

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.01.03 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160 УДК 001.891.54-047.84:621.313.13.047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л15А	Лаврентьев Константин Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Н.Е.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоенко Е.В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) 15.01.03 «Машиностроение»

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Е.А. Ефременков
(подпись) (дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5А	Лаврентьеву К.А.

Тема работы:

Разработка стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160	
Утверждена приказом проректора-директора	3480/с от 06.05.19

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертежи детали, программа выпуска, схема стенда, нагрузочный двигатель, испытуемый двигатель, техническое задание.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, анализ чертежа и технологичности детали, определение типа производства, выбор исходной заготовки, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование технологического процесса, анализ имеющейся информации, разработка конструкции станда, разработка схемы сборки станда.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, граф технологического процесса, операционные карты, сборочный чертеж станда, схема сборки станда.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Галин Н.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Н.В.
Социальная ответственность	Белоев Е.В.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Лаврентьев К.А.		

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВПО (направление 150700 – МАШИНОСТРОЕНИЕ), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 09.11.2009 г.

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 108 с., 4 рис., 28 табл., 30 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Технология машиностроения, разработка, стенд, размерный анализ, сборочный чертёж.

Объектом исследования является: «Стенд для испытания электродвигателей»

Цель работы – Разработка стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160.

В процессе исследования проводились:

Расчет заготовки;

Расчет технологических размеров и припусков;

Размерный анализ техпроцесса;

Расчет режимов резания и норм времени для операций резания;

Разработка конструкции стенда.

В результате исследования:

Разработана конструкция стенда и схема сборки;

Даны рекомендации по выбору режимов резания, режущего инструмента и оборудования.

Степень внедрения: На стадии обсуждения

Область применения: Лабораторный стенд для испытания асинхронных электродвигателей

В будущем планируется: Производство согласно спроектированной конструкции

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	10
Задание	11
Анализ технологичности	12
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	14
Определение типа производства	14
Выбор заготовки.....	18
Выбор исходной заготовки	18
Разработка технологии изготовления детали.....	19
Вычисление минимальных припусков на обработку	23
Расчет припусков, диаметральных и осевых технологических размеров ...	25
Выбор исходной заготовки	28
Расчет режимов резания	33
Выбор средств технологического оснащения	46
Определение норм времени	50
Расчет основного времени.....	50
Определение норм вспомогательного времени	63
Определение штучно-калькуляционного времени.....	64
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	66
Описание станда.....	67
Расчет валов	68
Расчет шпонок	69
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	71
Введение.....	73
Технология QuaD	74
SWOT-анализ.....	75
Определение возможных альтернатив.....	78
Планирование научно-технической работы.....	78
Структура работ	78
Определение трудоёмкости выполнения работ	79

Разработка графика проведения научного исследования	81
Бюджет научно-технического исследования	83
Расчет материальных затрат НТИ	83
Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ	84
Основная заработная плата исполнителей	85
Дополнительная заработная плата исполнителей	85
Отчисления во внебюджетные фонды	85
Расчет затрат на научные и производственные командировки.....	85
Контрагентные расходы	86
Накладные расходы	86
Формирование бюджета	86
Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	87
Вывод.....	89
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	90
Введение.....	92
Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	93
Профессиональная социальная безопасность	94
Анализ опасных и вредных производственных факторов	95
Микроклимат	95
Шум	96
Освещённость.....	96
Электромагнитные поля.....	97
Вредные вещества	98
Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	99
Экологическая безопасность.....	100
Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	100
Вывод.....	101
Заключение	101

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	102
ПРИЛОЖЕНИЕ №1. СПЕЦИФИКАЦИЯ К СБОРОЧНОМУ ЧЕРТЕЖУ СТЕНДА	105

Введение

В машиностроении до сих пор остается актуальной разработка техпроцессов и конструкций перед их производством. Причиной этого является экономическая составляющая, которая непосредственно влияет на жизнь предприятия. Так же необходимо обновлять имеющиеся наработки согласно техническим возможностям, в частности применять всё более гибкие производственные системы, такие как станки с ЧПУ, новейший инструмент и материалы.

Целью работы является разработать стенд для испытания электродвигателей АИР с высотой вала 132, 160.

Задачи работы:

1. Согласно техническому заданию разработать конструкцию стенда;
2. Разработать необходимые конструкционные узлы;
3. Создать схему сборки;
4. Провести оценку ресурсоэффективности;
5. Провести оценку производственной и экологической безопасности.

Объект исследования – конструкция испытательного стенда.

Предмет исследования - испытательный стенд для испытания электродвигателей с высотой вала 132, 160

Задание

Разработать технологический процесс изготовления полумуфты. Чертёж детали представлен на формате А2. Годовая программа выпуска: 92 шт.

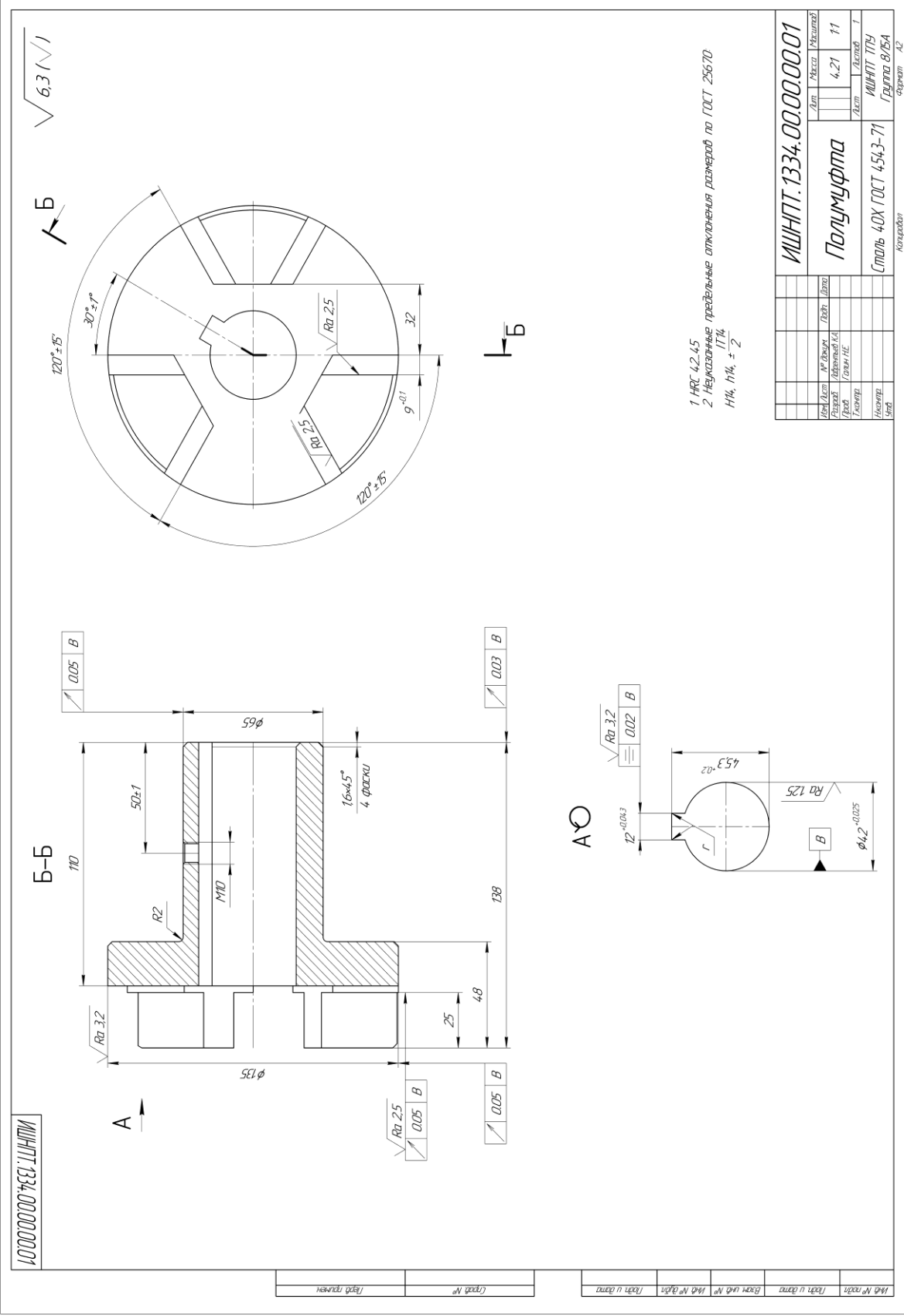


Рис.1 Чертёж детали

Анализ технологичности

Муфта является разновидностью кулачково-дисковой муфты, у которой рабочие поверхности кулачков разделены эластичной вставкой. Состоит из двух полумуфт с тремя торцевыми кулачками трапецевидного сечения. Кулачки входят в соответствующие впадины промежуточного тела — звёздочки, которая служит упругим элементом. Полумуфта используется для передачи крутящего момента при различного рода операциях. Кулачки полумуфты испытывают постоянную нагрузку, поэтому выполнены монолитно с основной частью полумуфты. Кулачки подвергаются механическому износу, поэтому предъявляются требования к твёрдости.

