»2. Размерная схема технологического процесса3. Граф дерево4. Технологическая оснастка5. Спецификация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
1. Технологический	Мухолзоев Андрей Владимирович
2. Конструкторский	Мухолзоев Андрей Владимирович
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Креницына Зоя Васильевна
4. Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна

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

Задание выдал руководитель / консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Червач Ю.Б.	к.т.н		
Ассистент	Мухолзоев А.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Петров Никита Викторович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 130 страниц, 24 таблицы, 11 рисунков, 16 источников, 3 приложения.

Ключевыми словами являются: шкив ведущий, деталь, заготовка, технологический процесс, обработка, размерный анализ.

Объектом исследования является деталь шкив и технологический процесс ее изготовления.

Дипломная работа включает в себя введения, четыре раздела и заключение.

В введении раскрывает актуальность, цель и задачи исследования.

В первом разделе проектируется технологический процесс изготовления детали шкив ведущий.

Во втором разделе разрабатывается станочная оснастка для одной из операций технологического процесса.

В третьем разделе рассматривается финансовая актуальность производства детали «Шкив».

Четвертый раздел посвящён вопросам, связанным с организацией рабочего места механического участка, промышленного предприятия по изготовлению детали «Шкив».

Данная ВКР выполнена с помощью текстового редактора Microsoft Word 2010.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ.....	14
ВВЕДЕНИЕ.....	16
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	17
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
1.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА.....	18
1.2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛИ.....	19
1.3 ВЫБОР ИСХОДНОЙ ЗАГОТОВКИ.....	20
1.4 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ.....	20
1.5 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ДИАМЕТРАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ....	24
1.6 РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ И ОСЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ.....	33
1.7 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....	40
1.8 ВЫБОР СРЕДСТВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.....	62
1.9 НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ.....	68
1.9.1 РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ.....	68
1.9.2 РАСЧЕТ НОРМ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	71
1.9.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОГО ВРЕМЕНИ.....	72
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	74
2.1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	74
2.2 МЕТЧИК.....	74
2.3 ПРИНЦИП РАБОТЫ ПАТРОНА РЕЗЬБОНАРЕЗНОГО.....	75
3 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	80
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	109
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	120
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ А – ДЕТАЛЬ ШКИВ.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ В – СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ.....	128

Введение

В условиях современной промышленности важнейшей её целью является развитие технологии машиностроения. Это достигается при повышении производительности технологических процессов, улучшении качества выпускаемой продукции, усовершенствования уровня их автоматизации, а также снижением себестоимости изготовления единицы продукции.

В действительное время около 75% от всего объема машиностроительных производств являются мелко- и среднесерийными. В настоящее время машины должны обладать такими характеристиками, как повышенная производительность, быстроходность, удельная мощность и надёжность, при снижении габаритных и весовых показателей за счет применения высокопрочных конструкторских материалов. Также технический прогресс обусловлен не только усовершенствованием конструкций машин, но и непрерывным улучшением технологии их производства.

Целью выполнения дипломного проекта является разработка технологического процесса детали «Шкив».

Актуальностью данной работы является обеспечения высокого качества исследуемой детали с использованием современного технологического оборудования.

Решением проблемы достигается с помощью внедрения в производство автоматизированных систем, которые представляют новый этап в автоматизации производственного процесса, и вследствие их создания на базе широкого применения программно- управляемого технологического оборудования, средств автоматизации проектно-конструкторских, микропроцессорных устройств, производственных работ.

Техническое задание

Необходимо разработать технологический процесс для изготовления детали «Шкив». Ниже представлен чертёж детали на формате А3. Условие технического задания – годовая программа выпуска: 3700 шт.

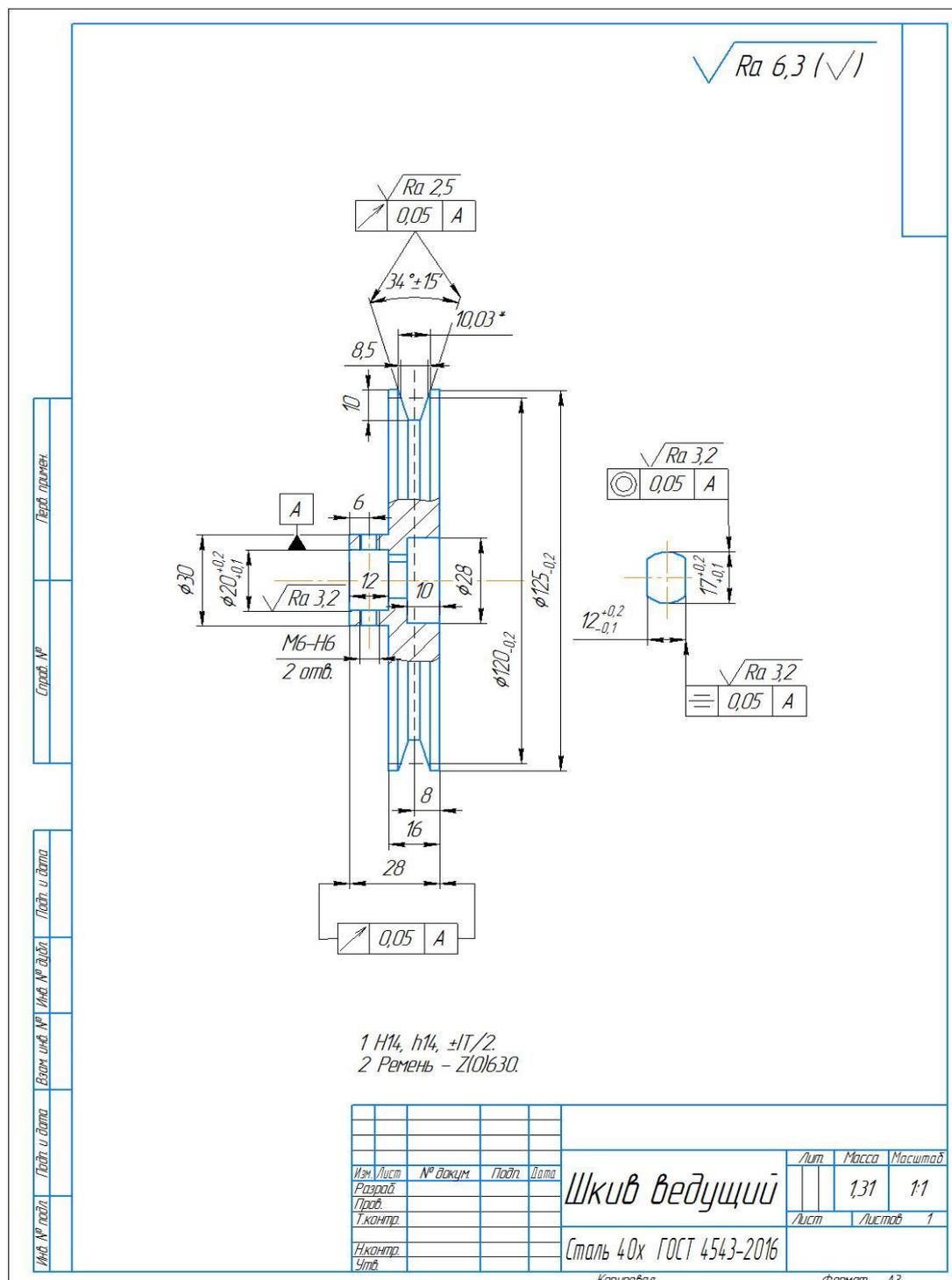


Рисунок 1.1 - Чертёж детали

1 Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{ZO} = \frac{t_D}{t_{шс}}, \quad (1.1)$$

где t_D – такт выпуска деталей;

$t_{шс}$ – среднее штучное время выполнения операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле:

$$t_D = \frac{60\Phi_D}{N} \quad (1.2)$$

где Φ_D – действительный годовой фонд времени работы оборудования;

$N = 3700$ – годовой объем выпуска деталей.

По таблице 2.1 [1, с.22] определяем годовой фонд времени, если двухсменный режим работы: $F_r = 4015$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n t_{шi}/n, \quad (1.3)$$

где $t_{шi}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как

$$t_{ш} = \varphi_K \cdot T_0, \quad (1.4)$$

Где φ_K – коэффициент, который зависит от вида применяемого станка;

T_0 – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезание

$$\varphi_K = 1,66$$

$$T_0 = 0,00019 \cdot D^2 \quad (1.5)$$

$$t_{ш0} = 1,66 \cdot 0,00019 \cdot 130^2 = 5,3 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

$$T_o = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} \cdot 2 \quad (1.6)$$

$$T_o = (0,037 \cdot 130^2 + 0,17 \cdot 130 \cdot 15) \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 1,9 \text{ мин}$$

$$\varphi_K = 2,14$$

$$t_{III} = 2,14 \cdot 1,9 = 4,1 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

$$T_o = (0,052(D^2 - d^2) + 0,52 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l) + (0,052(D^2 - d^2) + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,1 \cdot d \cdot l) = 0,052 \cdot 127^2 + 0,52 \cdot 11 \cdot 29 + 0,18 \cdot 20 \cdot 12 + 0,17 \cdot 30 \cdot 12 + 0,052 \cdot (127^2 - 11^2) + 0,18 \cdot 28 \cdot 10 + 0,17 \cdot 125 \cdot 16 + 0,1 \cdot 105 \cdot 25 = 2,6 \text{ мин} \quad (1.7)$$

$$t_{III} = 2,14 \cdot 2,6 = 5,6 \text{ мин.}$$

Среднештучное время:

$$t_{шт} = 15/3 = 5 \text{ мин}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{зо} = \frac{60 \cdot 4015 \cdot 3700}{5} = 13$$

$10 < K_{зо} < 20$, что соответствует среднесерийному производству.

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь – шкив, является телом вращения, изготавливаемым из стали 40Х ГОСТ 4543-2016. Деталь имеет простую, жесткую конструкцию, которая обеспечивает свободный подход инструмента ко любой обрабатываемой поверхности.

Таблица 1.2.1 – Химический состав Сталь 40Х

C	Mn	S	Ni	P	Si	Cr	Cu
0.36	0.5 – 0.8	до 0.035	до 0.3	до 0.035	0.17	0.8 – 1.1	до 0.3
0.44					0.37		

1.3 Выбор исходной заготовки

Исходя из технологических свойств материала детали, её массы и габаритов, требований к механическим свойствам и типу производства, принимаем прокат горячекатаный $\text{Ø } 130_{-2,0}^{+0,8}$ ГОСТ 2590-2006 в качестве исходной заготовки.

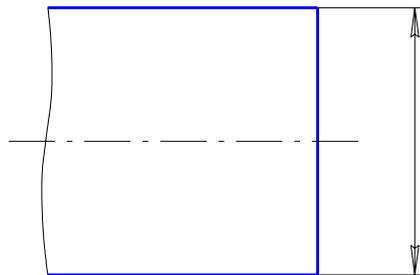
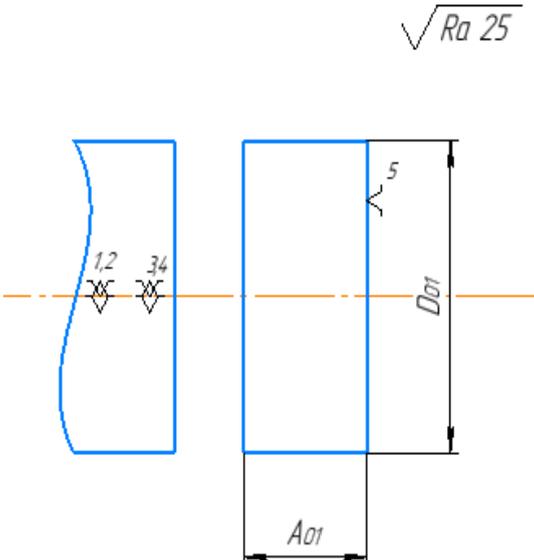


Рисунок 1.3.1 – Заготовка

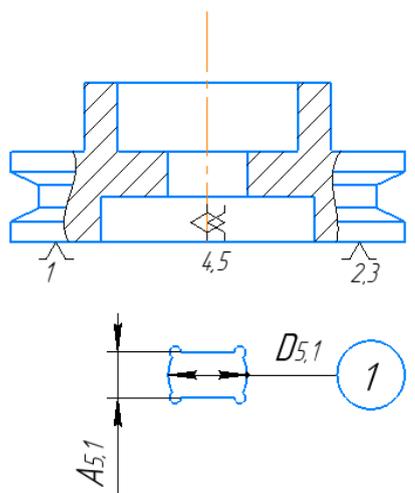
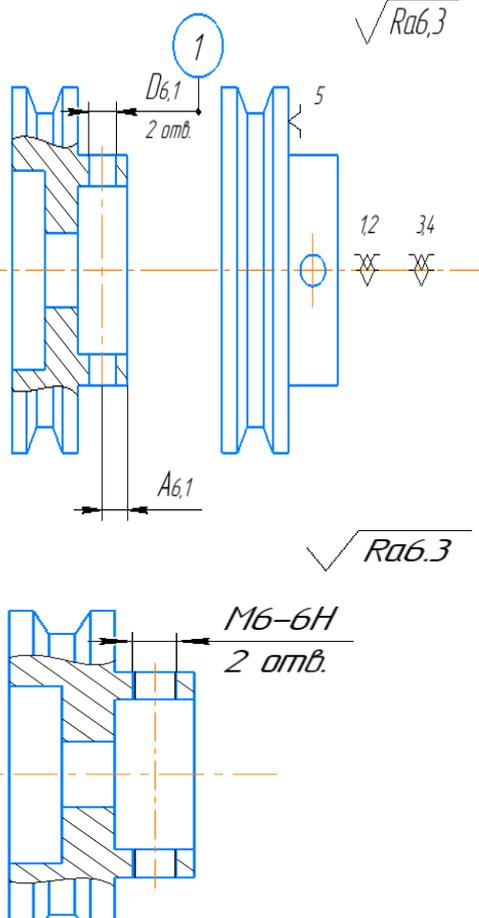
1.4 Разработка технологии изготовления детали

Таблица 1.4.1 – Технологический процесс изготовления

0		Ленточнопильная 1) Отрезать заготовку, выдержав размер A0.1, D0.1
---	-------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

<p>1</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 1, выдержав размер A1.1; 2) Точить поверхность 2, выдержав размеры D1.1 и A1.2;
<p>2</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 1, выдержав r-р A2.1; 2) Точить пов. 2, выдерживая r-ры D2.1, A2.2;

<p>3</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 1, выдержав р-р А3.1; 2) Центровать торец; 3) Сверлить отверстие 2, выдержав р-р D3.1; 4) Расточить пов. 3, выдержав р-р D3.2, А3.2; 5) Точить пов. 4, выдерживая р-ры D3.3, А3.3;
<p>4</p>		<p>Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Подрезать торец 1, выдержав р-р А4.1; 2) Расточить пов. 2, выдержав р-р D4.1, А4.2; 3) Точить пов. 3, выдерживая р-ры D4.2, А4.3; 4) Точить пов. 4, выдерживая р-ры D4.3, А4.4; А4.5;

<p>5</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra3,2}$</p> 	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1) Обработать паз 1, D5.1, A5.1 .</p>
<p>6</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra6,3}$</p>  <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra6,3}$</p>	<p>Сверлильная</p> <p>1) Сверлить 2 отверстия 1, выдержав р-р D6.1, A6.1</p> <p>2) Нарезать резьбу М6-6Н.</p>
<p>7</p>		<p>Слесарная</p> <p>1) Снять заусенцы.</p>