Деталь имеет поверхности, к которым предъявляются требования к точности расположения. К таким поверхностям относят шпоночный паз $12^{+0,043}$ мм и его положение относительно кулачков самой полумуфты $30^\circ \pm 1^\circ$. Само же расположение кулачков также подпадает под требования к расположению, их положение на торцевой поверхности полумуфты регламентировано радиальным размером $120^\circ \pm 15'$ между боковыми поверхностями, что вынуждает использовать дорогостоящее высокоточное оборудование.

Также имеется необходимость термообработки, она диктуется не только техническим требованием (42...45 HRC), но и функцией самой детали. Следовательно, нужна операция термообработки, что уменьшает технологичность детали. В результате возникнет обезуглероженный слой и слой окалины, который необходимо снять, то есть обрабатывать закаленную сталь, значит нужно использовать инструмент с пониженной стойкостью.

К вышеуказанным поверхностям, а именно, к боковым сторонам места установки упругой звёздочки предъявляются требования к шероховатости Ra 2.5, её можно достичь шлифованием либо твёрдым фрезерованием на стадии после термической обработки. Так же

предъявляются требования шероховатости к внешней цилиндрической поверхности полумуфты, Ra 3.2, данную шероховатость можно достичь чистовым обтачиванием на этапе до термической обработки. Особая шероховатость требуется также и на внутренних поверхностях полумуфты. К таким относятся поверхность посадочного отверстия под вал и шпоночный паз, Ra 1.25, данную шероховатость возможно достичь только шлифованием.

Почти все поверхности детали можно получить точением, потому что полумуфта является деталью вращения. На детали необходимо выполнить кулачки, для этого необходима фрезерная операция. Так же при для уверенного крепления полумуфты на валу необходимо выполнить отверстие под крепёжный болт.

К нетехнологичным элементам конструкции можно отнести следующие элементы: установочные бортики для упругой звездочки, высота которых не указана, но указаны требования к шероховатости поверхности. Длинное внутренний шпоночный паз, который затруднительно изготовить с указанными требованиями.

В целом деталь нетехнологична, так как есть трудности придания заданных требований шероховатости для мест установки упругой звёздочки так как требуется 2 операции как для твёрдого фрезерования, так и для шлифования, вместо этого на этапе до термической обработки выполнить вышеозначенные элементы в размер и произвести закалку в вакуумной печи что позволит избежать окалины, следовательно, после останется только обработать отверстие, а шпоночный паз получится при использовании резца с задним углом равным 10° , а так же из-за наличия не производительных методов обработки.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}},$$

где t_d – такт выпуска деталей;

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

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_d = \frac{60\Phi_d}{N},$$

где Φ_d – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 92$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1

[1, с.22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4015$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ши}}{n}, \text{ где:}$$

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

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как [1, с.147]:

$$t_{ш} = \varphi_k \cdot T_0, \text{ где}$$

φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

Заготовительная операция:

Отрезка

$$\varphi_k = 1,5;$$

$$T_0 = 0,19D^2;$$

$$t_{ш} = 1,5 \cdot 0,19 \cdot 140^2 = 5,6 \text{ мин.}$$

Токарная операция:

Черновая подрезка торца

$$T_0 = 0,052 \cdot (D^2 - d^2);$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,037 \cdot (140^2 - 0^2) = 1,6 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,037 \cdot (140^2 - 40^2) = 1,4 \text{ мин.}$$

Черновая обточка

$$\varphi_k = 2,14;$$

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 140 \cdot 110 = 3,3 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 134 \cdot 110 = 3,2 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 128 \cdot 110 = 3,0 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 122 \cdot 110 = 2,9 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 116 \cdot 110 = 2,8 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 110 \cdot 110 = 2,6 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 104 \cdot 110 = 2,5 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 98 \cdot 110 = 2,3 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 92 \cdot 110 = 2,2 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 86 \cdot 110 = 2,0 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 80 \cdot 110 = 1,9 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 74 \cdot 110 = 1,8 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,1 \cdot 68 \cdot 110 = 1,6 \text{ мин.};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,17 \cdot 140 \cdot 48 = 2,5 \text{ мин.}$$

Чистовая обточка

$$\varphi_k = 2,14;$$

$$T_0 = 0,17 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,17 \cdot 65 \cdot 110 = 2,6 \text{ мин};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,17 \cdot 137 \cdot 48 = 2,4 \text{ мин.}$$

Чистовая подрезка торца

$$T_0 = 0,052 \cdot (D^2 - d^2);$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,052 \cdot (135^2 - 40^2) = 1,9 \text{ мин};$$

$$t_{ш} = 2,14 \cdot 0,052 \cdot (65^2 - 40^2) = 0,3 \text{ мин.}$$

Сверление:

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = (2,14 \cdot 0,52 \cdot 20 \cdot 138) = 3,07 \text{ мин.}$$

Рассверливание:

$$T_0 = 0,31 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = (2,14 \cdot 0,31 \cdot 30 \cdot 110) = 3,7 \text{ мин};$$

$$t_{ш} = (2,14 \cdot 0,31 \cdot 40 \cdot 110) = 4,9 \text{ мин.}$$

Растачивание

$$T_0 = 0,18 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = (2,14 \cdot 0,18 \cdot 42 \cdot 110) = 1,8 \text{ мин.}$$

Снятие фасок

$$T_0 = 200;$$

$$t_{ш} = (2,14 \cdot 2) = 0,5 \text{ мин.}$$

Внутришлифовальная:

Шлифование отверстия

$$\varphi_k = 2,10;$$

$$T_0 = 1,8 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = 2,10 \cdot 0,18 \cdot 42 \cdot 110 = 1,8 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция:

Сверление

$$\varphi_k = 1,84;$$

$$T_0 = 0,52 \cdot d \cdot l;$$

$$t_{ш} = (1,72 \cdot 0,52 \cdot 8,5 \cdot 7,2) = 0,06 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная операция:

нарезание резьбы в отверстиях

$$\varphi_k = 1,84;$$

$$T_0 = 500;$$

$$t_{ш} = (1,84 \cdot 500) = 0,92 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция:

Фрезерование черновое концевой фрезой

$$\varphi_k = 1,84;$$

$$T_0 = 1000;$$

$$t_{ш} = (1,84 \cdot 1000) \cdot 3 = 5,52 \text{ мин.}$$

Фрезерование чистовое концевой фрезой

$$T_0 = 200;$$

$$t_{ш} = (1,84 \cdot 200) \cdot 6 = 2,2 \text{ мин.}$$

Долбёжная операция:

Долбление паза

$$\varphi_k = 1,73;$$

$$T_0 = 0,034 \cdot B \cdot l \cdot m;$$

$$t_{ш} = 1,73 \cdot 12 \cdot 110 \cdot 23 = 52,5 \text{ мин.}$$

Среднештучное время:

$$t_{шс} = 127,37 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{60 \cdot 4015/92}{127,37} = 20,48.$$

$K_{30} > 20$, что соответствует мелкосерийному производству.

Выбор заготовки

Материал, из которого изготавливается деталь – сталь 40Х. Сталь предназначена для при производстве улучшаемых деталей повышенной прочности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие, не применяется для изготовления сварных конструкций.

Химический состав в % стали 40Х.							
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36-0.44	0.17-0.37	0.5-0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8-1.1	до 0.3

В чертеже не указано, что заготовку следует производить литьем, потому заготовку возможно изготавливать из проката, горячим штампованием или ковкой. Для мелкосерийного производства лучше всего изготавливать заготовку из проката, так как для штамповки и литья нужна специальная оснастка.

Выбор исходной заготовки

С учетом технологических свойств материала детали, её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства, выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

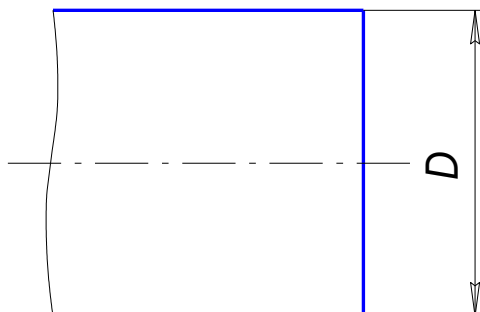
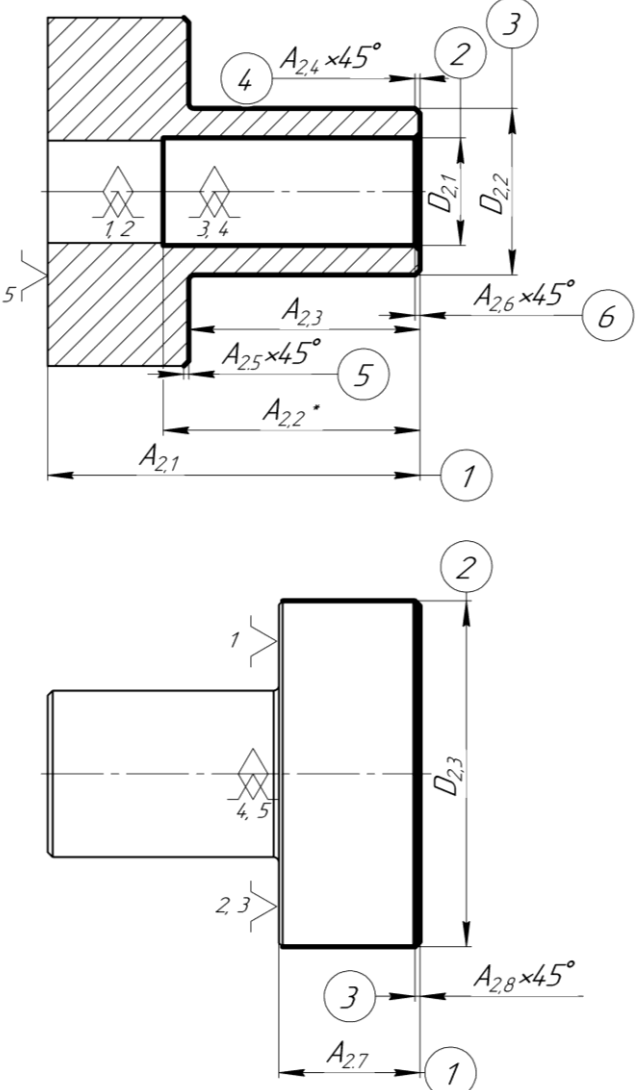
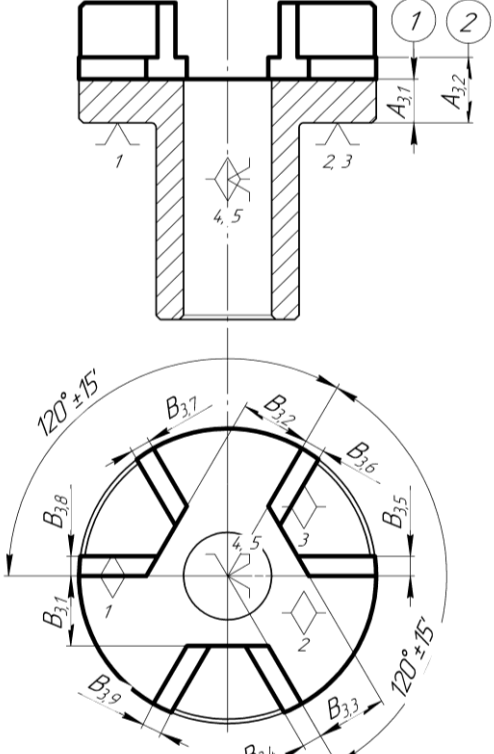


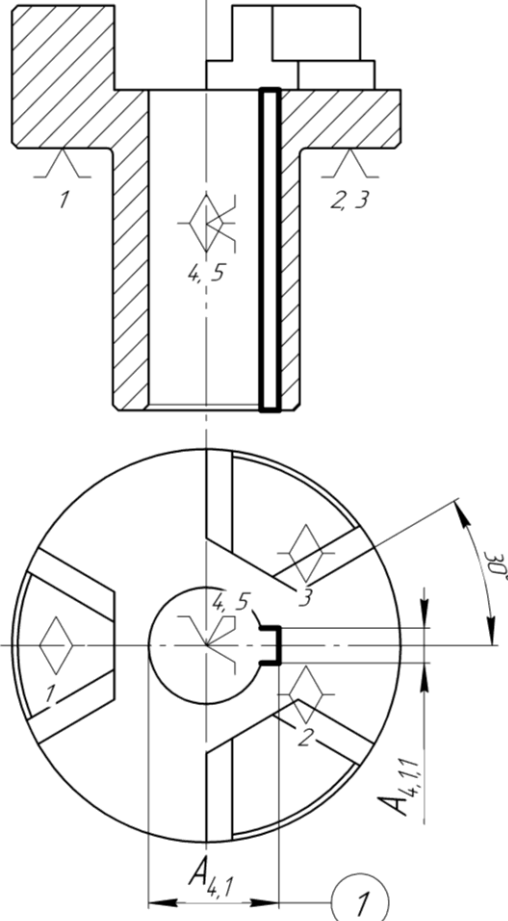
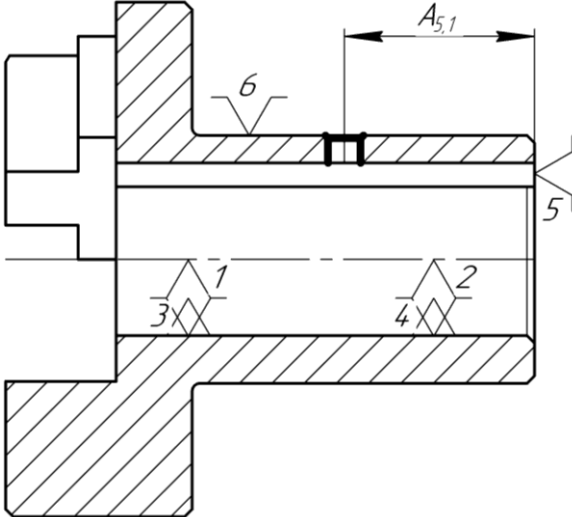
Рис. 2 Заготовка

Разработка технологии изготовления детали

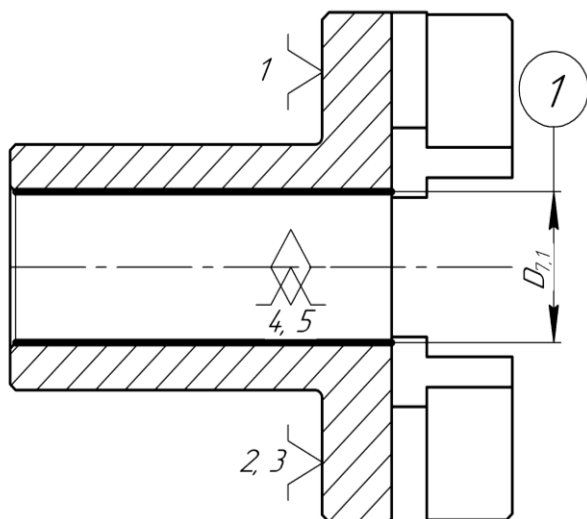
Таблица 1

Номер операции	Эскиз	Описание
0		<u>Отрезная</u> 1) Отрезать заготовку выдержав размер $A_{0,1}$.
1		<u>Токарная</u> 1 установ: 1) Точить поверхность 1 выдержав размер $A_{1,1}$. 2) Точить поверхность 2 выдержав размеры $A_{1,2}$ и $D_{1,1}$. 3) Центровать торец. 4) Сверлить на проход, выдержав размер $D_{1,2}$ 2 установ: 1) Точить поверхность 1 выдержав размер $A_{1,3}$. 2) Точить поверхность 2 выдержав размер $D_{1,3}$

2		<u>Токарная</u> 1 установ: 1) Точить поверхность 1 выдержав размер $A_{2.1}$. 2) Расточить поверхность 2 выдержав размер $D_{2.1}$ и $A_{2.2}$. 3) Точить поверхность 3 выдержав размер $A_{2.3}$ и $D_{2.2}$. 4) Снять фаску 4 выдержав размер $A_{2.4} \times 45^\circ$. 5) Снять фаску 5 выдержав размер $A_{2.5} \times 45^\circ$. 6) Снять фаску 5 выдержав размер $A_{2.6} \times 45^\circ$. 2 установ: 1) Точить поверхность 1 выдержав размер $A_{2.7}$. 2) Точить поверхность 2 выдержав размер $D_{2.3}$. 3) Снять фаску 3 выдержав размер $A_{2.8} \times 45^\circ$.
3		<u>Фрезерная</u> 1) Фрезеровать поверхность 1, на проход выдержав размеры $B_{3.1}$, $B_{3.2}$ и $B_{3.3}$. 2) Фрезеровать поверхность 2, на проход выдержав размеры $B_{3.4}$, $B_{3.5}$, $B_{3.6}$, $B_{3.7}$, $B_{3.8}$, $B_{3.9}$.

4		<u>Долбежная</u> 1) Долбить на проход паз выдержав размеры $A_{4,1}$ и $A_{4,1.1}$.
5		<u>Сверлильная</u> 1) Сверлить на проход отверстие $\varnothing 8,5$ выдержав размер $A_{5,1}$ 2) Нарезать резьбу M10x1,5
6		<u>Термическая</u> 1) Закалить и отпустить HRC 42...45

7

Внутришлифовальная

1) Шлифовать поверхность 1, выдержав размер $D_{7.1}$ по всей длине отверстия.