1.5 Расчет припусков и диаметальных технологических размеров

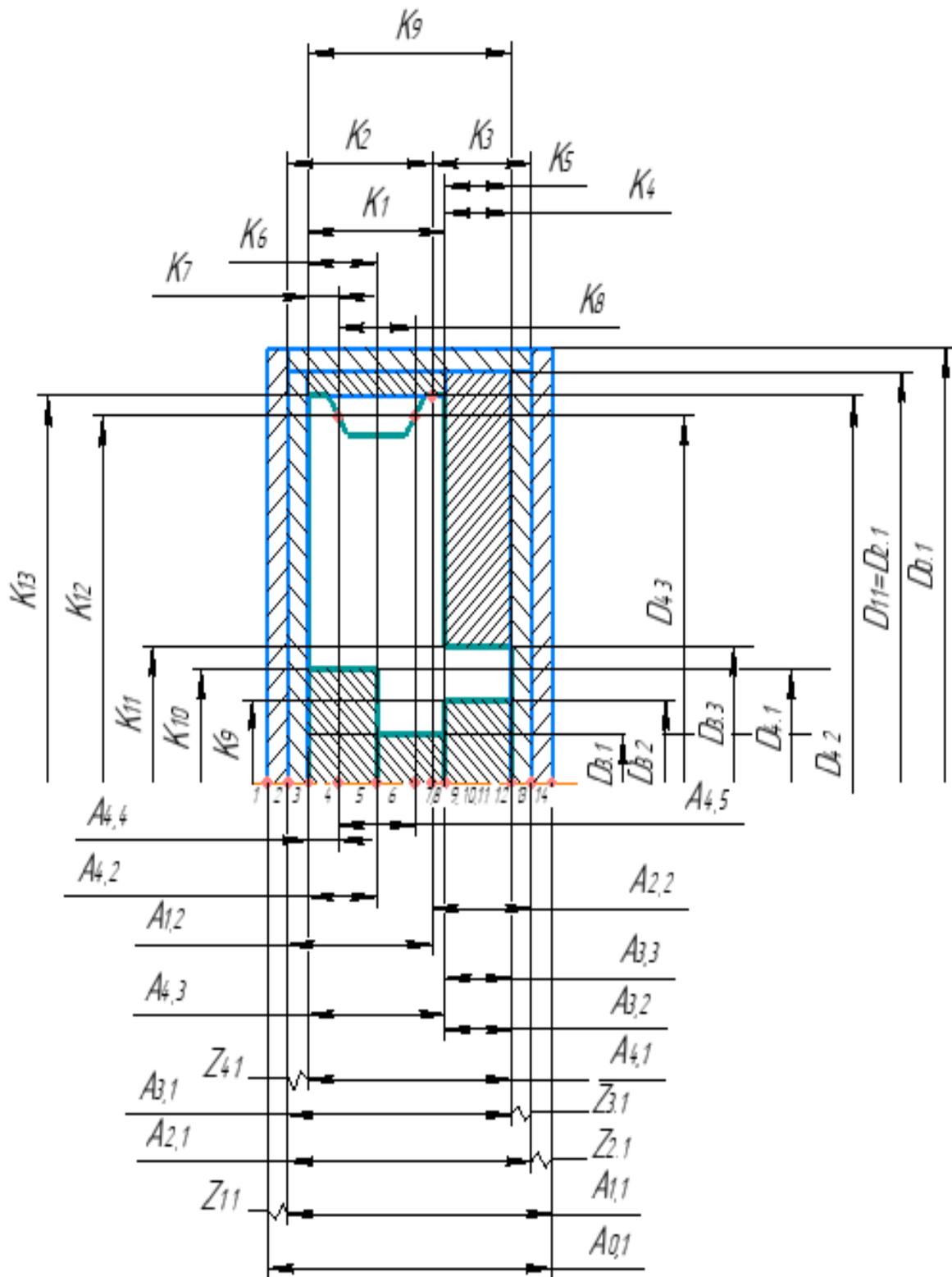


Рисунок 1.5.1- Размерная схема

Выписываем допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{0.1} = 2,8 \text{ мм};$$

$$TD_{1.1} = 1 \text{ мм};$$

$$TD_{2.1} = 1 \text{ мм};$$

$$TD_{3.1} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TD_{3.2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{3.3} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TD_{4.1} = 0,52 \text{ мм};$$

$$TD_{4.2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{4.3} = 0,2 \text{ мм}.$$

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

$$D_{4.2} = K_{13} = 125_{-0.2} \text{ мм}; \quad ТК_{13} = 0,2 \text{ мм};$$

$$D_{4.3} = K_{12} = 120_{-0.2} \text{ мм}; \quad ТК_{12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$D_{3.3} = K_{11} = 30_{-0.52} \text{ мм}; \quad ТК_{11} = 0,52 \text{ мм};$$

$$D_{4.1} = K_{10} = 28^{+0.52} \text{ мм}; \quad ТК_{10} = 0,52 \text{ мм};$$

$$D_{3.2} = K_9 = 20_{+0.1}^{+0.2} \text{ мм}; \quad ТК_9 = 0,1 \text{ мм};$$

Рассчитаем припуски и технологические размеры поверхности $\varnothing 125_{-0.2}$:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяется по формуле

$$z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (5.1)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм[2, стр. 42].

Таблица 1.5.1

Переходы обработки поверхности Ø125 _{-0,2}	Элементы минимального припуска, мкм			
	Rz	h	ρ	ε
Заготовка	150	130	120	
Точение: Черновое Получистовое	80	50	90	600
Точение: Чистовое	25	30	5,4	140

Толщину дефектного поверхностного слоя и шероховатость поверхности после механической обработки определим по таблице. 29 [1,стр.67].

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем

$$\rho_{i-1} = \rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} \text{ по [1, стр. 67, табл. 4.7],}$$

где $\rho_{см} = 120\text{мкм}$, $\rho_{кор} = 0,9\text{мкм}$ по [9, табл. 9, 12],

Погрешность закрепления определяем по табл. 37 [1,стр.79].

Рассчитаем минимальный припуск под черновое точение:

$$Z_{2.1_{min}} = 2 \cdot (150 + 130 + \sqrt{120^2 + 600^2}) = 1783 \text{ мкм.}$$

Рассчитаем минимальный припуск под чистовое точение:

$$Z_{4.2_{min}} = 2 \cdot (80 + 50 + \sqrt{90^2 + 140^2}) = 933 \text{ мкм.}$$

Качество и точность поверхности при обработке наружных цилиндрических поверхностей определяем по таблице 4 [2,стр.8].

Рассчитаем диаметральные технологические размеры из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

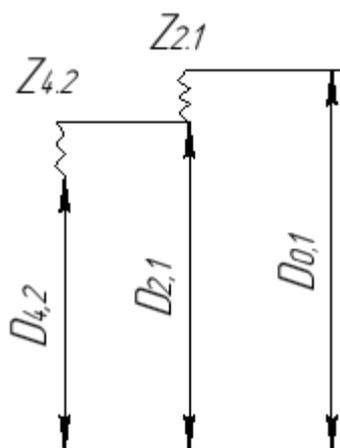


Рисунок 1.5.2 – Размерная схема обработки поверхности Ø125_{-0,2}

Из размерной схемы: Рисунок 1.5.1

$$D_{4.2} = K_{13} = 125_{-0,2} \text{ мм;}$$

$$D_{4.2 \text{ ср.}} = D_{4.2} + (\text{BOD}_{4.2} + \text{HOD}_{4.2}) : 2 = 125 + (0 - 0,2) : 2 = 124,9 \text{ мм;}$$

$$Z_{4.2 \text{ ср.}} = Z_{4.2 \text{ мин.}} + (\text{TD}_{2.1} + \text{TD}_{4.2}) : 2 = 0,93 + (1 + 0,2) : 2 = 1,5 \text{ мм;}$$

$$D_{2.1 \text{ ср.}} = D_{4.2 \text{ ср.}} + Z_{4.2 \text{ ср.}} = 124,9 + 1,5 = 126,4 \text{ мм;}$$

$$D_{2.1} = D_{1.1} = 126,4_{-1} \text{ мм.}$$

$$Z_{2.1cp} = Z_{2.1 \min} + (TD_{0.1} + TD_{1.1}) : 2 = 1,7 + (2,8 + 1) : 2 = 3,6 \text{ мм;}$$

$$D_{0.1 \text{ cp}} = D_{2.1 \text{ cp}} + Z_{2.1cp} = 126,4 + 3,6 = 129,7 \text{ мм;}$$

Выбираем $D_{0.1} = 130_{-2}^{+0,8}$

Фактические припуски:

$$Z_{2.1} = Z_{1.1} = D_{0.1} - D_{2.1} = 130_{-2}^{+0,8} - 126,4_{-1} = 3,6_{-2,0}^{+1,8} \div 2 = 1,8_{-1}^{+0,8} \text{ мм ;}$$

$$Z_{4.2} = D_{2.1} - D_{4.2} = 126,4_{-1} - 125_{-0,2} = 1,4_{-1}^{+0,2} \div 2 = 0,7_{-0,5}^{+0,1} \text{ мм}$$

Рассчитаем припуски и технологические размеры поверхности $\varnothing 28^{+0,52}$:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяем по формуле (5.1).

Таблица 1.5.2 – Переходы обработки поверхности

Переходы обработки поверхности $\varnothing 63^{+0,3}$	Элементы минимального припуска, мкм			
	Rz	h	ρ	ε
Сверление	100	100	25	
Растачивание:				
Чистовое	40	40	1,5	140

Толщину дефектного поверхностного слоя и шероховатость поверхности после механической обработки определяем по таблице 29 [1, стр.67].

Пространственное отклонение поверхности заготовки выбираем по таблице 1 [5, стр73].

Погрешность закрепления определяем по табл. 37 [1,стр.79].

Минимальный припуск под чистовое растачивание:

$$Z_{4.1min} = 2 \cdot (100 + 100 + \sqrt{25^2 + 600^2}) = 1601 \text{ мкм.}$$

Качество и точность поверхности при обработке наружных цилиндрических поверхностей определяем по табл. 4 [2,стр.8].

Рассчитаем диаметральные технологические размеры из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

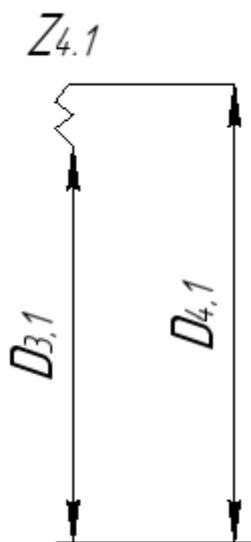


Рисунок 1.5.3 – Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}28^{+0,52}$:

Из размерной схемы: Рисунок 1.5.1

$$D_{4.1} = K_{10} = 28^{+0.52} \text{ мм;}$$

$$D_{4.1 \text{ ср.}} = D_{4.1} + (\text{BOD}_{4.1} + \text{HOD}_{4.1}) : 2 = 28 + (0,52 - 0) : 2 = 28,26 \text{ мм;}$$

$$Z_{4.1 \text{ ср}} = Z_{4.1 \text{ min}} + (TD_{3.1} + TD_{4.1}) : 2 = 1,6 + (1 + 0,2) : 2 = 2,2 \text{ мм};$$

$$Z_{4.1 \text{ ср}} = D_{4.1 \text{ ср}} - Z_{4.1 \text{ ср}} = 28,26 - 2,2 = 27,36 \text{ мм};$$

Принимаем $D_{3.1} = 11^{+0.43}$ мм, т.к $D_{3.1}$ не может быть больше 12 мм.

Фактический припуск:

$$Z_{4.1} = D_{4.1} - Z_{4.1} = 28^{+0.52} - 11^{+0.43} = 17^{+0.52}_{-0.43} \div 2 = 8,5^{+0.26}_{-0.215} \text{ мм}.$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 20^{+0.2}_{+0.1}$

Из размерной схемы: Рисунок 1.5.1

$$D_{3.2} = K_9 = 20^{+0.2}_{+0.1} \text{ мм}$$

Из расчета припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 28^{+0.52}$

$$D_{3.1} = 11^{+0.43} \text{ мм};$$

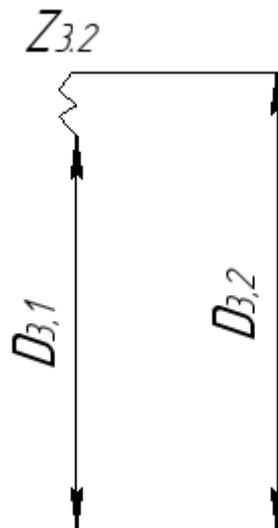


Рисунок 1.5.4 – Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 20^{+0.2}_{+0.1}$

Фактический припуск:

$$Z_{3.2} = D_{3.2} - D_{3.1} = 20_{+0,1}^{+0,2} - 11^{+0,43} = 9_{-0,33}^{+0,2} \div 2 = 4,5_{-0,165}^{+0,1} \text{ мм.}$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\text{Ø}120^{+0,52}$

Из размерной схемы: Рисунок 1.5.1

$$D_{4.3} = K_{12} = 120_{-0,2} \text{ мм;}$$

$$D_{4.2} = 125_{-0,2} \text{ мм;}$$

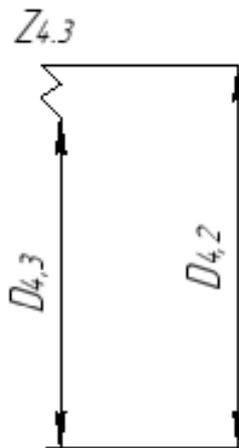


Рисунок 1.5.5 – Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}120^{+0,52}$

Фактический припуск:

$$Z_{4.3} = D_{4.2} - D_{4.3} = 125_{-0,2} - 120_{-0,2} = 5_{-0,2}^{+0,2} \div 2 = 2,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$$

Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\text{Ø}30_{-0,52}$

Из размерной схемы: Рисунок 1.5.1

$$D_{3.3} = K_{11} = 30_{-0,52} \text{ мм;}$$

Из расчета припусков и технологических размеров поверхности $\text{Ø}125_{-0,2}$

$$D_{1.1} = 126,4_{-1} \text{ мм.}$$

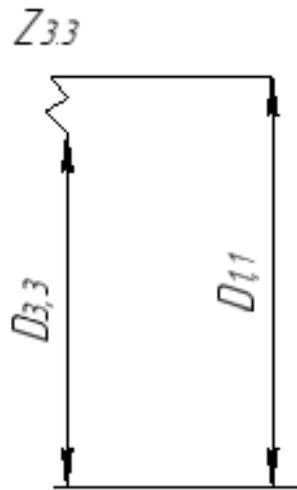


Рисунок 1.5.6 – Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}30_{-0.52}$

Фактический припуск:

$$Z_{3,3} = D_{1,1} - D_{3,3} = 126,4_{-1} - 30_{-0.52} = 96,4_{-0,1}^{+0,52} \div 2 = 48,2_{-0,05}^{+0,26} \text{ мм.}$$