Вычисление минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку оправляется по следующим формулам [3, стр. 178]:

На диаметр при обработке поверхности вращения:

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

На обработку плоскости:

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

Rz_{i-1} – шероховатость, полученная на предыдущей операции;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя на предыдущей операции;

ρ – погрешность формы, полученной на предыдущей операции;

ε_{yi} – погрешность закрепления на предыдущей операции;

Шероховатость и дефектный слой после отрезки на ленточной пиле в сумме дают 0,310 мм. [3, стр.180]

$$Z_{1.1}^A \min = (310 + 250) = 560;$$

Таблица 2

№	Rz_{i-1}	h_{i-1}	ρ_{i-1}	ε_{yi}	$Z_{i \min}, \text{мкм}$
Черновая подрезка торца					
$A_{1.1}$	160	150	250	-	560
Черновое обтачивание диаметра					
$A_{1.2}$	150	100	75	-	325
$D_{1.1}$	150	150	100	600	1816
Сверление отверстия					
$D_{1.2}$	0	0	100	600	1216
Черновая подрезка торца					
$A_{1.3}$	150	150	250	-	550
Черновое обтачивание диаметра					
$D_{1.3}$	150	150	40	400	1400
Чистовая подрезка торца					
$A_{2.1}$	160	100	150	-	410
Растачивание отверстия					
$D_{2.1}$	150	100	40	800	2100
Чистовое обтачивание диаметра					
$D_{2.2}$	100	75	160	800	1980

A _{2.3}	160	110	150	-	420
Чистовая подрезка торца					
A _{2.7}	150	100	150	-	400
Чистовое обтачивание диаметра					
D _{2.3}	100	50	160	400	1160
Внутришлифовальная					
D _{7.1}	25	25	35	0	170

Расчет припусков, диаметальных и осевых технологических размеров

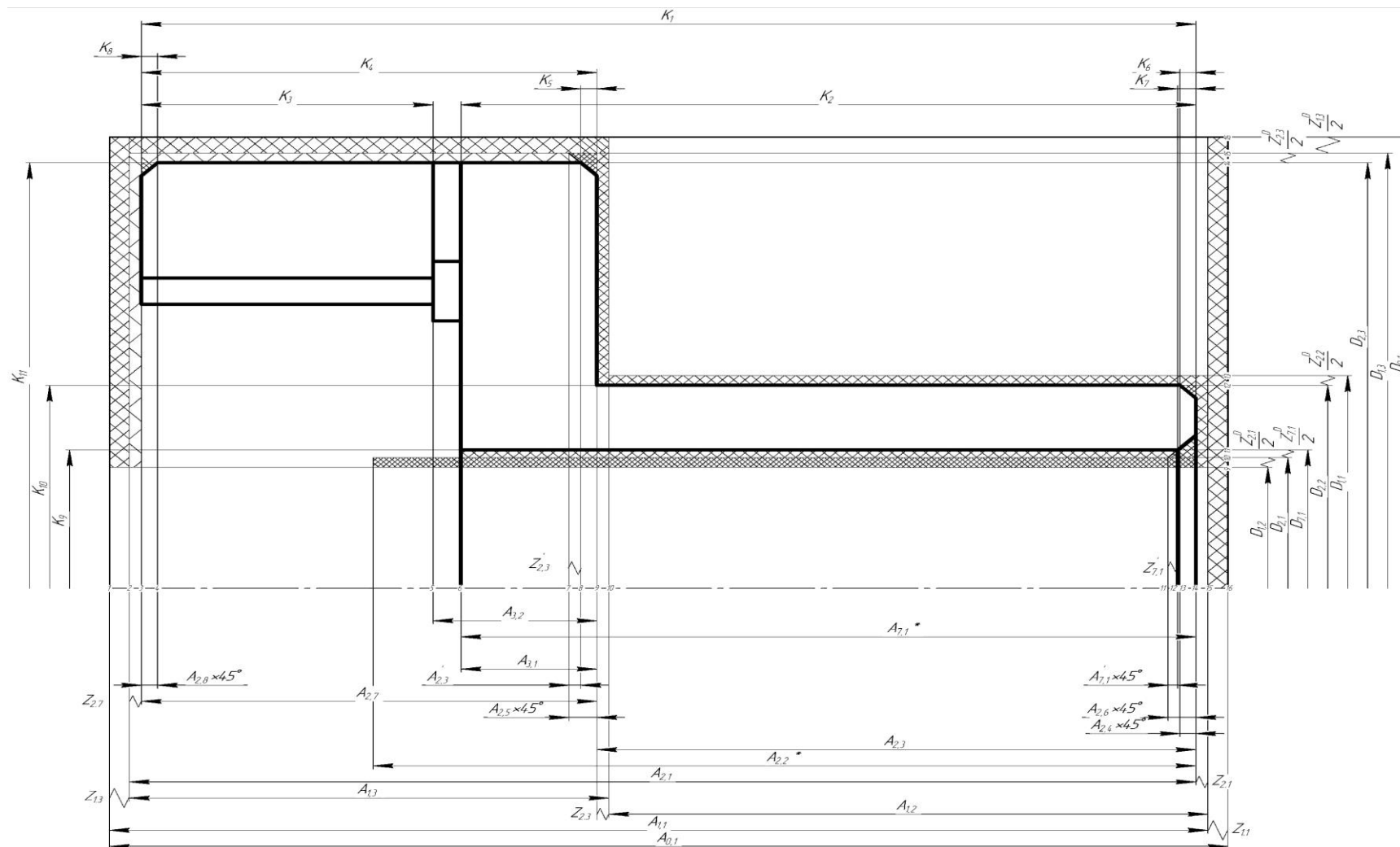


Рис. 3 Размерная схема

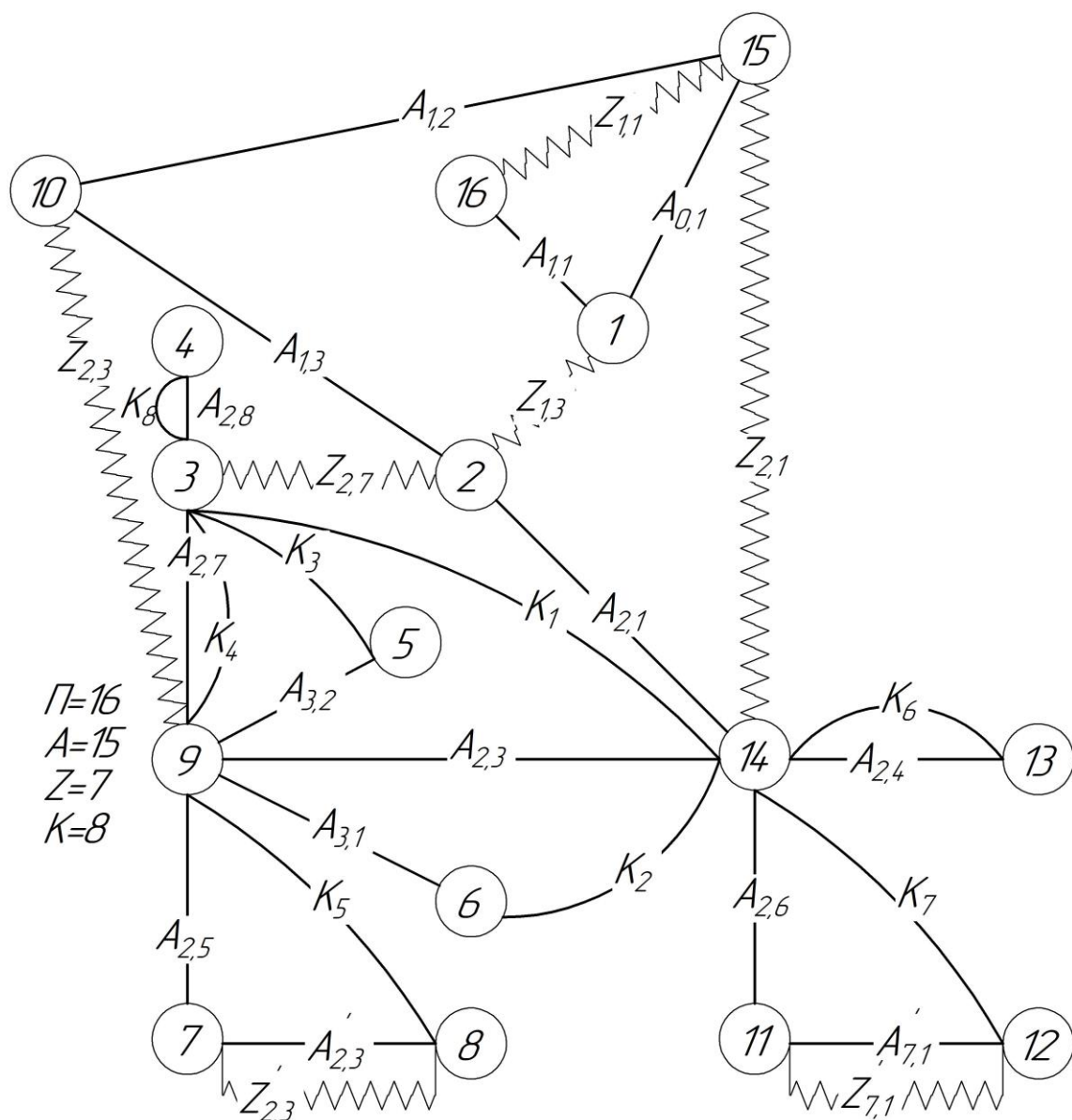


Рис.4 Граф технологических размерных цепей

Допуск на технологический размер вычисляется следующим образом:

$$TA_i = \omega_{ci} + \varepsilon_6 + \rho_6, \text{ где:}$$

ω_c — статистическая погрешность обработки;

ρ_6 — погрешность формы, полученная на предыдущей операции;

ε_6 — погрешность закрепления заготовки; [2, с. 272],

Следует также помнить, что:

1) Допуск на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

2) Допуск на расстояние между обработанной поверхностью и технологической базой могут быть определены по вышеозначенной формуле.