1.6 Расчет припусков и осевых технологических размеров

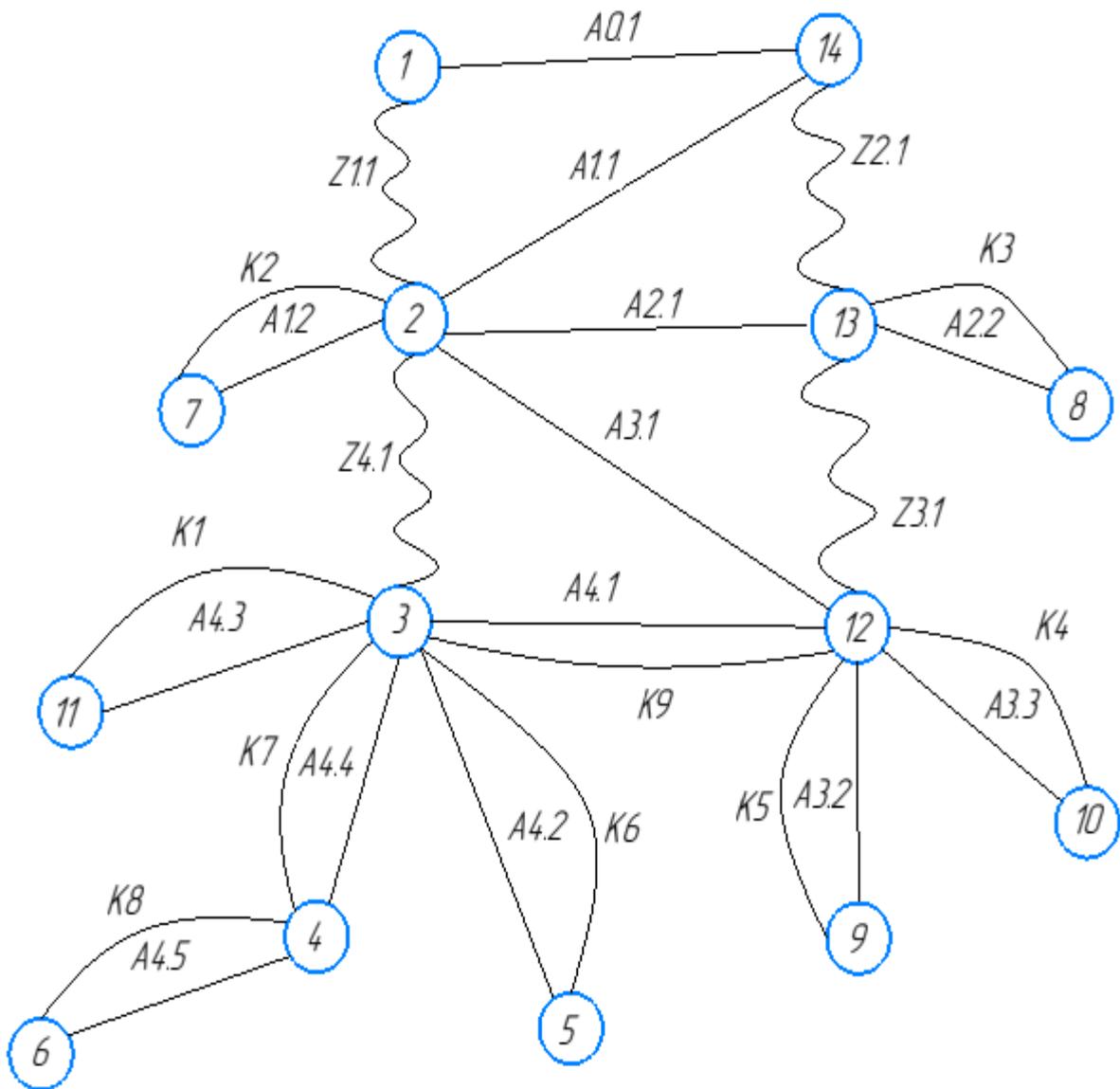


Рисунок 1.6.1 – Граф технологических размерных цепей

Выписываем допуски на конструкторские размеры:

$$K_1 = A_{4.3} = 16_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}; \quad TK_1 = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_2 = A_{1.2} = 17_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}; \quad TK_2 = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_3 = A_{2.2} = 17_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}; \quad TK_3 = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_4 = A_{3.2} = 12_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}; \quad TK_4 = 0,52 \text{ мм};$$

$$K_5 = A_{3.3} = 12_{-0,215}^{+0,215} \text{ мм}; \quad TK_5 = 0,52 \text{ мм};$$

$$K_6 = A_{4.2} = 10_{-0,18}^{+0,18} \text{ мм}; \quad TK_6 = 0,52 \text{ мм};$$

$$K_7 = A_{4.4} = 3,75_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм}; \quad TK_7 = 0,3 \text{ мм};$$

$$K_8 = A_{4.5} = 8,5_{-0,18}^{+0,18} \text{ мм}; \quad TK_8 = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_9 = A_{4.1} = 28_{-0,26}^{+0,26} \text{ мм}; \quad TK_9 = 0,52 \text{ мм}.$$

Выписываем допуски на технологические размеры:

Допуски на осевые технологические размеры рассчитываются по формуле

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u,i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (6.1)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм

$\rho_{u,i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической)

базы, мм

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм [2, стр. 34].

Где пространственное отклонение ρ_u определяем по [1, стр. 68, табл. 4.7],

как:

$$\rho_{i-1} = \rho = \sqrt{\rho_{\text{рп}}^2 + \rho_{\text{фц}}^2} \quad (6.2)$$

Допуск при отрезании заготовки [2, стр. 34]: $TA_{01} = (A_{01})_{-1,8}^{+1,8} = 3,6 \text{ мм};$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho. + \varepsilon_3 = 0,20 + 0,1 + 0,09 = 0,39 \text{ мм};$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho. + \varepsilon_3 = 0,20 + 0,1 + 0,07 = 0,37 \text{ мм};$$

$$TA_{3,1} = \omega_c + \rho. + \varepsilon_3 = 0,12 + 0,05 + 0,05 = 0,22 \text{ мм};$$

$$TA_{4,1} = \omega_c + \rho. + \varepsilon_3 = 0,12 + 0,05 + 0,04 = 0,21 \text{ мм};$$

$$TA_{3,3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{3,2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{4,2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

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

$$TA_{4,4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

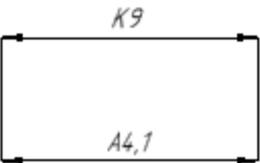
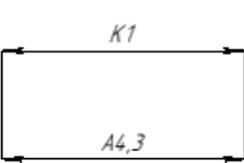
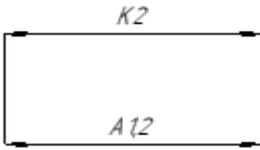
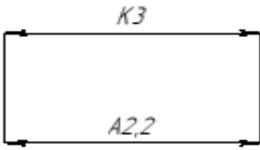
$$TA_{4,5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

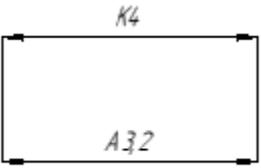
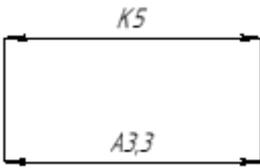
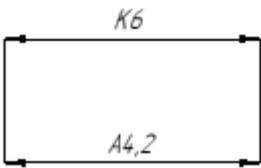
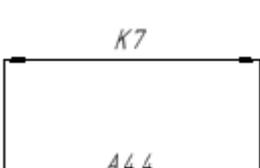
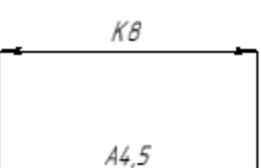
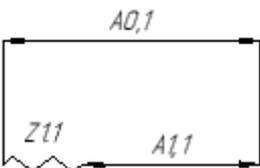
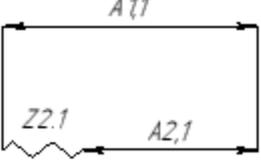
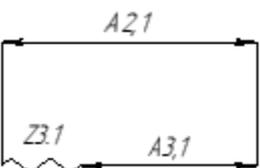
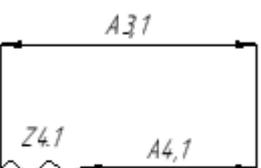
$$TA_{4,3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

Проверка обеспечения точности осевых конструкторских размеров.

Из рисунка 1.6.1– Граф технологических размерных цепей, выявляем технологические размерные цепи.

Таблица 1.6.1 - Технологические размерные цепи

№	Размерная цепь	№	Размерная цепь
1		2	
3		4	

5		6	
7		8	
9		10	
11		12	
13			

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK_i \geq \sum TA_i, \quad (6.3)$$

Для размера:

K_9 (см. таблицу 1.6.1 №1): $TK_9 = 0,52 \geq TA_{4,1} = 0,21$ мм, т. е. для размера K_9 условие максимума-минимума выполняется;

K_1 (см. таблицу 1.6.1 №2): $TK_1 = 0,43 \geq TA_{4,3} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_1 условие максимума-минимума выполняется;

K_2 (см. таблицу 1.6.1 №3): $TK_2 = 0,43 \geq TA_{1,2} = 0,2$ мм, т. е. для размера K_2 условие максимума-минимума выполняется;

K_3 (см. таблицу 1.6.1 №4): $TK_3 = 0,43 \geq TA_{2,2} = 0,2$ мм, т. е. для размера K_3 условие максимума-минимума выполняется;

K_4 (см. таблицу 1.6.1 №5): $TK_4 = 0,52 \geq TA_{3,2} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_4 условие максимума-минимума выполняется;

K_5 (см. таблицу 1.6.1 №6): $TK_5 = 0,52 \geq TA_{3,3} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_5 условие максимума-минимума выполняется;

K_6 (см. таблицу 1.6.1 №7): $TK_6 = 0,52 \geq TA_{4,2} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_6 условие максимума-минимума выполняется;

K_7 (см. таблицу 1.6.1 №8): $TK_7 = 0,3 \geq TA_{4,4} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_7 условие максимума-минимума выполняется;

K_8 (см. таблицу 1.6.1 №9): $TK_8 = 0,36 \geq TA_{4,5} = 0,12$ мм, т. е. для размера K_8 условие максимума-минимума выполняется.

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле

$$Z_{i_{min}} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i \quad (6.4)$$

где $z_{i_{min}}$ - минимальный припуск на обработку плоскости, мкм;

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

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

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

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм[2, стр. 42].

Найдем $A_{3,1}$ (см. таблицу 1.6.1 №13)

Рассчитаем припуск $Z_{4,1}$ по формуле 6.4

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{4,1min} = 0,1 + 0,1 + 0,05 + 0,05 = 0,3 \text{ мм.};$$

$$A_{4,1 \text{ ср.}} = A_{4,1} + (BOA_{4,1} + HOA_{4,1}) : 2 = 28 + (0,26 - 0,26) : 2 = 28 \text{ мм};$$

$$Z_{4,1 \text{ ср.}} = Z_{4,1 \text{ min}} + (TA_{3,1} + TA_{4,1}) : 2 = 0,3 + (0,22 + 0,21) : 2 = 0,515 \text{ мм};$$

$$A_{3,1 \text{ ср.}} = A_{4,1 \text{ ср.}} + Z_{4,1 \text{ ср.}} = 28 + 0,515 = 28,515 \text{ мм};$$

$$A_{3,1} = 29_{-0,22} \text{ мм}$$

Найдем $A_{2,1}$ (см. таблицу 1.6.1 №12)

Рассчитаем припуск $Z_{3,1}$ по формуле 6.4

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{3,1min} = 0,1 + 0,1 + 0,05 + 0,04 = 0,29 \text{ мм.};$$

$$Z_{3,1 \text{ ср.}} = Z_{3,1 \text{ min}} + (TA_{3,1} + TA_{2,1}) : 2 = 0,29 + (0,22 + 0,37) : 2 = 0,59 \text{ мм};$$

$$A_{2,1 \text{ ср.}} = A_{3,1 \text{ ср.}} + Z_{3,1 \text{ ср.}} = 28,515 + 0,59 = 29,6 \text{ мм};$$

$$A_{2,1} = 30_{-0,37} \text{ мм}$$

Найдем $A_{1,1}$ (см. таблицу 1.6.1 №11)

Рассчитаем припуск $Z_{2,1}$ по формуле 6.4

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{2,1min} = 0,15 + 0,15 + 0,1 + 0,09 = 0,49 \text{ мм.};$$

$$Z_{2.1 \text{ ср}} = Z_{2.1 \text{ мин}} + (TA_{1.1} + TA_{2.1}) : 2 = 0,49 + (0,39 + 0,37) : 2 = 0,87 \text{ мм};$$

$$A_{1.1 \text{ ср}} = A_{2.1 \text{ ср}} + Z_{2.1 \text{ ср}} = 29,6 + 0,87 = 30,5 \text{ мм};$$

$$A_{1.1} = 31_{-0,39} \text{ мм}$$

Найдем $A_{0.1}$ (см. таблицу 1.6.1 №10)

Рассчитаем припуск $Z_{1.1}$ по формуле 6.4

Расчетный минимальный припуск:

$$Z_{1.1 \text{ мин}} = 0,16 + 0,15 + 0,12 + 0,1 = 0,52 \text{ мм};$$

$$Z_{1.1 \text{ ср}} = Z_{1.1 \text{ мин}} + (TA_{0.1} + TA_{1.1}) : 2 = 0,52 + (3,6 + 0,39) : 2 = 2,5 \text{ мм};$$

$$A_{0.1 \text{ ср}} = A_{1.1 \text{ ср}} + Z_{1.1 \text{ ср}} = 30,5 + 2,5 = 33 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 35_{-3,6} \text{ мм}$$

Фактические припуски

$$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 35_{-3,6} - 31_{-0,39} = 4_{-3,6}^{+0,39} \text{ мм};$$

$$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 31_{-0,39} - 30_{-0,37} = 1_{-0,39}^{+0,37} \text{ мм};$$

$$Z_{3.1} = A_{2.1} - A_{3.1} = 30_{-0,37} - 29_{-0,22} = 1_{-0,37}^{+0,22} \text{ мм};$$

$$Z_{4.1} = A_{3.1} - A_{4.1} = 29_{-0,22} - 28_{-0,26}^{+0,26} = 1_{-0,48}^{+0,26} \text{ мм};$$

1.7 Расчет режимов резания

Ленточнопильная операция 0

Выбираем материал режущего инструмента по таблице 3 [3, с. 178] – 10P2M10K8.

Подача на зуб определяется по таблице 108 [4, с425] : $S = 0,05$ мм/зуб, $Z=30$

Скорость резания $V = 20$ м/мин

Период стойкости инструмента: $T=30$ мин.

Минутная подача $S_M = 100$ мм/мин

Ширина полотна $t=3...5=4$ мм

Токарная операция 1

Переход 1: черновая подрезка торца $A_{1.1}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК6.

Глубина резания: $t = Z_{11\max} = 4,39$ мм.

Поперечная подача определяется по таблице 11 для данной глубины резания: $S = 0,7$ мм/об [4, с.260].

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (7.1)$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Коэффициенты: ; $x = 0,15$, $y = 0,35$, $m = 0,20$, $C_v = 290$ – находим по таблице 17 [4, с.269].

Коэффициент K_v :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \quad (7.2)$$

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

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

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента [3].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{ПV} = 0,9$; $K_{ИV} = 2,7$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944$.

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.20} \cdot 4,38^{0.15} \cdot 0,7^{0.35}} \cdot 1,944 = 275,5 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (7.3)$$

$$n = \frac{275500}{3,14 \cdot 130} = 674 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 700$ об/мин.

Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{ст}}{1000} \quad (7.4)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 700}{1000} = 285 \text{ м/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P \quad (7.5)$$

Значения коэффициентов: $C_P = 243$; $n = -0,3$; $x = 0,9$; $y = 0,6$ – определены

по таблице 22 [4, с.273].