Для заготовительной операции статистическая погрешность на осевой размер при отрезке ленточнопильным станком составляет от 2 до 5 мм, принимаю 2 мм. Половина этой погрешности передается в погрешность формы на следующем переходе, так как 2 мм принимается как погрешность на оба торца, также учитывается погрешность закрепления в трёх кулачковый патрон, которая составляет 0,25 мм [3, стр.42-43]:

$$T_{A_{0.1}} = \omega_{A_{0.1}} = 2 \text{ мм};$$

$$T_{A_{1.1}} = \omega_{A_{1.1}} + \rho + \varepsilon = 0,4 + 1 + 0,25 = 1,65 \text{ мм};$$

Так как материалом заготовки является горячекатаный прокат, то:

$$T_{D_{0.1}} = e_i + e_s = 0,9 + 2,5 = 3,4 \text{ мм}.$$

Таблица 3

№ п/п	ω , мм	ρ , мм	ε , мм	TA_i , мм	Допуск по чертежу T_k , мм
$D_{0.1}$	-	-	-	3,4	-
$D_{1.1}$	0,35	-	-	0,35	-
$D_{1.2}$	0,6	-	-	0,6	-
$D_{1.3}$	0,4	-	-	0,4	-
$D_{2.1}$	0,2	-	-	0,2	-
$D_{2.2}$	0,74	-	-	0,74	0,74
$D_{2.3}$	1	-	-	1	1
$D_{7.1}$	0,025	-	-	0,025	0,025
$A_{0.1}$	2	-	-	2	-
$A_{1.1}$	0,4	1	0,25	1,65	-
$A_{1.2}$	0,4	-	-	0,4	-
$A_{1.3}$	0,4	-	-	0,4	-
$A_{2.1}$	0,12	-	-	0,12	-
$A_{2.3}$	0,12	-	-	0,12	-
$A_{2.4}$	0,12	-	-	0,12	0,4
$A_{2.5}$	0,12	-	-	0,12	0,4
$A_{2.6}$	0,12	-	-	0,12	0,4
$A_{2.7}$	0,12	-	-	0,12	0,62
$A_{2.8}$	0,4	-	-	0,4	0,4
$A_{3.1}$	0,25	-	-	0,25	0,62

$A_{3.2}$	0,25	-	-	0,25	0,62
$A_{3.3}$	0,25	-	-	0,25	0,62
$A_{3.4}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{3.5}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{3.6}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{3.7}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{3.8}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{3.9}$	0,05	-	-	0,05	0,1
$A_{7.1}$	0,1	-	-	0,1	0,025
$A'_{2.3}$	-	-	-	0,28	0,28
$A'_{7.1}$	-	-	-	0,17	0,17

Как видно часть конструкторских размеров выдерживаются непосредственно, а именно $K_4, K_6, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}$. Размеры $A'_{2.3}$ и $A'_{7.1}$ получаются из диаметральных припусков на обработку.

Расчёт начинается с проверки условия: $T_{K_i} \geq \sum T_{A_i}$.

$T_{K_1} = 1 \geq T_{A_{2.7}} + T_{A_{2.3}} = 0,24$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

$T_{K_2} = 0,87 \geq T_{A_{3.1}} + T_{A_{2.3}} = 0,37$ мм, т. е. размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

$T_{K_3} = 0,52 \geq T_{A_{2.7}} + T_{A_{7.1}} = 0,22$ мм, т. е. размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

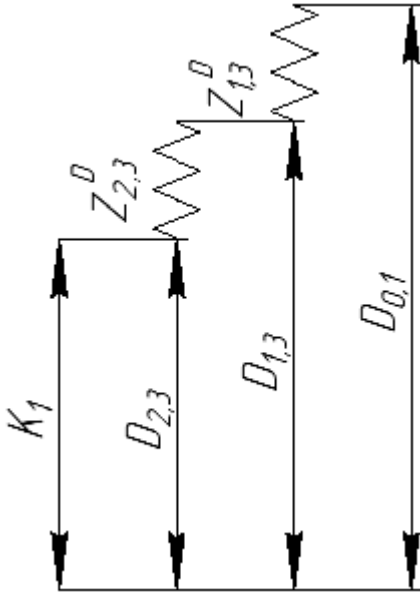
$T_{K_5} = 0,4 \geq T_{A'_{2.3}} + T_{A_{2.5}} = 0,4$ мм, т. е. размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

$T_{K_7} = 0,4 \geq T_{A'_{7.1}} + T_{A_{2.6}} = 0,26$ мм, т. е. размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

Расчет технологических размеров

Расчет технологических размеров ведется методом максимумов-минимумов, используя средние значения. Для каждого размера строится размерная цепь.

Расчет размера $D_{0.1}$:



$$D_{2.3}^c = 135 + \frac{0 - 1}{2} = 135,5 \text{ мм};$$

$$Z_{2.3}^{D.C} = Z_{2.3}^D \min + \frac{T_{D_{2.3}} + T_{D_{1.3}}}{2} = 2,06 \text{ мм};$$

$$D_{1.3}^c = D_{2.3}^c + Z_{2.3}^{D.C} = 136,56 \text{ мм};$$

$$D_{1.3} = 136,76_{-0,4} \text{ мм};$$

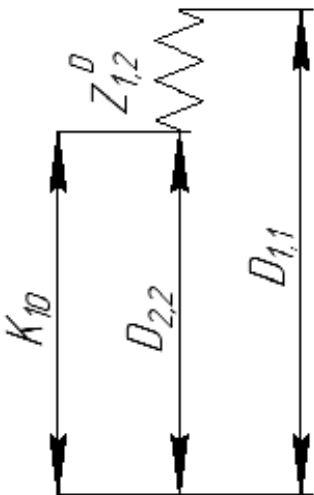
$$Z_{1.3}^{D.C} = Z_{1.3}^D \min + \frac{T_{D_{1.3}} + T_{D_{0.1}}}{2} = 3,3 \text{ мм};$$

$$D_{0.1}^c = D_{1.3}^c + Z_{1.3}^{D.C} = 139,86 \text{ мм};$$

$$D_{0.1} = 138,16_{-2,5}^{+0,9} \text{ мм};$$

Принимаю прокат $\varnothing 140_{-2,5}^{+0,9}$ мм.

Расчет размера $D_{1.1}$:



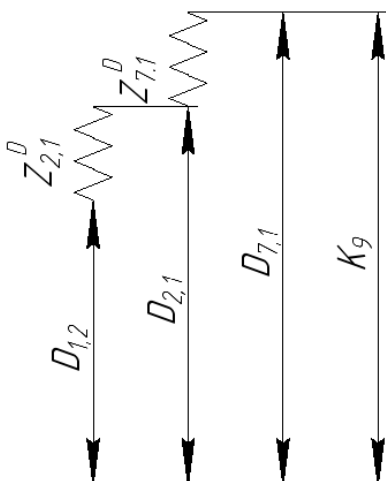
$$D_{2.2}^c = 65 + \frac{0 - 0,74}{2} = 64,63 \text{ мм};$$

$$Z_{2.2}^{D.C} = Z_{2.2}^D \min + \frac{T_{D_{2.2}} + T_{D_{1.1}}}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

$$D_{1.1}^c = D_{2.2}^c + Z_{2.2}^{D.C} = 67,13 \text{ мм};$$

$$D_{1.1} = 67,28_{-0,3} \text{ мм}.$$

Расчет размера $D_{1.2}$:



$$D_{7.1}^c = 42,01 \text{ мм};$$

$$Z_{7.1}^{D.C} = Z_{7.1}^D \min + \frac{T_{D_{7.1}} + T_{D_{2.1}}}{2} = 0,28 \text{ мм};$$

$$D_{2.1}^c = D_{7.1}^c - Z_{7.1}^{D.C} = 41,73 \text{ мм};$$

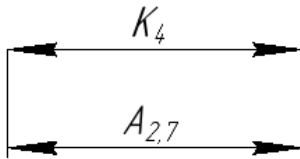
$$D_{2.1} = 41,57_{-0,25}^{+0,25} \text{ мм};$$

$$Z_{2.1}^{D.C} = Z_{2.1}^D \min + \frac{T_{D_{2.1}} + T_{D_{1.2}}}{2} = 2,37 \text{ мм};$$

$$D_{1.2}^c = D_{2.1}^c - Z_{2.1}^{D.C} = 39,35 \text{ мм};$$

$$D_{1.2} = 39^{+0,25};$$

Расчет размера $A_{2.7}$:



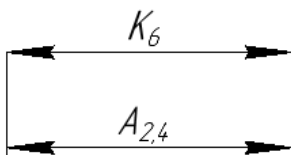
$$A_{2.7 \min} = K_{4 \min} = 47,38 \text{ мм};$$

$$A_{2.7 \max} = K_{4 \max} + T_{A_{2.7}} = 48,12 \text{ мм};$$

$$A_{2.7}^c = \frac{A_{2.7 \min} + A_{2.7 \max}}{2} = 47,75 \text{ мм};$$

$$A_{2.7} = 47,81_{-0,12} \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{2.4}$:



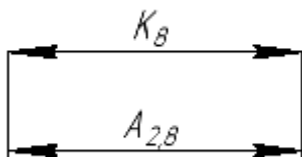
$$A_{2.4 \min} = K_{6 \min} = 1,4 \text{ мм};$$

$$A_{2.4 \max} = K_{6 \max} + T_{A_{2.4}} = 1,92 \text{ мм};$$

$$A_{2.4}^c = \frac{A_{2.4 \min} + A_{2.4 \max}}{2} = 1,66 \text{ мм};$$

$$A_{2.4} = 1,66 \pm 0,06 \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{2.8}$:



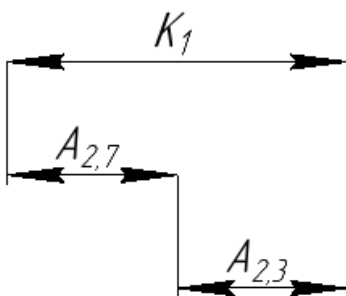
$$A_{2.8 \min} = K_{6 \min} = 1,4 \text{ мм};$$

$$A_{2.8 \max} = K_{6 \max} + T_{A_{2.4}} = 1,92 \text{ мм};$$

$$A_{2.8}^c = \frac{A_{2.8 \min} + A_{2.8 \max}}{2} = 1,66 \text{ мм};$$

$$A_{2.8} = 1,66 \pm 0,06 \text{ мм}.$$

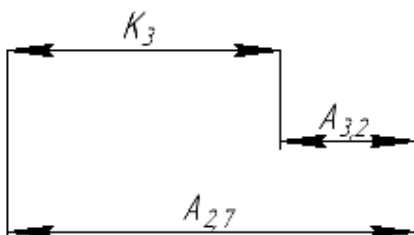
Расчет размера $A_{2.3}$:



$$A_{2.3}^c = K_1^c - A_{2.7}^c = 89,75 \text{ мм};$$

$$A_{2.3} = 89,81_{-0,12} \text{ мм};$$

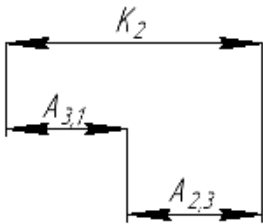
Расчет размера $A_{3.4}$:



$$A_{3.2}^c = A_{2.7}^c - K_3^c = 22,75 \text{ мм};$$

$$A_{3.2} = 22,75 \pm 0,05 \text{ мм};$$

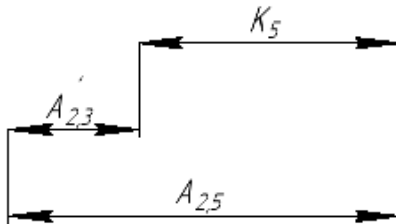
Расчет размера $A_{3.1}$:



$$A_{3.1}^c = K_2^c - A_{2.3}^c = 19,81 \text{ мм};$$

$$A_{3.1} = 19,81 \pm 0,125 \text{ мм};$$

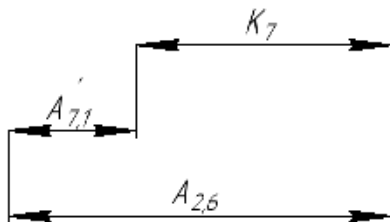
Расчет размера $A_{2.5}$:



$$A_{2.5}^c = K_5^c + A_{2.3}'^c = 3,08 \text{ мм};$$

$$A_{2.5} = 3,08 \pm 0,06 \text{ мм};$$

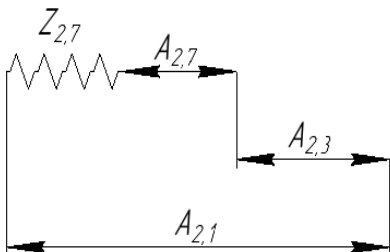
Расчет размера $A_{2.6}$:



$$A_{2.6}^c = K_7^c + A_{7.1}'^c = 2,16 \text{ мм};$$

$$A_{2.6} = 2,16 \pm 0,06 \text{ мм};$$

Расчет размера $A_{2.1}$:

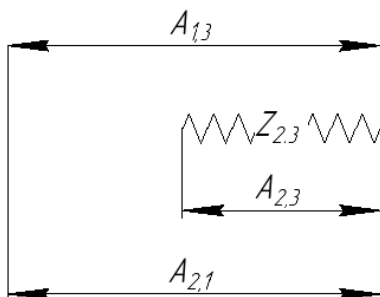


$$A_{2.1}^c = Z_{2.7}^c \min + A_{2.7}^c + A_{2.3}^c = 138,02 \text{ мм};$$

$$Z_{2.7}^c = Z_{2.7}^c \min + \frac{T_{A_{2.1}} + T_{A_{2.3}} + T_{A_{2.7}}}{3} = 0,52 \text{ мм};$$

$$A_{2.1} = 138,08_{-0,12} \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{1.3}$:

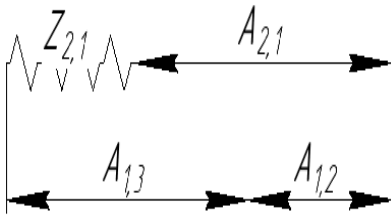


$$A_{1.3}^c = Z_{2.3}^c \min + A_{2.1}^c - A_{2.3}^c = 48,96 \text{ мм};$$

$$Z_{2.3}^c = Z_{2.3}^c \min + \frac{T_{A_{2.1}} + T_{A_{2.3}} + T_{A_{1.3}}}{3} = 0,63 \text{ мм};$$

$$A_{1.3} = 50,02_{-0,12} \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{1.2}$:

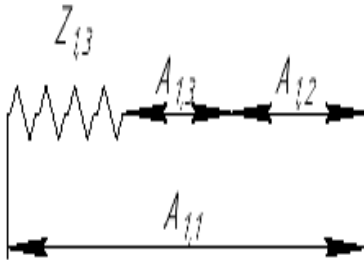


$$A_{1.2}^c = Z_{2.1 \min}^c + A_{2.1}^c - A_{1.3}^c = 89,83 \text{ мм};$$

$$Z_{2.1}^c = Z_{2.1 \min}^c + \frac{T_{A_{2.1}} + T_{A_{1.3}} + T_{A_{1.2}}}{3} = 0,71 \text{ мм};$$

$$A_{1.2} = 89,89_{-0.12} \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{1.1}$:

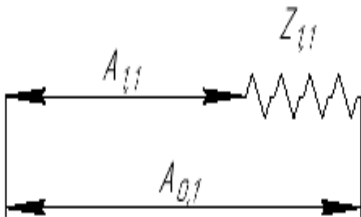


$$A_{1.1}^c = Z_{1.3 \min}^c + A_{1.3}^c + A_{1.2}^c = 140,1 \text{ мм};$$

$$Z_{1.3}^c = Z_{1.3 \min}^c + \frac{T_{A_{1.3}} + T_{A_{1.1}} + T_{A_{1.2}}}{3} = 1,37 \text{ мм};$$

$$A_{1.1} = 140,42_{-0.65} \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{0.1}$:



$$A_{0.1}^c = Z_{1.1 \min}^c + A_{1.1}^c = 142,48 \text{ мм};$$

$$Z_{1.1}^c = Z_{1.1 \min}^c + \frac{T_{A_{1.1}} + T_{A_{0.1}}}{2} = 1,37 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 143,48_{-2} \text{ мм}.$$

Расчет режимов резания

Отрезная операция

Материал режущего инструмента биметаллическое ленточное полотно.

Минутная подача выбирается по таблице 43 [4, с293].

Скорость резания $V = 25$ м/мин

Минутная подача $S_m = 50$ мм/мин

$$t_0 = \frac{D_{px}}{S_m} = \frac{140\text{мм}}{50} = 2,8 \text{ мин, где } D_{px} - \text{длина рабочего хода.}$$

Предварительное обтачивание

Операция: 010. Положение А. Переход: 1.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	0,82
Подача	s	мм/об	0,3
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Значения коэффициентов: C_v, m, x, y – определены по таблице 17 [4 с.270]	C_v		420
	x		0.15
	y		0.2
	m		0.2

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{mt} s^y} K_v, \text{ где:}$$

Поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV}, \text{ где:}$$

K_{MV} – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

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

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

K_{MV}	$K_{ПV}$	$K_{ИV}$	K_v
0,9836	1	0,4	0,393

Скорость резания: $V = 95,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$.

Определение силы резания:

$$P_{z, y, x} = 10 C_p t^x s^y v^n K_p, \text{ где:}$$

	C_p	x	y	n
OZ	300	1	0.75	-0.15

OY	339	1	0.5	-0.4
OX	243	0.9	0.6	-0.3

Значения коэффициентов: C_v , m , x , y – определены по таблице 22 [4].