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} \quad (7.6)$$

Коэффициенты учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,50; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,25; K_{rP} = 0,66.$$

По формуле (7.6) $K_p = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

Главная составляющая силы резания (по формуле 7.5):

$$P_Z = 10 \cdot 243 \cdot 4,39^{0,9} \cdot 0,7^{0,6} \cdot 285^{-0,3} \cdot 0,5 = 665 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (7.7)$$

$$N = \frac{665 \cdot 285}{1020 \cdot 60} = 3 \text{ кВт}$$

Переход 2: черновое обтачивание поверхности $D_{1.1}$, $A_{2.1}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК6.

Глубина резания: $t = Z_{11\max} = 2,6 \text{ мм.}$

Продольная подача для данной глубины резания определяется по таблице 11 [4, с.260]: $S = 0,6 \text{ мм/об}$

Период стойкости инструмента: $T=60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{ПV} = 0,9$; $K_{ИV} = 2,7$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944$.

По формуле (7.1) Скорость резания :

$$V = \frac{290}{60^{0.20} \cdot 2,6^{0.15} \cdot 0,6^{0.35}} \cdot 1,944 = 561 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{561 \cdot 1000}{3,14 \cdot 130} = 1374 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 1400$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 1400}{1000} = 571 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 339$; $n = -0,4$; $x = 1$; $y = 0,5$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22$; $K_{фP} = 0,50$; $K_{γP} = 1,0$; $K_{λP} = 1,25$; $K_{тP} = 0,66$.

По формуле (7.6) $K_P = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 339 \cdot 5,4^1 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 571^{-0,4} \cdot 0,5 = 448 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{448 \cdot 571}{1020 \cdot 60} = 4,8 \text{ кВт.}$$

Токарная операция 2

Переход 1: черновая подрезка торца А_{2.1}

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК6.

Глубина резания: $t = Z_{21\max} = 1,37$ мм.

Поперечная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,4 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PIV} = 0,9$; $K_{IIV} = 2,7$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 2,7 = 1,944$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 1,37^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,944 = 431,3 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{431,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 130} = 1056 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 1000$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 1000}{1000} = 408 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 243$; $n = -0,3$; $x = 0,9$; $y = 0,6$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,50; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,25; K_{TP} = 0,66.$$

По формуле (7.6) $K_p = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 243 \cdot 1,37^{0,9} \cdot 0,4^{0,6} \cdot 408^{-0,3} \cdot 0,5 = 151 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{151 \cdot 408}{1020 \cdot 60} = 1.1 \text{ кВт}$$

Переход 2: черновое обтачивание поверхности $D_{2.1}$, $A_{2.2}$ = черновое обтачивание поверхности $D_{1.1}$, $A_{2.1}$

Токарная операция 3

Переход 1: чистовая подрезка торца $A_{3.1}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = Z_{11\max} = 1,22 \text{ мм.}$

Поперечная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{ПV} = 0,9$; $K_{ИV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,20} \cdot 1,22^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,72 = 112,5 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{112500}{3,14 \cdot 130} = 286 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 330 \text{ об/мин}$.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 330}{1000} = 135 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 243$; $n = 0,3$; $x = 0,9$; $y = 0,6$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22$; $K_{фP} = 0,50$; $K_{γP} = 1,0$; $K_{λP} = 1,25$; $K_{тP} = 0,66$.

По формуле (7.6) $K_P = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 243 \cdot 1,22^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 135^{-0,3} \cdot 0,5 = 787 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{787 \cdot 135}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

Переход 2: центровка торца

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Р6М5.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 2,5/2 = 1,25$ мм. Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]: $S = 0,1$ мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (7.8)$$

Период стойкости инструмента: $T=20$ мин.

Значения коэффициентов: $K_v = 1$; $C_v = 7$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,70$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По формуле (7.8) Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 2,5^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1 = 32 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{32000}{3,14 \cdot 2,5} = 4075 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 1800$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 2,5 \cdot 1800}{1000} = 14 \text{ м/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_P \quad (7.9)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,8 = 0,25 \text{ Нм}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 2$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} \quad (7.10)$$

$$N = \frac{0,25 \cdot 1800}{9750} = 0,1 \text{ кВт.}$$

Переход 3: сверление отверстия D3.1

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – P6M5.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 11/2 = 5,5$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]: $S = 0,28$ мм/об.

Период стойкости инструмента: $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $K_v = 1$; $C_v = 9,8$; $m = 0,20$; $q = 0,40$; $y = 0,50$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По формуле (7.8) Скорость резания:

$$V = \frac{9,8 \cdot 11^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,28^{0,5}} \cdot 1 = 23,3 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{23300}{3,14 \cdot 11} = 675,5 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 700$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 700}{1000} = 24 \text{ м/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле (7.9):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,8 = 1,1 \text{ Нм}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 2$; $q = 2$; $y = 0,8$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По формуле (7.10) Мощность резания :

$$N = \frac{1,1 \cdot 700}{9750} = 0,17 \text{ кВт.}$$

Переход 4: чистовое растачивание поверхности $D_{3,2}$, $A_{3,2}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6

Глубина резания: $t = Z_{3,2} = 4,6 \text{ мм.}$

Продольная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 4,6^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,72 = 181 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{181 \cdot 1000}{3,14 \cdot 20} = 2882 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 1800$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1800}{1000} = 113 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 339$; $n = -0,4$; $x = 1$; $y = 0,5$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{\text{MP}} = 1,22; K_{\text{фP}} = 0,50; K_{\text{γP}} = 1,0; K_{\text{λP}} = 1,25; K_{\text{тP}} = 0,66.$$

По формуле (7.6) $K_p = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 339 \cdot 4,6^1 \cdot 0,1^{0,5} \cdot 113^{-0,4} \cdot 0,5 = 320 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{320 \cdot 113}{1020 \cdot 60} = 0,6 \text{ кВт}$$

Переход 5: чистовое обтачивание поверхности $D_{3,3}$, $A_{3,3}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – ВК6.

Глубина резания: $Z_{11\text{max}} = 48,4$ мм, будем выполнять за десять проходов
 $t = 4,84$ мм

Продольная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.20} \cdot 4,84^{0.15} \cdot 0,8^{0.35}} \cdot 0,72 = 90 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{90 \cdot 1000}{3,14 \cdot 30} = 955 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 1000$ об/мин.

По формуле (7. 4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1000}{1000} = 94 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 339$; $n = - 0,4$; $x = 1$; $y = 0,5$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22$; $K_{фP} = 0,50$; $K_{γP} = 1,0$; $K_{λP} = 1,25$; $K_{гP} = 0,66$.

По формуле (7.6) $K_P = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 339 \cdot 4,4^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 94^{-0,4} \cdot 0,5 = 1074 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{1074 \cdot 94}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Токарная операция 4

Переход 1: чистовая подрезка торца $A_{4.1}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = Z_{11\max} = 1,26$ мм.

Поперечная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 280$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{280}{60^{0,20} \cdot 1,26^{0,15} \cdot 0,8^{0,35}} \cdot 0,72 = 112,5 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{112500}{3,14 \cdot 130} = 286 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 330$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 330}{1000} = 135 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 243$; $n = - 0,3$; $x = 0,9$; $y = 0,6$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22$; $K_{\phi P} = 0,50$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,25$; $K_{TP} = 0,66$.

По формуле (7.6) $K_p = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 243 \cdot 1,22^{0,9} \cdot 0,8^{0,6} \cdot 135^{-0,3} \cdot 0,5 = 787 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{787 \cdot 135}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

Переход 2: чистовое растачивание поверхности $D_{4.1}$, $A_{4.2}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6

Глубина резания: $Z_{4.1} = 8,7$ мм, будем выполнять за два прохода $t = 4,35$ мм

Продольная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,15 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,20} \cdot 4,35^{0,15} \cdot 0,1^{0,35}} \cdot 0,72 = 180 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{180 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28} = 2042 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 1800$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 28 \cdot 1800}{1000} = 158 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 339$; $n = -0,4$; $x = 1$; $y = 0,5$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,50; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,25; K_{TP} = 0,66.$$

По формуле (7.6) $K_p = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 339 \cdot 4,35^1 \cdot 0,1^{0,5} \cdot 158^{-0,4} \cdot 0,5 = 287 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{287 \cdot 158}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{ кВт}$$

Переход 3: чистовое обтачивание поверхности $D_{4.2}$, $A_{4.3}$

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = Z_{11max} = 0,8$ мм,

Продольная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,8 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены

по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{ПV} = 0,9$; $K_{ИV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.20} \cdot 0,8^{0.15} \cdot 0,8^{0.35}} \cdot 0,72 = 123 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{123 \cdot 1000}{3,14 \cdot 125} = 313 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 330 \text{ об/мин}$.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 330}{1000} = 130 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 339$; $n = -0,4$; $x = 1$; $y = 0,5$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22$; $K_{фP} = 0,50$; $K_{γP} = 1,0$; $K_{λP} = 1,25$; $K_{гP} = 0,66$.

По формуле (7.6) $K_P = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5$.

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 339 \cdot 0,8^1 \cdot 0,8^{0,5} \cdot 130^{-0,4} \cdot 0,5 = 171 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{171 \cdot 130}{1020 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт}$$

Переход 4: чистовое обтачивание поверхности $D_{4.3}$, $A_{4.4}$, $A_{4.5}$,

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – Т15К6.

Глубина резания: $t = Z_{43\max} = 2,6$ мм,

Продольная подача по таблице 11 [4, с.260] для данной глубины резания:

$$S = 0,09 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента: $T=60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [4, с.269].

По таблице $K_{MV} = 0,8$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$.

По формуле (7.2) $K_V = 0,8 \cdot 0,9 = 0,72$.

По формуле (7.1) Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.20} \cdot 2,6^{0.15} \cdot 0,09^{0.35}} \cdot 0,72 = 208 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{208 \cdot 1000}{3,14 \cdot 120} = 580 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 600$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 600}{1000} = 227 \text{ м/мин}$$

Значения коэффициентов: $C_p = 212$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

По таблице 9, 23 [4, с.264]:

$K_{MP} = 1,22; K_{\phi P} = 0,50; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,25; K_{rP} = 0,66.$

По формуле (7.6) $K_P = 1,22 \cdot 0,50 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 0,66 = 0,5.$

По формуле (7.5) Главная составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot 212 \cdot 2.6^{-1} \cdot 0,09^{0,5} \cdot 227^0 \cdot 0,5 = 459 \text{ Н.}$$

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{227 \cdot 459}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Фрезерная 5

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – P6M5.

Глубина резания: $t = 0,3$ мм.

Подача по таблице 11 [4, с.260] : $S = 0,12$ мм/об

Диаметр фрезы $D=7$ мм.

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot Z^p \cdot B^M} \cdot K_v \quad (7.11)$$

Период стойкости инструмента: $T=120$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 35,4; m = 0,33; x = 0,3; y = 0,4; M = 0,1; q = 0,45; u = 0,1$ – определены по таблице 17 [4, с.403].

По таблице $K_{MV} = 0,8; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1.$

По формуле (7.2) $K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72.$

По формуле (7.11) Скорость резания:

$$V = \frac{35,4 \cdot 2,4}{4,8 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 1,1 \cdot 1,2} \cdot 0,72 = 40 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{40000}{3,14 \cdot 7} = 1819 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 1900$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1900}{1000} = 42 \text{ м/мин}$$

Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^n}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (7.12)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $n = 1$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $n = 1$; $u = 1$;

$q = 1,1$; $w = 0$; $K_{MP} = 1,22$ – определены по таблице 22 [4, с.273].

Главная составляющая силы резания по формуле (7.12): $P_z = 248$ Н.

По формуле (7.7) Мощность резания:

$$N = \frac{248 \cdot 1900}{1020 \cdot 60} = 6 \text{ кВт}$$

Сверлильная 6

Переход 1: сверлить два отверстия D6;A6

Выбираем материал режущего инструмента в соответствии с рекомендациями [4, с. 184] – P6M5.

При сверлении глубина резания будет равна $t = 0,5D = 5/2 = 2,5$ мм.

Подачу определим по таблице 35 [4, с. 276]: $S = 0,15$ мм/об.

Скорость резания определим по формуле (7.8):

$$V = \frac{9,8 \cdot 6^{0,4}}{90^{0,2} \cdot 0,15^{0,5}} \cdot 2,16 = 24,2 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов :

$$n = \frac{1000 \cdot 24,2}{3,14 \cdot 6} = 1287 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{\text{ст}} = 1200 \text{ об/мин}$.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 1200}{1000} = 22,6 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.9) Главная составляющая силы резания:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 1,22 = 3,3 \text{ Нм}$$

По формуле (7.10) Мощность резания:

$$N = \frac{3,3 \cdot 1200}{9750} = 0,4 \text{ кВт}$$

Переход 2: нарезать резьбу М6-6Н

Подача: $s = P = 1 \text{ мм/об}$, где P – шаг резьбы.

Определяется скорость резания [4, т.2, стр. 297]

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

где: C_v – Коэффициент скорости резания $C_v = 64,8$ [4, т.2, таблица 49, стр. 296]

m, y, q – Показатели степени $m = 0,9; y = 0,5; q = 1,2$ [4, т.2, таблица 49,

стр. 296].

D – Диаметр резьбы $D = 6$ мм.

S – Подача. Равна шагу нарезаемой резьбы. $S = 1$ мм.

T – Стойкость инструмента $T = 90$ мин [4, т.2, таблица 49, стр. 296]

K_v – Общий поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания $K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{tv} = 0,9 \times 1,0 \times 0,8 = 0,72$

K_{mv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания [4, т.2, таблица 50, стр. 298]. $K_{mv} = 0,9$

K_{iv} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние материала режущего инструмента на скорость резания $K_{iv} = 1,0$ [4, т.2, таблица 50, стр. 298].

K_{tv} – поправочный коэффициент, учитывающий точность поверхности $K_{tv} = 0,8$ [4, т.2, таблица 50, стр. 298].

$$U = \frac{64,8 \cdot 6^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 10^{0,5}} \cdot 0,72 = 6,9 \text{ м/мин}$$

По формуле (7.3) Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 6,9}{3,14 \cdot 6} = 366 \text{ об/мин}$$

Фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n_{ст} = 500$ об/мин.

По формуле (7.4) Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 500}{1000} = 9,4 \text{ м/мин}$$

Определяется крутящий момент $M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times P^y \times K_{mp}$, [4, т.2, стр. 297].

где: C_m , y , q – постоянная и показатель степени [4, т.2, таблица 51, стр. 298].

$$C_m = 0,027; \quad y = 1,5; \quad q = 1,4$$

$K_{\text{мр}}$ – поправочный коэффициент $K_{\text{мр}} = 1,0$ [7, т.2, таблица 50, стр. 298].

P – шаг резьбы $P = 1$ мм.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,027 \cdot 6^{1,4} \cdot 1 \cdot 1 = 3,4 \text{ Нм}$$

Определяется мощность резания

$$N = \frac{M \cdot n}{975} = \frac{3,4 \cdot 500}{975} = 1.7 \text{ кВт}$$

1.8 Выбор средств технологического оснащения

Выбор станков с ЧПУ конфигурацией заготовки, имеющей в конструкции элементы, для обработки которых необходимо использование циклов обработки, что наиболее целесообразно реализовать на станках с ЧПУ.