Поправочный коэффициент K_p :

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}, \text{ где:}$$

	K_{mp}	$K_{\varphi p}$	$K_{\gamma p}$	$K_{\lambda p}$	K_{rp}	K_p
OZ	0,856	1	1	1	0,93	0,796
OY		1	1	1	0,82	0,856
OX		1	1	1	1	0,702

Значения коэффициентов, учитывающих фактические условия резания, определены по таблицам 9, 10, 23 [4].

Расчётное значение сил резания:

P_z , Н	P_x , Н	P_y , Н
400,82	215,28	172,61

Вычисляется необходимая резания [4, стр. 271]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{400,82 \cdot 95,5}{1020 \cdot 60} = 0,625 \text{ кВт};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 95,5}{3,14 \cdot 140} = 217 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Число требуемых проходов: 1.

Операция: 010. Положение А. Переход: 2.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	3
Подача	s	мм/об	0,3
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	78,6
Силы резания	P _z	Н	1343,79
	P _x	Н	858,07
	P _y	Н	341,3
Мощность резания	N	кВт	1,726
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	186
			195
			205
			215
			227
			240
			255
			272
			290
			312
			338
			368
Число проходов	12		

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	0,36
Подача	s	мм/об	0,3
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	108,05
Силы резания	P _z	Н	153,74
	P _x	Н	115,7
	P _y	Н	36,06
Мощность резания	N	кВт	0,271
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	505

Операция: 010. Положение А. Переход: 3.

Материал инструмента – Р6М5			
Диаметр сверла	d	мм	10
Подача	s	мм/об	0,3
Глубина резания	t	мм	2
Период стойкости инструмента	T	мин	30
Значения коэффициентов: C_v , m, x, y – определены по таблице 17 [4 с.270]	C_v		215
	x		0,15
	y		0,45
	m		0,2
Скорость резания	V	м/мин	12,4
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	394

Операция: 010. Положение А. Переход: 4.

Материал инструмента – Р6М5			
Диаметр сверла	D	мм	20
Подача	s	мм/об	0,36
Период стойкости инструмента	T	мин	45
Значения коэффициентов: C_v , m, x, y – определены по таблице 17 [4 с.270]	C_v		9.8
	q		0.4
	y		0.5
	m		0.2

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T_m s^y} K_v, \text{ где:}$$

Поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV}, \text{ где:}$$

K_{MV} – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

K_{IIV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

K_{MV}	K_{IV}	K_{IIV}	K_v
0,843	0,7	0,1	0,59

Значения коэффициентов: определены по таблицам 1-4, 6, 31 [4].

Скорость резания: $V = 14,92 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$.

Определение крутящего момента и осевой силы:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p;$$

$$P_o = 10 C_p D^q s^y K_p, \text{ где:}$$

C_m	q	y	C_p	q	y
0,0345	2	0,8	68	1	0,7

Значения коэффициентов определены по таблице 32 [4].

Поправочный коэффициент $K_p = K_{mp}$:

$$K_p = \left(\frac{\sigma}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0,856, \text{ где:}$$

Значение коэффициента n для сверления определено по таблице 9 [4].

Расчётное значение:

$P_o, \text{ Н}$	$M_{кр}, \text{ Н}$
5697	52,19

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 14,92}{3,14 \cdot 20} = 237,47 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Вычисляется необходимая резания [4, стр. 280]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{2 \cdot 100} = \frac{52,19 \cdot 237,47}{2 \cdot 100} = 1,27 \text{ кВт};$$

Операция: 010. Положение А. Переход: 5.

Материал инструмента – Р6М5			
Диаметр сверла	D	мм	30
Подача	s	мм/об	0,36
Глубина резания	t	мм	5
Период стойкости инструмента	T	мин	50
Значения коэффициентов: C_v, m, x, y – определены по таблице 17 [4 с.270]	C_v		10,8
	x		0,2
	q		0,6
	y		0,3
	m		0,25

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v, \text{ где:}$$

Поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} \cdot K_{PIV}, \text{ где:}$$

K_{MV} – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

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

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$K_{МВ}$	K_{IV}	$K_{ИВ}$	$K_{ПВ}$	K_V
0,843	0,7	0,1	1	0,59

Значения коэффициентов: определены по таблицам 1-6, 31 [4].

Скорость резания: $V = 25,97 \frac{м}{мин}$.

Определение крутящего момента и осевой силы:

$$M_{кр} = 10C_M D^q t^x s^y K_p;$$

$$P_o = 10C_p D^q t^x s^y K_p, \text{ где:}$$

C_m	q	y	x	C_p	y	x
0.09	1	0.8	0.9	67	1.2	0.65

Значения коэффициентов определены по таблице 32 [4].

Поправочный коэффициент $K_p = K_{mp}$:

$$K_p = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0,856, \text{ где:}$$

Значение коэффициента n для сверления определено по таблице 9 [4].

Расчётное значение:

$P_o, Н$	$M_{кр}, Н$
2034	43,37

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,97}{3,14 \cdot 30} = 225,79 \frac{об}{мин}.$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Вычисляется необходимая мощность резания [4, стр. 280]:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{2 \cdot 100} = \frac{43,37 \cdot 225,79}{2 \cdot 100} = 1,23 \text{ кВт};$$

Операция: 010. Положение А. Переход: 6.

Материал инструмента – Р6М5			
Диаметр сверла	D	мм	39
Подача	s	мм/об	0,36
Глубина резания	t	мм	4,5
Период стойкости инструмента	T	мин	70
Скорость резания	V	м/мин	28,5

Крутящий момент	$M_{кр}$	Нм	51,3
Осевая сила	P_o	Н	1792,43
Число оборотов шпинделя	n	об/мин	232,95
Мощность резания	N	кВт	1,23

Операция: 010. Положение Б. Переход: 1.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,05
Подача	s	мм/об	0,3
Скорость резания	V	м/мин	92
Силы резания	P_z	Н	516,12
	P_x	Н	271,94
	P_y	Н	224,33
Мощность резания	N	кВт	0,776
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	209,22

Операция: 010. Положение Б. Переход: 2.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,65
Подача	s	мм/об	0,3
Скорость резания	V	м/мин	85,99
Силы резания	P_z	Н	729,2
	P_x	Н	487,7
	P_y	Н	181,1
Мощность резания	N	кВт	1,024
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	195,5

Чистовое обтачивание

Операция: 015. Положение А. Переход: 1.

Материал инструмента – Вк8			
Глубина резания	t	мм	0,71
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	112,1
Силы резания	P_z	Н	201,46
	P_x	Н	118,9
	P_y	Н	99,12
Мощность резания	N	кВт	0,37
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	530,3

Операция: 015. Положение А. Переход: 2.

Материал инструмента – Т30К4			
Глубина резания	t	мм	0,79
Подача	s	мм/об	0,2
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	104,14
Силы резания	P _z	Н	250,29
	P _x	Н	260,5
	P _y	Н	91,8
Мощность резания	N	кВт	0,44
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	828,8

Операция: 015. Положение А. Переход: 3.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,25
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	102,98
Силы резания	P _z	Н	319,7
	P _x	Н	237,4
	P _y	Н	90,26
Мощность резания	N	кВт	0,54
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	487,2

Операция: 015. Положение А. Переход: 4.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,66
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	99,23
Силы резания	P _z	Н	462,4
	P _x	Н	256,3
	P _y	Н	234,5
Мощность резания	N	кВт	0,75
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	489

Операция: 015. Положение А. Переход: 5.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	3,08
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	89,95
Силы резания	P _z	Н	903,28
	P _x	Н	475,83
	P _y	Н	469,58
Мощность резания	N	кВт	1,32
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	443

Операция: 015. Положение А. Переход: 6.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	2,16
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	94,86
Силы резания	P _z	Н	628,4
	P _x	Н	340,28
	P _y	Н	322,38
Мощность резания	N	кВт	0,975
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	726,3

Операция: 015. Положение Б. Переход: 1.

Материал инструмента – Вк8			
Глубина резания	t	мм	0,52
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	117,45
Силы резания	P _z	Н	146,52
	P _x	Н	88,59
	P _y	Н	71,26
Мощность резания	N	кВт	0,28
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	273,8

Операция: 015. Положение Б. Переход: 2.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,03
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	106
Силы резания	P _z	Н	262,3
	P _x	Н	197,75
	P _y	Н	73,53
Мощность резания	N	кВт	0,46
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	247,1

Операция: 015. Положение Б. Переход: 3.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	1,66
Подача	s	мм/об	0,15
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Скорость резания	V	м/мин	99,23
Силы резания	P _z	Н	462,4
	P _x	Н	256,3
	P _y	Н	234,5
Мощность резания	N	кВт	0,75
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	234,8

Фрезерная обработка

Операция: 020. Положение В. Переход: 1. Вычисление выполнено с помощью [24]

Ширина фрезерования	B	мм	16
Глубина фрезерования	t	мм	28
Скорость фрезерования	V	м/мин	111
Длина фрезерования	L	мм	135
Стойкость инструмента	T	мин	140
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	1770
Подача на зуб	S _z	мм	0,0977
Минутная подача	S _m	мм/мин	866
Мощность резания	N	кВт	11
Крутящий момент	M _{кр}	Нм	59,1
Число проходов	N _{пр}	2	

Размеры A_{3.2} и A_{3.3} получают аналогично размеру A_{3.1}.