Таблица 1.8.1 - Технические характеристики ленточнопильного станка
BeKa-Mak BMSY 440 DGH

Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 90 град), мм:	440
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцетровое расстояние 450;500мм.
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения(угол реза 45 град), мм:	410
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения(угол реза 90 град), мм	440
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения(угол реза 45 град), мм	410
Скорость ленточно-пильного полотна, м/мин	20...100
Длина пильного полотна, мм	5200*34*1,1
Мощность привода главного движения, кВт	3,0
Мощность гидронасоса, кВт	0,55
Привод подачи СОЖ, кВт	0,12
Высота рабочей поверхности, мм	860
Габаритные размеры, мм	1870*1210*2800
Масса, кг	1640

Таблица 1.8.2 - Технические характеристики токарного станка с ЧПУ

Модель: ТС16К20Ф3

Макс. диаметр изделия над станиной, мм	400
Макс. диаметр изделия, мм	340
РМЦ, мм	750
Макс. вес заготовки, кг	200
Оси	
Максимальное перемещение оси X, мм	235
Макс перемещение по оси Z, мм	750
Быстрые перемещения по оси X, мм/мин	6000
Быстрые перемещения по оси Z, мм/мин	9000
Рабочая подача, мм/мин	1~4000
Диаметр ШВП/шаг ось X, мм	20/4
Диаметр ШВП/шаг ось Z, мм	40/6
Тип мотора и мощность по оси X, кВт	серво 1,5 кВт
Тип мотора и мощность по оси Z, кВт	серво 1,5 кВт
Тип направляющих X	ласточкин хвост
Тип направляющих Z	V образные
Точность позиционирования по осям X/Z, мм	±0,005
Повторяемость позиционирования осей X/Z, мм	±0,003
Угол наклона станины, град	0
Ширина направляющих, мм	340
Шпиндельная бабка	
Диаметр 3х кулачкового патрона, мм	200
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	I 10-330; II 130-1800
Диаметр отверстия шпинделя, мм	53
Максимальный диаметр прутка, мм	51 (38 с полым)

	гидропатроном)
Торец шпинделя	С6 (ГОСТ 12593)
Конус отверстия шпинделя	Морзе 6
Внутренний диаметр подшипника шпинделя	90
Момент на шпинделе (30 минут), Нм	610
Момент на шпинделе (продолжительно), Нм	610
Мощность э/д шпинделя (30 минут), кВт	7,5
Мощность э/д шпинделя (продолжительно), кВт	7,5
Тип э/д шпинделя	Асинхронный
Резцедержка	
Число инструментов, шт	6
Тип резцедержки	э/мех
Размер хвостовика режущего инструмента, мм	25x25
Время смены инструмента – верт. револьверная головка, с	-
Время смены инструмента – гориз. револьверная головка, с	3
Точность позиционирования револьверной головки, мм	0,008
Мощность э/д приводного инструмента, кВт	-
Обороты приводного инструмента, об/мин	-
Задняя бабка	
Перемещение задней бабки, мм	до патрона/люнета
Выдвижение пиноли задней бабки, мм	130
Диаметр пиноли, мм	60
Конус пиноли гидравлической задней бабки, №	-
Конус пиноли механической задней бабки, №	Морзе 4
Прочее	

Потребляемая мощность, кВА	11
Система ЧПУ	Siemens 808
Наличие транспортера стружки	нет
Емкость бака СОЖ, л	38
Емкость гидростанции, л	-
Вес ТС16К20Ф3 нетто, кг	1800
Вес брутто, кг	1900
Габаритные размеры, ДхШхВ мм	2220х1150х1500
Габаритные размеры упаковки, ДхШхВ мм	2220х1350х1500

Таблица 1.8.3 – Технические характеристики универсального вертикально-сверлильного станка Модель: 2С50

Диапазон сверления в стали, мм	3-50 (60)*
Диапазон нарезаемой резьбы	М3-М33
Размер рабочей поверхности подъёмного стола, мм	500х500
Количество Т-образных пазов	3
Ширина Т-образного паза	18Н12
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	750
Подъём стола, мм	300
Расстояние от оси шпинделя до колонны, мм	300
Конус шпинделя	Морзе 4 (5)*
Перемещение пиноли шпинделя, мм	250
Количество частот вращения шпинделя	12 (15)*
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	0-2000
Крутящий момент, не более, Нм	400
Осевое усилие на шпинделе, не более, Н	15000

Количество механических подач пиноли шпинделя	9
Диапазон механических подач, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность двигателя главного движения, кВт	4
Установочное перемещение сверлильной головки, мм.	170
Наибольшая масса заготовки, кг	600
Наибольшая высота заготовки, мм	600
Масса станка, кг (с упаковкой)	1500
Масса станка, кг (без упаковки)	1200
Габаритные размеры, мм (с упаковкой)	1350x1100x2560
Габаритные размеры, мм (без упаковки)	870x1110x2500

Таблица 1.8.4 – Технические характеристики фрезерного станка с ЧПУ
модель 61Ф4ПЗ

Длина	1500
Ширина	400
Число Т-образных пазов	5
Ширина и шаг Т-образных пазов	16 x 63
Продольное	1250
Поперечное	400
Вертикальное	500
Продольная	5000
Поперечная	5000
Вертикальная	5000
Ступеней	16
Конус	NT40

Скорость вращения	70-3540
Максимальная	600
Минимальная	100
Расстояние от центра шпинделя до колонны	530
Допустимая нагрузка на стол	700
Максимальный диаметр инструмента	180
максимальная длина инструмента	180
Максимальный вес инструмента	8
Точность позиционирования	0,005/300
Повторяемость	0,005
Мощность привода шпинделя	3,7
Мощность привода по осям X/Y/Z	4,5
Момент максимальный на приводах по осям X/Y/Z	24
Мощность привода насоса подачи СОЖ	0,36
Производительность насоса подачи СОЖ	25
Объем бака СОЖ	100
Давление пневмосистемы	6
Габаритные размеры станка	2450 x 2145 x 2300
Вес нетто	3650

1.9 Нормирование технологических операций

1.9.1 Расчет основного времени

Основное время - время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче [6].

Формула для расчета основного времени:

$$T_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин} \quad (9.1)$$

где L – длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин) .

Формула для расчётной длины обработки:

$$L = l + l_v + l_{cx} + l_{пд}, \quad (9.2)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_v – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1 \text{ мм}$.

Формула величины врезания инструмента:

$$L_{ep} = t / \operatorname{tg} \varphi \quad (9.3)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – главный угол в плане.

Тогда формула для определения основного времени:

$$T_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин} \quad (9.4)$$

Основное время для ленточнопильной операции 0:

$$T_0 = l / S_m, \text{ мин} \quad (9.5)$$

где l - длина рабочего хода

S_m - минутная подача.

$$T_0 = 135/100 = 1,35 \text{ мин}$$

Токарная операция 1:

Переход 1: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (130 + 4,39/\text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1/(700 \cdot 0,7) = 0,28 \text{ мин}$$

Переход 2: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (17 + 2,6/\text{tg}60 + 1 + 1) \cdot 1/(1400 \cdot 0,6) = 0,03 \text{ мин}$$

Токарная операция 2:

Переход 1: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (130 + 1,37/\text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1/(1000 \cdot 0,4) = 0,33 \text{ мин}$$

Переход 2: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (17 + 2,6/\text{tg}60 + 1 + 1) \cdot 1/(1400 \cdot 0,6) = 0,03 \text{ мин}$$

Токарная операция 3:

Переход 1: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (127 + 1,22/\text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1/(330 \cdot 0,8) = 0,4 \text{ мин}$$

Переход 2: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (15 + 1,25/\text{tg}60 + 1 + 1) \cdot 1/(1800 \cdot 0,1) = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 3: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (28 + 5,5/\text{tg}60 + 1 + 1) \cdot 1/(700 \cdot 0,28) = 0,17 \text{ мин}$$

Переход 4: (по формуле 9.4)

$$T_0 = (12 + 4,6/\text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1/(1800 \cdot 0,1) = 0,11 \text{ мин}$$

Переход 5: (по формуле 9.4)

$$T_o = (12 + 4,84 / \text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 10 / (1000 \cdot 0,8) = 0,3 \text{ мин}$$

Токарная операция 4:

Переход 1: (по формуле 9.4)

$$T_o = (128 + 1,26 / \text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1 / (286 \cdot 0,8) = 0,5 \text{ мин}$$

Переход 2: (по формуле 9.4)

$$T_o = (10 + 4,35 / \text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 2 / (1800 \cdot 0,15) = 0,12 \text{ мин}$$

Переход 3: (по формуле 9.4)

$$T_o = (16 + 0,8 / \text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1 / (330 \cdot 0,8) = 0,08 \text{ мин}$$

Переход 4: (по формуле 9.4)

$$T_o = (8,5 + 2,6 / \text{tg}45 + 1 + 1) \cdot 1 / (600 \cdot 0,09) = 0,25 \text{ мин}$$

Фрезерная операция 5:

По формуле 9.4

$$T_o = (55 + 0,3 / \text{tg}45 + 2 + 2) \cdot 1 / (1900 \cdot 0,12) = 0,3 \text{ мин}$$

Сверлильная операция 6:

По формуле 9.4

$$T_o = (30 + 3 / \text{tg}60 + 1 + 1) \cdot 1 / (1200 \cdot 0,15) = 0,18 \text{ мин}$$

Слесарная операция 7:

$$T_o = \frac{L}{nP} (t + 0.5) = \frac{30}{500 \cdot 1} (0.5 + 0.5) = 0.06 \text{ мин}$$

1.9.2 Расчет норм вспомогательного времени

Вспомогательное время определим по формуле:

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} , \text{ мин} \quad (9.6)$$

где $T_{у.с}$ - время на установку и снятие детали, мин;

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

$T_{уп}$ - время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ - время на измерение детали, мин;

Вспомогательное время для ленточнопильной операции 0: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,16 = 1 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для токарной операции 1: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,55 + 0,2 + (0,1 + 0,1) \cdot 2 = 1,19 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для токарной операции 2: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,45 + 0,2 + (0,1 + 0,1) \cdot 2 = 1,1 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для токарной операции 3: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,45 + 0,2 + (0,1 + 0,1) \cdot 5 = 1,65 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для токарной операции 4: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,45 + 0,2 + (0,1 + 0,1) \cdot 4 = 1,45 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для фрезерной операции 5: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,55 + 0,5 + 0,1 + 0,1 = 1,25 \text{ мин}$$

Вспомогательное время для сверлильной операции 6: (по формуле 9.6)

$$T_v = 0,45 + 0,2 + 0,3 + 0,15 + 0,45 + 0,4 + 0,3 = 2,65 \text{ мин}$$

1.9.3 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяем по формуле:

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N} \quad (9.7)$$

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = t_{\text{осн}} + T_{\text{в}} + t_{\text{оо}} + t_{\text{то}} + t_{\text{пер}}, \quad (9.8)$$

Время на организационное обслуживание расходуется на пуск и опробование станков в начале смены, а также уборку и смазку станков в конце смены.

Время для технического обслуживания нужно в первую очередь на наладку станка и замену износившегося инструмента, и для уборки рабочего места.

Время перерывов расходуется на отдых и личные надобности. Оперативное время рассчитывают по формуле:

$$t_{\text{оп}} = \sum T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \quad (9.10)$$

Рассчитываем оперативное время для каждой операции:

Ленточнопильная операция 0: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 1,35 + 1 = 2,35 \text{ мин}$$

Токарная операция 1: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 0,28 + 0,03 + 1,19 = 1,5 \text{ мин}$$

Токарная операция 2: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 0,33 + 0,03 + 1,1 = 1,5 \text{ мин}$$

Токарная операция 3: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 0,4 + 0,1 + 0,17 + 0,11 + 0,3 + 1,65 = 2,7 \text{ мин}$$

Токарная операция 4: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 0,5 + 0,12 + 0,08 + 0,25 + 1,45 = 2,4 \text{ мин}$$

Фрезерная операция 5: (по формуле 9.10)

$$t_{\text{оп}} = 0,3 + 1,25 = 1,9 \text{ мин}$$

Сверильная операция 6: (по формуле 9.10)

$$t_{оп} = 0,18 + 1,1 + 0,06 + 1,55 = 2,8 \text{ мин}$$

Время отдыха, технического, а также организационного обслуживания рассчитывается в процентном отношении к оперативному времени. При среднесерийном производстве эта величина составляет 3..5% [нормирование к диплому].

Тогда формула для расчета штучного времени имеет вид:

$$t_{шт} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{оп}, \quad (9.11)$$

где α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем: $\gamma = 5\%$ $\alpha = 5\%$ $\beta = 5\%$.

Тогда штучное время для отрезной операции 0: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 2,35 \cdot ((5+5+5)/100) + 2,35 = 2,7 \text{ мин}$$

Штучное время для токарной операции 1: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 1,5 \cdot 0,15 + 1,5 = 1,7 \text{ мин}$$

Штучное время для токарной операции 2: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 1,5 \cdot 0,15 + 1,5 = 1,7 \text{ мин}$$

Штучное время для токарной операции 3: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 2,7 \cdot 0,15 + 2,7 = 3,1$$

Штучное время для токарной операции 4: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 2,4 \cdot 0,15 + 2,4 = 2,8 \text{ мин}$$

Штучное время для фрезерной операции 5: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 1,9 \cdot 0,15 + 1,9 = 2,2 \text{ мин}$$

Штучное время для сверильной операции 6: (по формуле 9.11)

$$t_{шт} = 1,3 \cdot 0,15 + 1,3 + 1,6 \cdot 0,15 + 1,6 = 3,3 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время(по формуле 9.7):

$$t_{шт.к} = 2,7 + 1,7 + 1,7 + 3,1 + 2,8 + 2,2 + 3,3 + \frac{8 \cdot 30}{3700} = 17,58 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных

Исходные данные

Спроектировать инструментальный блок, состоящий из регулируемого резбонарезного патрона и машинного метчика, для универсального вертикально-сверлильного станка модели 2С50

Материал обрабатываемой заготовки – Ст 40х ГОСТ 4543-71

Мощность станка – 4 кВт.

Резьба – М6-6Н

Длина резьбового отверстия – 5 мм.*2

2.2 Метчик.

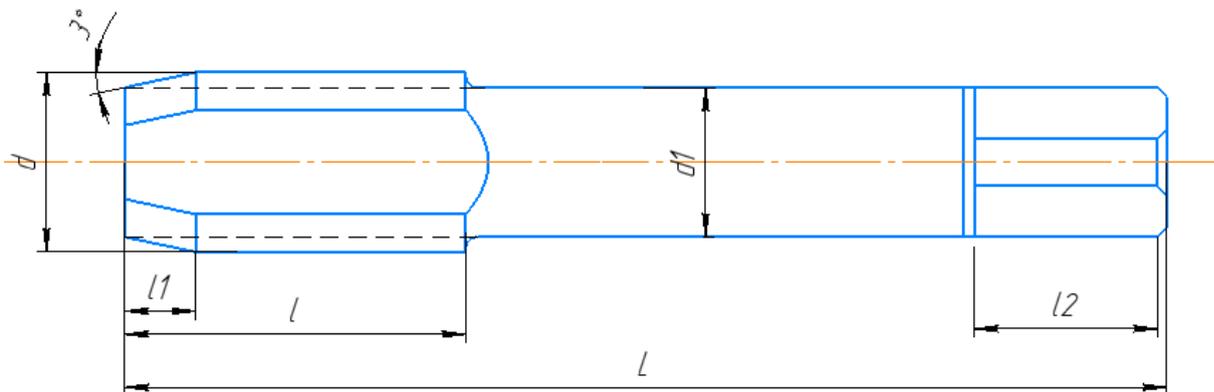


Рисунок 2.2.1. Размеры метчика

Предельные размеры гаечных метчиков определяются по ГОСТ 1604-71.

Выбираем метчик гаечный 2640-0054

Наружный диаметр метчика $d=6$ мм;

Шаг резьбы метчика $P=1$ мм;

Угол заборной части метчика $\varphi=3^\circ$;

Длина заборной части метчика $l_1=12$ мм;

Длина метчика $L=120$ мм;

Длина хвостовика $l_2=22$ мм;

Длина режущей части $l=20$ мм.

Метчики машинные, гаечные и специального назначения со шлифованным профилем изготавливаются из быстрорежущих сталей Р6М5, Р9, Р18 и т.п. Твердость режущей части метчиков $HRC\ 58—65$; твердость квадратов хвостиков $HRC\ 30—50$ (в зависимости от стали и диаметра метчика).

2.3 Принцип работы патрона резьбонарезного

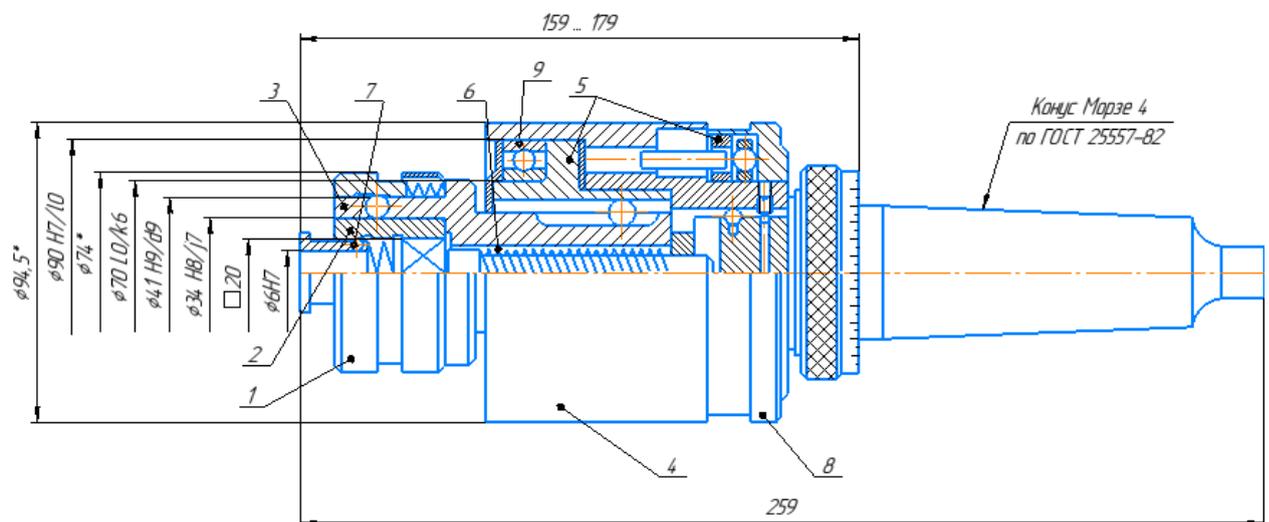


Рисунок 2.3.1. Патрон резьбонарезной.

Патрон резьбонарезной регулируемый применяется для нарезания резьбы метчиками в глухих и сквозных отверстиях на станках с ЧПУ и на простом оборудовании.

Патрон состоит из корпуса 4, подшипника 9, хвостовика сменного, в нашем случае установлен конус морзе 4 номер, шариковой предохранительной муфты 5, метчикодержателя выдвижного 3, быстросменных вставок 2 для метчиков. Крутящий момент регулируется гайкой 8. Метчикодержатель возвращается в исходное положение после нарезания резьбы и выхода метчика из нарезанного отверстия с помощью пружины 6.

Нарезание резьбы осуществляется путем самозатягивания метчика, за счет выдвижению метчикодержателя; на обычном оборудовании допускается нарезание резьбы за счет выдвижения шпинделя станка. Замена вставки производится нажатием на замковую втулку 1 до совмещения оси канавки втулки с осью шарика 7.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Петрову Никите Викторовичу

Инженерная школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловед ения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/ специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость материально-технических ресурсов	-Стоимость расходных материалов; -Система оплаты труда ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	-отчисления во внебюджетные фонды (30,2%);
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и	- Потенциальные потребители результатов

ресурсосбережения	исследования; - Определение ресурсосберегающей эффективности технического проекта;
<p>1. Планирование технического проекта.</p> <p>2. Формирование сметы технического проекта</p>	<p>Формирование плана и графика разработки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. <p>Формирование затрат на техническое проектирование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы. <p>Определение эффективности технического проектирования</p>

Перечень графического материала:
1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения и бюджет ТП
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Креницына Зоя Васильевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Петров Никита Викторович		

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность разработки технологического процесса детали шкив, а также оценку ресурсоэффективности и конкурентоспособности технического проекта. Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках технического проекта;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- рассчитать смету технического проекта.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения технического проектирования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимого технического проектирования.

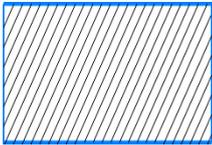
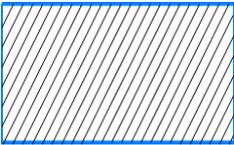
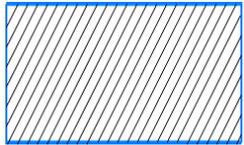
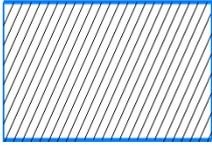
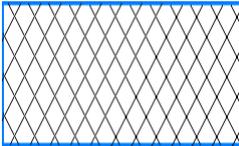
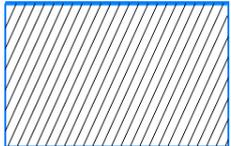
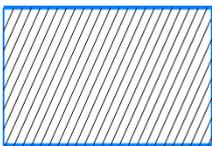
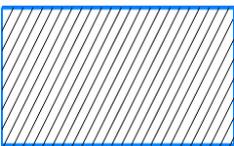
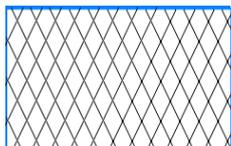
Проведение оценки потенциала будущего продукта необходимо осуществлять на каждой стадии технического проектирования, и каждый раз подход к оценке сугубо индивидуален. Постоянный мониторинг соответствия полученной оценки технологии и тенденций развития отрасли или продукта, поиск новых ниш для использования и реализации нового продукта или технологии - залог снижения риска опоздания с выходом на рынок и других рисков.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка по разработке технологии изготовления детали шкив: размер и возможности станочного комплекса.

Таблица 3.1.1 – Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали шкив.

Компании	Возможности станочного производства		
	Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
ПАО «Томскгазпром»			
НАО «Томскнефтехим»			
НАО «ЗапСибКомплект»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ПАО «Томскгазпром» не смотря на это, остальные компании могут составить конкуренцию. Однако производство детали шкив потребует от остальных компаний существенного финансового вложения, как в развитие станочной базы, так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [1, стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot V_i, \quad (3.1)$$

где: K – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка технического решения ПАО «Томскгазпром»:

$$K = \sum B_i \cdot V_i = 43 \cdot 4,58 = 196,94 \quad (3.2)$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий НАО «Томскнефтехим» (К1) и НАО «ЗапСибКомплект» (К2):

$$K1 = \sum B_i \cdot V_i = 36 \cdot 3,64 = 131,04 \quad K2 = \sum B_i \cdot V_i = 34 \cdot 3,5 = 119$$

Таблица 3.1.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,23	5	4	4	1,15	0,92	0,92
2. Способ изготовления	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
3. Износостойкость	0,03	3	3	3	0,09	0,09	0,09
4. Универсальность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
5. Простота эксплуатации	0,10	5	5	3	0,5	0,5	0,3
6. Взаимозаменяемость	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
2. Окупаемость	0,08	4	2	4	0,32	0,16	0,32
3. Конкурентоспособность	0,07	3	3	3	0,21	0,21	0,21
4. Себестоимость	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
Итого	1,00	43	36	34	4,58	3,64	3,5

Итогом данного анализа, действительно способным заинтересовать партнеров и инвесторов, может стать выработка конкурентных преимуществ,

которые помогут создаваемому продукту завоевать доверие покупателей посредством предложения товаров, заметно отличающихся либо высоким уровнем качества при стандартном наборе определяющих его параметров, либо нестандартным набором свойств, интересующих покупателя.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

На основании проведенного анализа мы выявили, что деталь конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из жаропрочной стали. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ - это один из основных видов анализа в менеджменте. Его применение позволяет комплексно исследовать технический проект, определить сильные и слабые его стороны, потенциальные угрозы и благоприятные возможности. Проводится анализ в несколько этапов. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.2.1 – Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1. Высокая технологичность проекта.	Сл1. Узкоспециальное назначение разработки.
	С2. Более низкая стоимость производства в сравнении с другими процессами.	Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.
	С3. Высокая	Сл3. Проект направлен на

	производительность труда.	применение высокотехнологичного оборудования.
	С4. Минимальное влияние человеческого фактора.	Сл4. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
	С5. Конкурентоспособность проекта.	Сл5. Необходимость создания/покупки новой технологической оснастки.
Возможности:	В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ. В2. Дотации государства. В3. Возникновение дополнительного спроса на продукт. В4. Дорогостоящие конкурентные разработки. В5. Сокращение сроков исполнения заказов.	
Угрозы:		У1. Недостаточно стабильная экономическая ситуация в стране. У2. Пониженный спрос на новые технологии производства. У3. Возможное

		ограничение на экспорт технологий. У4. Большая конкуренция технологий производства. У5. Наличие барьеров
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 3.2.2 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	0	-	-
	B2	+	+	-	-	+
	B3	+	+	+	0	+
	B4	+	+	-	0	+
	B5	+	-	+	+	+
Слабые стороны проекта						
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
Возможности проекта	B1	+	0	+	-	-
	B2	+	+	+	0	+
	B3	+	+	+	0	-
	B4	0	+	+	0	+
	B5	0	+	+	+	+
Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5

Угрозы проекта	У1	-	+	-	-	0
	У2	+	+	+	-	-
	У3	+	+	+	0	+
	У4	+	+	+	0	+
	У5	+	-	0	-	+
Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл 1	Сл 2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+
	У3	+	+	-	-	-
	У4	-	+	+	+	-
	У5	+	-	+	-	+

Таблица 3.2.3 – Итоговая матрица SWOT-анализа.

	Сильные стороны проекта:	Слабые стороны проекта:
	С1. Высокая технологичность проекта.	Сл1. Узкоспециальное назначение разработки.
	С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологическими процессами.	Сл2. Ограниченный круг потенциальных потребителей.

	С3. Высокая производительность труда.	Сл3. Проект направлен на применение высокотехнологичного оборудования.
	С4. Минимальное влияние человеческого фактора.	Сл4. Необходимость повышения квалификации кадров потенциальных потребителей.
	С5. Конкурентоспособность проекта.	Сл5. Необходимость создания/покупки новой технологической оснастки.
Возможности:	Привлечение	С помощью
В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ.	дополнительных ресурсов через гранты и дотации	привлечения дополнительного финансирования
В2. Дотация государств а.	Уменьшение сроков выполнения заказов благодаря высокой производительности	можно приобрести специальное высокотехнологическое оборудование
В3. Возникновение дополнительного	Привлечение дополнительных клиентов благодаря рекламе,	Максимальное использование преимущества в

о спроса на продукт.	высокому качеству продукции и более низкой цене относительно конкурентов	области издержек Укрепление сотрудничества с постоянными покупателями и привлечение новых
В4. Дорогостоящие конкурентные разработки.		
В5. Сокращение сроков выполнения заказов.		
Угрозы: У1. Недостаточно стабильная экономическая ситуация в стране.	Благодаря низкой себестоимости получается товар с низкой стоимостью относительно конкурентов не теряя качества продукции, что дает преимущество на рынке перед конкурентами. Рост прибыльности продукта обеспечит стабильное финансовое положение Привлечение новых клиентов и создание	Стремиться минимизировать издержки на маркетинг (четко выделить свою клиентскую аудиторию) и в производстве. Укрепление позиций на рынке Расширение производственных мощностей Создание системы
У2. Пониженный спрос на новые технологии производства.		
У3. Возможное ограничение на экспорт технологии.		

У4. Большая конкуренция технологий производства.	хорошей репутации вокуг продукта позволяют сделать сильную конкуренцию	обратной связи с покупателями
У5. Наличие барьеров для входа на рынок.		Расширение каналов продвижения продукции

Проведя анализ представленных интерактивных матриц, получаем итоговую матрицу, в которой отражены самые важные аспекты, через которые мы можем увидеть как сильные, так и слабые стороны проекта.

3.3 Планирование технического проектирования работы

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проекта.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

3.3.1 Структура работ в рамках проектирования

Планирование ВКР включает в себя:

- обсуждение проблематики выбранной темы;
- цели работы;
- вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению,
- определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 3.3.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент

	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

3.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости [3,стр.20]:

$t_{ожі}$ используется следующая формула

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (3.4)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимальная возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Таблица 3.4.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}
		t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожі}$, чел-дни	
Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель,	1	1	1	1
Составление календарного плана- графика выполнения ВКР	Научный руководитель	2	3	2	2
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	50	65	23	23
Выполнение технологической части работы	Студент	50	65	23	23
Проверка выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель	2	3	2	2

Выполнение конструкторской части	Студент	45	55	20	20
Проверка выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель	2	3	2	2
Выполнение других разделов технологического проекта	Студент	65	80	29	29
Подведение итогов.	Студент	2	5	3	3

3.4.1 Разработка проведения технического проектирования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 3.4.1 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам за период времени ВКР.

Таблица 3.4.2 – Календарный план-график проведения ВКР

№	Вид работ	Исполнители	Кол во дне й, Ткi	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль 2019			Март 2019			Апрель 2019			Май 2019			Июнь 2019		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель,	1	■														
2	-графика Составление календарного плана выполнения ВКР	Научный руководитель.	2	■														
3	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент	23		■													
4	Выполнение технологической части работы	Студент	23					■										

5	Проверка выполненной технологической части научным руководителем	Научный руководитель,	2						
6	Выполнение конструкторской части	Студент	20						
7	Проверка выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель,	2						
8	Выполнение других разделов	Студент	29						
9	Подведение итогов	Студент	3						

 - Студент.  - Научный руководитель.

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине февраля. Вторая, третья и четвертая работы выполняются одновременно.

Такие работы, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части с научным руководителем,

согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы в середине июня.

3.5 Бюджет технического проектирования работы

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование сметы затрат технического проекта.

3.5.1 Расчет материальных затрат технического проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле [16, стр. 24]:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i} \quad (3.6)$$

Где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{\text{расх } i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

i - порядковый номер материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 3.5.1.

Таблица 3.5.1 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Лист	150	2,5	375
Ручка	Шт.	4	15	60
USB накопитель	М/бит	1	350	305
Степлер	Шт.	1	85	85
Скобы для степлера	Упаковка	2	10	20
Блокнот	Шт	1	100	100
Корректор	Шт	1	55	55
Итого:				1000

3.5.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле:

$$З_{п} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (3.7)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн}, \quad (3.8)$$

где: $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м}}{Д_{мес}}, \quad (3.9)$$

где: $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

$Д_{мес}$ – количество рабочих дней, раб. дн.

Таблица 3.5.2 - Расчет основной заработной платы

Исполнитель и	Оклад	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	Тр, раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководите ль	35120	45656	1757	7	12299
Бакалавр	12300	24960	960	98	94080
Итого $Z_{осн}$:					106379

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают оплату при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} , \quad (3.10)$$

где: $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таблица 3.5.3 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{доп}$, руб	$Z_{осн}$, руб.	$Z_{доп}$, руб.	Z_p , руб.
Руководитель	15%	12299	1845	14144
Бакалавр	12%	94080	11290	105370
Итого:				119514

3.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{п}} \quad (3.11)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 119 = 35,9 \text{ рублей}$$

3.5.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

3.5.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего

предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.5.4

Таблица 3.5.4 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование	Затраты тыс. руб.	Структура затрат, %
Материальные расходы	1,0	1
Полная заработная плата	119	68
Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	35,9	20
Накладные расходы	19,04	11
Итого:	174,94	100

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

Для определения эффективности исследования производится расчет интегрального показателя эффективности научного исследования.

Интегральный показатель финансовой эффективности получен в ходе оценки бюджета различных вариантов исполнения. Интегральный финансовый показатель разработки определен как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована экспертная оценка бюджета имеющегося технологического процесса, которая составляет 1 150 000,00 руб. Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{\text{финр}}^{\text{испи}} = \frac{1080378}{1080378} = 1$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{испи}} = \frac{1150000}{1080378} = 1,06$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное превышение бюджета по сравнению с имеющимся технологическим процессом.

Интегральный показатель ресурсоэффективности определен по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 3.6.1.

Таблица 3.6.1 – Сравнительная оценка характеристик

Объект исследования/ критерии	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс	Имеющийся технологический процесс
Надежность	0,25	5	4
Энергосбережение	0,15	4	4

Материалоемкость	0,2	4	3
Скорость производства	0,1	5	4
Потребность в дополнительной оснастке	0,3	2	3
Итого	1	3,96	3,5

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп.і) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}}$$

$$I_{\text{исп}1} = \frac{I_{p1}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп}1}} = \frac{3,96}{1} = 3,96$$

$$I_{\text{исп}2} = \frac{I_{p2}}{I_{\text{финр}}^{\text{исп}2}} = \frac{3,5}{1,06} = 3,3$$

Сравнительная эффективность проекта представлена в таблице 3.6.2. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{3,96}{3,3} = 1,2$$

Таблица 3.6.2– Сравнительная эффективность проекта

Поз.	Показатели	Разработанный технологический процесс	Имеющийся технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1,06
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	3,96	3,5
3	Интегральный показатель эффективности	3,96	3,3
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,2	

Вывод

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что разработанная технология является более эффективной, чем существующая. Данная технология может использоваться на предприятии взамен существующей.

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л51	Петрову Никите Викторовичу

Инженерная школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ) школы	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема: Проектирование технологического процесса изготовления детали шкив

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»	
1. Характеристика объекта исследования и области его применения	<p>Объектом исследования является деталь шкив</p> <p>Материал детали – сталь марки 40Х</p> <p>ГОСТ 4543-16</p> <p>Область применения – металлообрабатывающие предприятия</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	<p>-ТК РФ</p> <p>-ОНТП 14-93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки.</p> <p>Механообрабатывающие и</p>

	<p>сборочные цехи;</p> <p>- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;</p> <p>- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.</p>
<p>Производственная безопасность.</p> <p>2.1. Анализ выявления вредных и опасных факторов. Обоснование мероприятий по снижению воздействия факторов.</p>	<p>Вредные факторы и опасные факторы</p> <p>1.недостаточная освещенность рабочей зоны; 2.повышенный уровень шума на рабочем месте;</p> <p>отклонение параметров микроклимата; повышенное значение напряжения в электрической цепи,</p>
<p>3. Экологическая безопасность.</p>	<p>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p> <p>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы)</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.</p>	<p>Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Разрабатываются превентивные - Разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий <p>-Профилактические мероприятия от возникновения возможного пожара.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Белоенко Елена Владимировна	К.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л51	Петров Никита Викторович		

4. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы, объектом исследования является процесс производства детали шкив, а также содержащиеся в производственном цеху станки и оборудование, участвующие в производстве детали, и их воздействие на организм человека и окружающую среду. Деталь изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71, обрабатывается резанием.

Данный технологический процесс будет проанализирован с точки зрения социальной ответственности. Для этого в ходе работы будут рассмотрены специальные нормы трудового законодательства, применимые к данному процессу изготовления детали, учтены требования к эргономике рабочего пространства, в частности будет создана комфортная компоновка рабочей среды. Также будут проанализированы источники возникновения опасных и вредных факторов, которым подвергаются работники производства, и предложены пути минимизации воздействия этих факторов, при изготовлении детали шкив. Кроме того, в ходе работы будет рассмотрено влияние спроектированного процесса на окружающую среду, выбраны мероприятия по обеспечению экологической безопасности, а также проанализированы возможные чрезвычайные ситуации, из них выбрана наиболее вероятная и разработаны меры по предупреждению ее возникновения.

Результаты, полученные в ходе данного исследования, будут отражены в выводах.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нахождение работника на производстве, изготавливающем детали шкив подразумевает то, что он вступил в правовые отношения с работодателем, что в свою очередь означает, что их отношения регулирует Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ). Данный кодифицированный законодательный акт (кодекс) о труде имеет приоритетное значение перед другими принятыми федеральными законами, связанными с трудовыми отношениями, с Указами Президента РФ, Постановлениями Правительства РФ и др., то есть, является основополагающим и для работодателя, и для работника. Основные направления государственной политики в области охраны труда описаны в ст. 210 ТК РФ. Вот некоторые из них:

1. Обеспечение приоритета сохранения жизни и здоровья работников;
2. Принятие и реализация федеральных законов и иных нормативных правовых актов РФ в области охраны труда, а также целевых программ улучшения условий и охраны труда;
3. Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права;
4. Профилактика несчастных случаев и повреждения здоровья работников, расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, защита законных интересов работников, пострадавших от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, а также членов их семей;
5. Установление порядка обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, а также санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, лечебно-профилактическими средствами за счет средств работодателей.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что государство

является надзорным органом, требующим и контролирующим обеспечение работодателем безопасных условий труда, которые согласно ст. 212 ТК РФ он обязан предоставить. Кроме того, действует Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Данный закон устанавливает порядок осуществления обязательного страхования от несчастных случаев на производстве, а также в возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника при наступлении такого рода несчастных случаев, что крайне необходимо в условиях повышенной опасности производства.

Помимо ТК РФ, действующего для всех работодателей и работников, на производстве действуют различные ГОСТы, СанПиНы и СП. Данные нормативные документы необходимы для обеспечения безопасности, а также создания комфортной среды для работников на производстве. Например,

ОНТП 14-93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи;

ГОСТ Р ИСО 6385-2016 Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем;

ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;

ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования;

СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах;

ГОСТ Р ИСО 11228-1-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

4.2 Производственная безопасность

4.2.1 Анализ вредных и производственных факторов.

Таблица 4.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы при производстве детали шкив.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Разработка	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	++	++	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования» [17] СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [18]
2 Превышение уровня шума.		++	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности» [19] СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [7]
3. Отсутствие или недостаток естественного света	++	++	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [6]

4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		++	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[16]
5.Повышенное значение напряжения в Электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	++	++	ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» [10]

Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат в производстве детали шкив определяется следующими параметрами: 1) относительная влажность воздуха; 2) скорость движения воздуха; 3) температура воздуха; 4) интенсивность теплового излучения. Оптимальные показатели микроклимата распространяются на всю рабочую зону, допустимые показатели устанавливаются дифференцированно для постоянных и непостоянных рабочих мест. Параметры регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Таблица 4.2.2 – Микроклимат в производственных условиях

Период года	Категория работ	Температура, °С			Относительная влажность %	
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая не более
			Верхняя граница	Нижняя граница		
холодный	Легкая	21-23	24	20	40-60	75
	Средней тяжести	17-19	21	23	40-60	75
теплый	Легкая	22-24	28	30	40-60	60 (при 27°С)
	Средней тяжести	20-22	27	16	40-60	70 (при 25°С)

Несоответствие параметров микроклимата рабочей зоны допустимым ведет к снижению комфорта рабочих, качества выполняемой работы, приводит к высокой утомляемости, а при длительном несоответствии требуемым приведет к проблемам со здоровьем. Поэтому для достижения необходимых параметров микроклимата рабочей зоны необходимо обеспечить надлежащий тепло- и воздухообмен, вентиляцию помещения в теплое время года и отопление в холодное, изолировать источники высокой и низкой температуры.

Превышение уровня шума.

Источником шума при производстве детали шкив является такое производственное оборудование как токарные и фрезерные станки. Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ. Его превышение влечет за собой не

только тугоухость при длительных воздействиях, но и снижает скорость реакций, что резко повышает вероятность несчастного случая на производстве.

Средствами индивидуальной защиты являются одноразовые или многоразовые вкладыши (беруши), защитные наушники с пассивной защитой или активным шумоподавлением. Коллективная защита от воздействия шума заключается в планировке помещения, позволяющей снизить воздействие шума и изменить его направленность.

Недостаток естественного света и недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещение рабочих мест при производстве шкива должно отвечать условиям и характеру работы, оно должно быть оптимальным по величине, а его спектр должен быть максимально приближен к дневному (солнечному), лучше всего соответствующему физиологии человека. Чрезмерно высокая освещенность так же, как и недостаточная, вызывает быстрое утомление глаз, снижение видимости. Освещение должно быть достаточно равномерным по площади, так как при переводе взгляда с менее освещенных на ярко освещенные поверхности и наоборот происходит снижение остроты зрения на некоторый период времени, связанный с переадаптацией глаз.

Единственной мерой защиты от данного фактора является подбор оптимального освещения в зависимости от вида работ. Кроме того, освещенность может быть повышена на тех участках, где это оправдано или ведет к более комфортной работе.

Все процессы обработки на данном участке относятся к работам средней, малой и грубой точности, где гигиенические нормы искусственной освещенности не превышают 300 лк, а естественной — 1%. Так, освещенность в 300 лк при системе общего освещения предусматривают в цехах механической обработки, 200 лк — в пунктах технического обслуживания

Электробезопасность

Источником опасности при изготовлении шкава в производственных цехах может стать случайное прикосновение к токоведущим частям, появление напряжения на металлических конструкциях оборудования из-за нарушения изоляции, появление напряжения на отключенных токоведущих частях в случае ошибочного включения установки и возникновение шагового напряжения в случае замыкания провода на землю.

При прохождении через тело человека ток вызывает три вида поражений: термическое, электролитическое и биологическое. Производственный цех является помещением повышенной опасности, так как в помещении имеются повышенная влажность, токопроводящий пол и т.д. В таблице представлены предельно допустимые уровни токов и напряжения регламентирующиеся «ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и тока».

Таблица 4.2.3. Допустимые уровни токов и напряжения

Ток	U, В не более	I, А не более
Переменный, 50 Гц	2	0,3
Переменный, 400 Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

К индивидуальным средствам защиты можно отнести - диэлектрические перчатки с защитой до 7500В, диэлектрические боты, коврики, изолирующие приспособления, специальная одежда и обувь с защитой от поражения электродугой. К коллективным средствам защиты от поражения электрическим током относят следующие средства: защитное разделение сети, применение двойной изоляции, защитное заземление, зануление, выравнивание потенциала и организация безопасной эксплуатации электроустановок

4.3 Экологическая безопасность

Производство деталей шкив в цехах сопровождается выделением пыли, стружки, вредных веществ, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. Поэтому необходимо рассмотреть влияние негативных факторов на окружающую среду и выработать мероприятия по обеспечению экологической безопасности.

При обработке данной детали на металлорежущих станках около 75% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Так как стружки в цехе значительное количество (примерно 25 кг с одной детали), то для ликвидации тяжелого ручного труда и снижения травматизма процесс уборки стружки предполагается механизировать. В таком случае стружка будет покидать зону резания, поступать сначала в контейнер для временного хранения, затем на склад, где готовая к переработке будет ожидать пока ее наберется достаточное количество для операции брикетирования. Данная операция позволит значительно снизить потери металла в результате коррозии и в виде прямых потерь при переработке и транспортировании стружки на специальные перерабатывающие предприятия, а значит, снизить загрязнение окружающей среды.

Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами. Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах. Защита от тончайшей пыли и металообразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоотборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные

фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на специальном месте оборудованном стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты. На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлаконакопителях, нефти - и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Нельзя недооценивать возможность чрезвычайных ситуаций на предприятии изготавливающим детали шкив, которые может повлечь не только материальные, но и человеческие жертвы. К подобным ЧС относятся утечки опасных газообразных, жидких и других веществ, пожары и взрывы.

Наиболее возможной чрезвычайной ситуацией техногенного характера является возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

1. Проводить профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.
2. В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы, пожарные проходы.
3. Обязаны присутствовать средства пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ- 5, и ОУ-8 1 штуку на 700м² площади, ящики с песком 1 на 500м² площади).
4. В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации

с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

5. Обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

6. Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Вывод

В ходе выполнения части социальной ответственности были изучены различные нормы, регулирующие безопасность на предприятии по изготовлению детали шкив, на их основании выявлены вредные факторы, проведен их анализ и получены необходимые требования к состоянию микроклимата, освещению, шуму, состоянию воздуха, электробезопасности и мерам предосторожности при работе в цехе термической обработки. Кроме того, определены средства индивидуальной и коллективной защиты, снижающие или устраняющие влияние вредных факторов.

Так же проанализировано влияние производства на окружающую среду и составлен перечень мер, которые сократят негативное воздействие на нее. Помимо этого, выявлены возможные чрезвычайные ситуации и проанализированы способы избежать наиболее вероятной из них – пожара. Таким образом, можно утверждать, что данный проект отвечает нормам и требованиям безопасности и готов к реализации на производстве.

Заключение

В данном курсовом проекте был разработан технологический процесс детали шкив, а также проделана следующая работа: определен тип производства, спроектирован технологический процесс, выполнен размерный анализ и произведен расчет припусков на обработку, были рассчитаны режимы резания и выбрано станочное оснащение, произведены расчеты штучно-калькуляционного времени для всех операций технологического процесса, разработана станочная оснастка для одной из операций технологического процесса .

В ходе работы также рассмотрена финансовая актуальность и вопросы, связанные с организацией рабочего места механического участка, промышленного предприятия по изготовлению шкива.

Таким образом, поставленная цель – разработка технологического процесса детали шкив - выполнена.

Список использованных источников

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. 100 с.
3. 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.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
7. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А.Ординарцева.-Л.: Машиностроение. Ленингр. Отделение .1987.-846 с.
8. Охрана труда/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.topone.ru/articles/>
9. Работа за компьютером/[Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.jurgid.ru/stati/trudovoe-pravo/>
10. СанПиН 2.2.4.1294-03. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений. М.: Минздрав России, 2003.
11. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к

видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.

12. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной среды» М.: Минздрав России, 2003

13. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988.

14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. 123 – ФЗ, 2013.

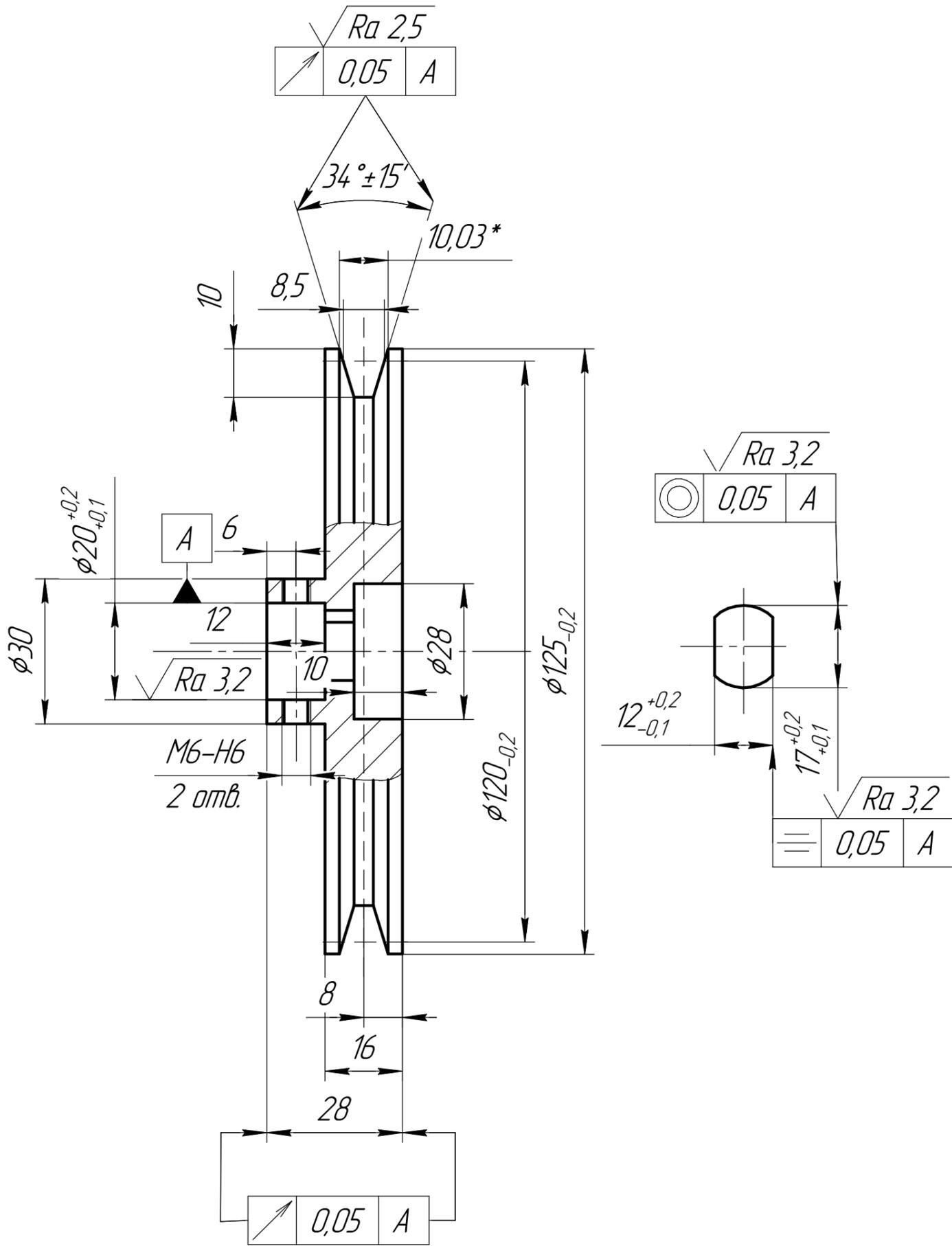
15. Румянцева, Е. Е. Финансовый менеджмент : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Е. Е. Румянцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 360 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс)

16. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, 2014.

Приложение А – Деталь шкив

√ Ra 6,3 (√)

ИШНПТ-38/15107.00.00.01



1 Н14, h14, $\pm IT/2$.
2 Ремень - Z(10)630.

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дробл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Петров Н.В.			
Проб.	Червач Ю.Б.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-38/15107.00.00.01

Шкив

Лит.	Масса	Масштаб
	1,99	1:1
Лист	Листов	1

Сталь 40x ГОСТ 4543-2016

Копировал

Формат А3

Приложение Б – Технологическая карта

Карта технологического процесса

Материал

Наименование, марка
Сталь 40X
ГОСТ 4543-71

Код ед. величины

Масса детали, кг

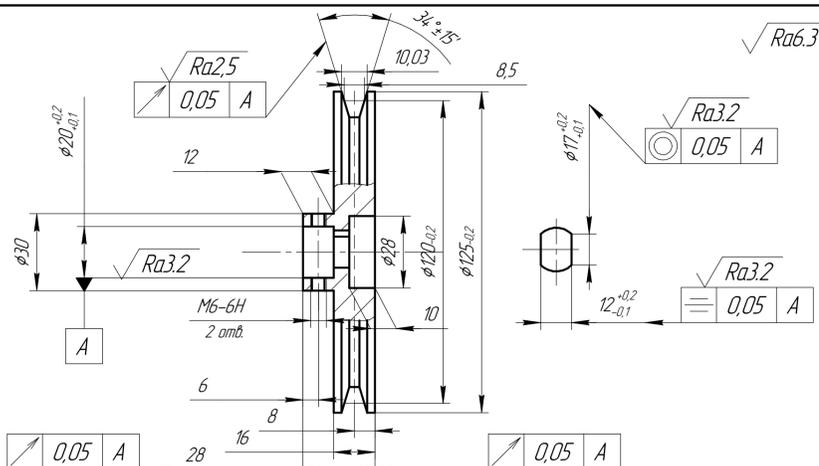
Заготовка

Код и вид
Прокат

Профиль Размеры

Кол.

Масса, кг



Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оборудования, обрабатываемых деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки				Нормы времени					Разряд работы
операции	перехода					режущий	измерительный						Подача		Скорость резания, м/мин	Т ₀	Т _{вс}	Т _{пз}	Т _{шт.к}	Т _{шт.к}		
													мм/об	мм/мин								
0	1	Ленточно-пильная Отрезать заготовку, выдержав размер 35-36 мм.		Ленточнопильный станок Века-Мак ВМСУ 440 ДВН	Полотно ленточное ГОСТ 53924-2010	Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89	1	1	130	130			100	20	1,35	1	0,16	2,7	2,71	4		
1	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдержав размер 31 _{-0,39} мм		Токарный станок с ЧПУ Модель ТС16К20Ф3	Трехкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной 2110-4030 ВК6 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89	1	1	130	130	4,39	0,7	540	700	285	0,31	1,19	0,2	1,7	1,71	6
2	2	Точить поверхность 2, выдержав размер φ126,4-1 мм. и 17 мм.							1	126,4	17	2,6	0,6	900	1400	571						
2	1	Токарная с ЧПУ Подрезать торец 1, выдержав размер 30 _{-0,37} мм		Токарный станок с ЧПУ Модель ТС16К20Ф3	Трехкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80,	Резец проходной 2110-4030 ВК6 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-1-150-0,05 ГОСТ 166-89	1	1	130	130	1,37	0,4	400	1000	408	0,4	1,1	0,2	1,7	1,71	6
2	2	Точить поверхность 2, выдержав размер φ126,4-1 мм. и 17 мм.							1	126,4	17	2,6	0,6	900	1400	571						

* Размер для справок

ИШНПТ-38/15107.001

Изм./Лист № докум. Подп. Дата
Разработчик: Петров Н.В.
Проектировщик: Червач Ю.Б.
Руководитель: Никитин
Этп.

Карта технологического процесса

Лит. Лист Листов
ТТУ ИнЭО
гр. 3-8/151

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
3		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1 Подрезать торец 1, выдержав размер $29_{-0,22}^{0,0}$ мм</p> <p>2 Центровать торец 1</p> <p>3 Сверлить отверстие 2, выдерживая размер $\phi 11_{-0,03}^{0,0}$ мм.</p> <p>4 Расточить поверхность 3, выдерживая размеры $\phi 20_{-0,01}^{+0,02}$ мм, $12_{\pm 0,215}$ мм</p> <p>5 Точить поверхность 4, выдержав размер $\phi 30_{-0,02}^{0,0}$ мм. и $12_{\pm 0,215}$ мм.</p>		Токарный станок с ЧПУ Модель: ТС16К20Ф3	Трехкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Сверло φ11 Р6М5 ГОСТ 10902-77. Резец проходной 2110-4030 Т15К6 ГОСТ 18878-73. Резец расплочной 2110-4030 Т15К6 ГОСТ 18882-73	Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ 25-1 ГОСТ 7470-92	1	1	126,4	126,4	1,22	0,8	270	330	135								
									1	5	10	1,25	0,1	170	1800	14								
									1	11	32	5,5	0,28	214	700	24								
									1	20	12	4,6	0,1	170	1800	113	1,05	1,65	0,2	3,1	3,11	6		
									10	30	12	4,84	0,8	800	1000	94								
4		<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1 Подрезать торец 1, выдержав размер $28_{\pm 0,26}$ мм</p> <p>2 Расточить поверхность 2, выдерживая размеры $\phi 28_{-0,02}^{0,0}$ мм, $10_{\pm 0,18}$ мм</p> <p>3 Точить поверхность 3, выдержав размер $\phi 125_{-0,2}^{0,0}$ мм. и $16_{\pm 0,215}$ мм.</p> <p>4 Точить поверхность 4, выдержав размер $\phi 120_{-0,2}^{0,0}$ мм. $8,5_{\pm 0,18}$ мм. и $3,75_{\pm 0,15}$ мм.</p>		Токарный станок с ЧПУ Модель: ТС16К20Ф3	Трехкулачковый патрон 7100-0005 ГОСТ 2675-80	Резец проходной 2110-4030 Т15К6 ГОСТ 18878-73. Резец расплочной 2110-4030 Т15К6 ГОСТ 18882-73. Резец фасонный Т15К6 ГОСТ 18875-73.	Микрометр МК 200-1 ГОСТ 6507-90. Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,05 ГОСТ 166-89 Глубиномер ГМ 25-1 ГОСТ 7470-92	1	1	126,4	126,4	1,26	0,8	270	330	135								
									2	28	10	4,35	0,15	262	1800	158								
									1	125	16	0,8	0,8	270	330	130	0,95	1,45	0,4	2,8	2,81	6		
									1	120	10	2,6	0,09	63	600	227								
5		<p>Фрезерная</p> <p>1 Обработать паз 1, выдержав размеры $\phi 17_{-0,01}^{+0,02}$ мм. и $12_{-0,01}^{+0,02}$ мм.</p>		Фрезерный станок с ЧПУ 61ФЧПЗ	Патрон фрезерный ГОСТ 21054-75.	Фреза цилиндрическая φ7 Р6М5 ГОСТ 29092-91.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89.	1	1	17	49	0,3	0,12	211	1900	42								
																	0,3	1,25	0,1	2,2	2,21	5		
6		<p>Сверлильная</p> <p>1 Сверлить 2 отверстия 1, выдерживая размеры $\phi 5_{-0,36}^{+0,36}$ мм.</p> <p>2 Нарезать резьбу в 2х отверстиях, выдерживая размеры М6-6Н</p>		Универсальный вертикально-сверлильный станок 2С50	Патрон сверлильный ГОСТ 8522-79. Специальное приспособление	Сверло φ5 Р6М5 ГОСТ 10902-77. Галечный метчик М6-6Н ГОСТ 1604-71.	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89.	1	1	5	32	2,5	0,15	180	1200	22,6	0,18	1,1	0,15	1,5	1,51			
									1	6	35	0,5	1	500	500	9,4	0,06	1,55	0,3	1,8	1,81			
7		<p>Слесарная</p> <p>1 Снять заусенцы</p>																						

* Размер для справок

ИЗМ/Лист № докум. Подп. Дата

ИШЧПТ-38/15107.001

Лист

2

Приложение В – Сборочный чертеж

ИШНПТ-38/15107.01.00.00 СБ

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

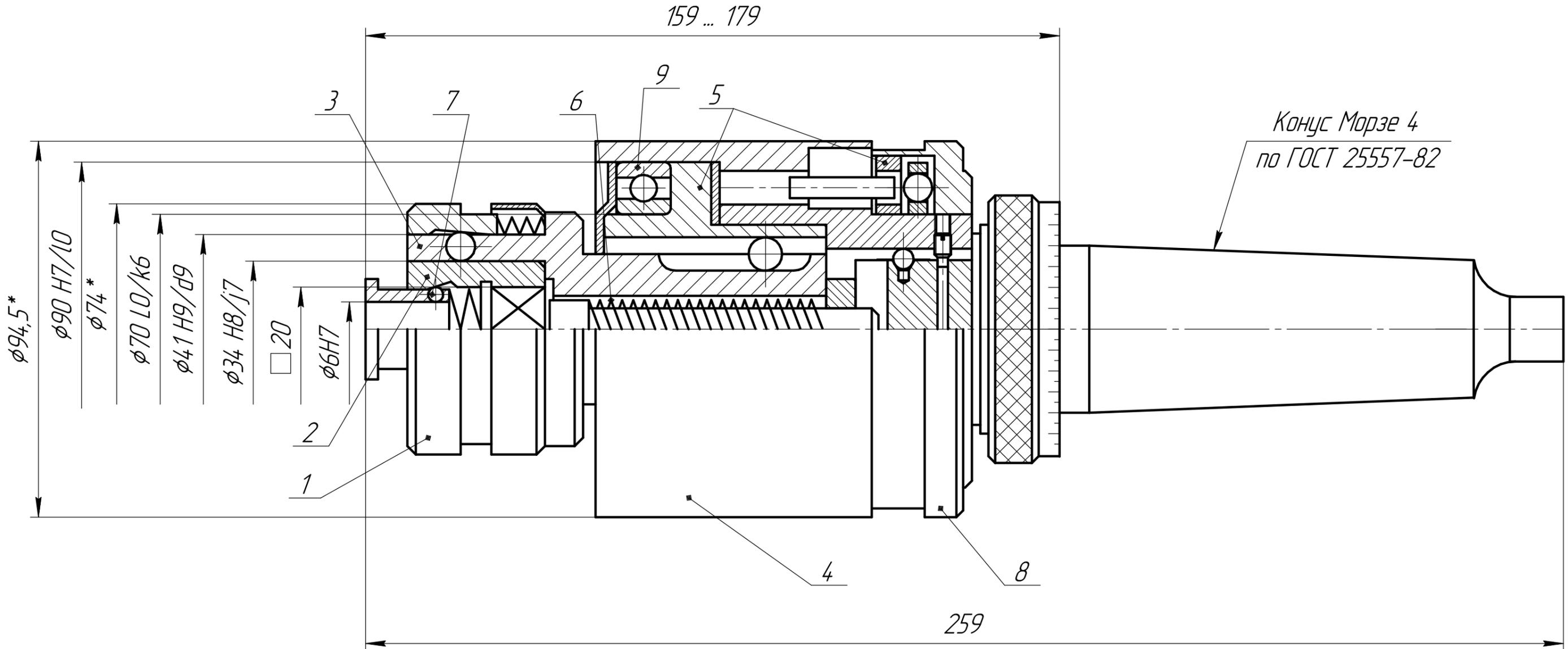
Ишв. № дцкл.

Взам. ишв. №

Подп. и дата

Ишв. № подл.

159 ... 179



Конус Морзе 4
по ГОСТ 25557-82

1.* Размеры для справок.

ИШНПТ-38/15107.01.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Петров Н.В.			
Проб.	Червач Ю.Б.			
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				
Резьбонарезной регулируемый патрон			Лит.	Масса
				3.7
			Лист	Масштаб
			1	1:1
ТПУ				
зр.3-8/151				
Копировал				
Формат А3				

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
A3				Сборочный чертеж		
				Детали		
		1		Втулка	1	
		2		Вставка	1	
		3		Метчикодержатель	1	
		4		Корпус	1	
		5		Муфта	1	
		6		Пружина	1	
		7		Шарик	10	
				Стандартные изделия		
		8		Гайка стопорная ГОСТ 26540-85	1	
		9		Подшипник 1000814 ГОСТ 8338-75	1	
ИШНПТ-38/5107.01.00.00						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Петров Н.В		22.05.20	Лит.	Лист
Пров.		Червач Ю.Б				Листов
Н.контр.					1	
Утв.					ТПУ группа 3-8/51	
Патрон резьбонарезной						