Операция: 020. Положение В. Переход: 2. Вычисление выполнено с помощью [24]

			1	2	3
Длина фрезерования	L	мм	35.5	35.5	35.5
Стойкость инструмента	T	мин	60	49	200
Ширина фрезерования	B	мм	8.6	8.6	0.4
Глубина фрезерования	t	мм	24.6	0.4	25
Число проходов	Nпр		1	1	1
Скорость фрезерования	V	м/мин	232	285	443
Частота вращения шпинделя	n	об/мин	3690	4540	7050
Подача на зуб	Sz	мм	0.117	0.117	0.118
Минутная подача	Sm	мм/мин	2160	2650	4160
Мощность резания	N	кВт	14.6	0.292	1.77
Крутящий момент	M	Нм	37.7	0.614	2.39

Размеры $A_{3.5}$ – $A_{3.9}$ получаются аналогично размеру $A_{3.4}$.

Долбёжная операция

Операция: 025. Положение В. Переход: 1.

Материал инструмента - Вк8			
Глубина резания	t	мм	0,31
Подача	s	мм/ход	110
Период стойкости инструмента	T	мин	60
Ширина резца	B	мм	12
Скорость резания	V	м/мин	8
Силы резания	P_z	Н	18974,58
	P_x	Н	8812,97
	P_y	Н	2487,37
Мощность резания	N	кВт	1,55
Число двойных ходов	m	23	

Сверлильная операция

Операция: 030. Положение Г. Переход: 1. Вычисление выполнено с помощью [24]

Диаметр сверла	D	мм	8,5
Подача	s	мм/мин	1800
Период стойкости инструмента	T	мин	50
Скорость резания	V	м/мин	178
Крутящий момент	$M_{кр}$	Нм	7,57
Осевая сила	P_o	Н	1420
Число оборотов шпинделя	n	об/мин	6670

Мощность резания	N	кВт	5,29
------------------	---	-----	------

Фрезерная

Операция: 030. Положение Г. Переход: 2. Вычисление выполнено с помощью [24]

Диаметр фасочной фрезы	D	мм	10
Подача	s	мм/мин	14000
Период стойкости инструмента	T	шт	1200
Скорость резания	V	м/мин	439
Крутящий момент	M _{кр}	Нм	0,06
Число оборотов шпинделя	n	об/мин	17500
Мощность резания	N	кВт	0,1

Резьбонарезная

Операция: 030. Положение Г. Переход: 3. Вычисление выполнено с помощью [24]

Диаметр метчика	D	мм	10
Подача	s	мм/мин	1,5
Период стойкости инструмента	T	шт	13000
Скорость резания	V	м/мин	70,2
Крутящий момент	M _{кр}	Нм	9,96
Число оборотов шпинделя	n	об/мин	2230
Мощность резания	N	кВт	2,33

Внутришлифовальная операция

Операция: 040. Положение Б. Переход: 1.

Материал инструмента – Белый электрокорунд 25А С1			
Диаметр круга	D	мм	32
Ширина круга	T	мм	32
Подача	s	мм/мин	1,5
Скорость круга	V_k	м/с	30
Скорость заготовки	V_3	м/мин	30
Подача	s	мм	12,8
Глубина резания	t	мм	0,05
Длина обрабатываемого отверстия	b	мм	110
Обрабатываемый диаметр	d	мм	42
Чисто двойных проходов	n	шт	42
Значения коэффициентов определены по таблице 56 [4, с.303]	C_N		0,27
	x		0,4
	y		0,4
	q		0,3
	r		0,5
	z		-

Эффективная мощность шлифования определяется по формуле:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,27 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,05^{0,4} \cdot 12,8^{0,4} \cdot 32^{0,3} = 1,51 \text{ кВт}$$

Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок

Модель: HBS-1018W

Таблица 4

Зона обработки при 90° Зона обработки при 45°	Ø250 мм, □250x415 мм Ø190 мм, □250x190 мм
Скорость движения полотна	25, 40, 50, 70 м/мин
Параметры инструмента Ножовочное полотно	Межцентровое расстояние 450 мм.
Размеры ленточного полотна	27 x 0,9 x 3300 мм
Выходная мощность	1,5 кВт / S1 100%
Потребляемая мощность	2,8 кВт / S6 40%
Высота рабочего стола	635 мм

Токарно-винторезный станок

Модель: GH-2060ZH DRO

Таблица 5

Диаметр обточки над станиной, мм	500
Диаметр обточки над поперечным суппортом	200 мм
Частота вращения шпинделя, об/мин	9 - 1600
Диапазон продольной подачи, мм/об	0,063 - 6,43
Диапазон поперечной подачи, мм/об	0,027 - 2,73
Диапазон метрической резьбы, мм	1 - 224
Шаг ходового винта, мм	12
Макс. размер резца	25 x 25 мм
Мощность двигателя (S1 100%), кВт	7,5
Расстояние между направляющими, мм	405

Вертикальный обрабатывающий центр

Модель: DMC 650 V

Таблица 6

Рабочая зона		
Макс. ход по оси X	мм	650
Макс. ход по оси Y	мм	520
Макс. ход по оси Z	мм	475
Подача		
Усилие подачи	кН	6,5
Скорость подачи	мм/мин	42000
Ускоренный ход	м/мин	42
Ускорение	м/с ²	5
Точность позиционирования		
R _{max} согласно VDI/DGQ 3441	мкм	6
Инструментальный магазин		
Макс диаметр инструмента	мм	80
Макс длина инструмента	мм	300
Размеры стола		
Рабочая поверхность	мм	960x570
Высота загрузки (верхняя кромка стола)	мм	800
Грузоподъемность стола	кг	800
Рабочий шпиндель		
Диапазон частоты вращения	об/мин	14000
Мощность (40/100% ED)	кВт	20,3/14,5
Крутящий момент (40/100% ED)	Нм	121/84
Зажим инструмента согласно DIN 69871 / DIN 69893		SK40/HSK-A63

Внутришлифовальный станок

Модель: IGM-2MB

Таблица 7

Обрабатываемый внутренний диаметр, мм	ø6~200
Максимальная глубина шлифования, мм	200
Максимальный диаметр заготовки с использованием защитного кожуха, мм	ø350
Максимальный диаметр заготовки без использования защитного кожуха, мм	ø600
Поперечный ход шлифовального шпинделя (ось X)	
Максимальный ход, мм	230
Диапазон рабочих подач, мм/мин	0,2~4
Ускоренная подача, мм/мин	500
Продольный ход стола (ось Z)	
Максимальный ход, мм	500
Диапазон рабочих подач, мм/мин	0,001~15000
Ускоренная подача, мм/мин	20000
Минимальный программируемый шаг	
Ось X, мм	0,0001
Ось Z, мм	0,001
Скорость вращения шпинделя изделия, мин-1	50~1700
Угол поворота бабки изделия, градусы	-5~30
Скорость вращения шлифовального шпинделя,	
Стандартное оснащение, мин-1	20000
Дополнительное оснащение, мин-1	10000~60000
Электродвигатели	
Шпиндель изделия, кВт	1,5 (с инвертором)
Шлифовальный шпиндель, кВт	3,7
Привод оси X, кВт	0,75
Привод оси Z, кВт	3,0
Расстояние от низа станины до оси патрона, мм	1110
Потребляемая мощность (включая систему подачи СОЖ), кВА	16

Станок долбежный

Модель: 7A420

Таблица 8

Наименование параметра	7A420
Основные параметры станка	
Класс точности станка	Н
Наибольший ход долбяка, мм	20...200
Пределы двойных ходов в минуту	40...163
Диаметр стола, мм	500
Расстояние от плоскости стола до направляющих долбяка, мм	320
Расстояние от долбяка до станины (вылет), мм	480
Установочное регулирование хода долбяка, мм	264
Наибольшее усилие резания, кг	1500
Пределы подач за один двойной ход продольные, мм	0,1...1,5
Пределы подач за один двойной ход поперечные, мм	0,1...1,5
Пределы подач за один двойной ход круговые, град	0,064...0,81
Скорость быстрого перемещения стола продольная, мм/мин	1,8
Скорость быстрого перемещения стола поперечная, мм/мин	1,8
Скорость быстрого перемещения стола круговая, град/сек	3,4
Электрооборудование. Привод	
Количество электродвигателей на станке	2
Электродвигатель привода главного движения, кВт	2,8
Электродвигатель ускоренного перемещения стола, кВт	1,1

Определение норм времени

Расчет основного времени

$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S_m}, \text{ где:}$$

l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_{вр}$ – длина врезания инструмента в заготовку, мм; [стр. 300, 25]

$l_{пер}$ – длина перебега инструмента, мм;

$l_{подв}$ – длина подвода инструмента к заготовке, мм ($1 \div 3$ мм);

i число рабочих ходов;

S_m – минутная подача, мм/мин.

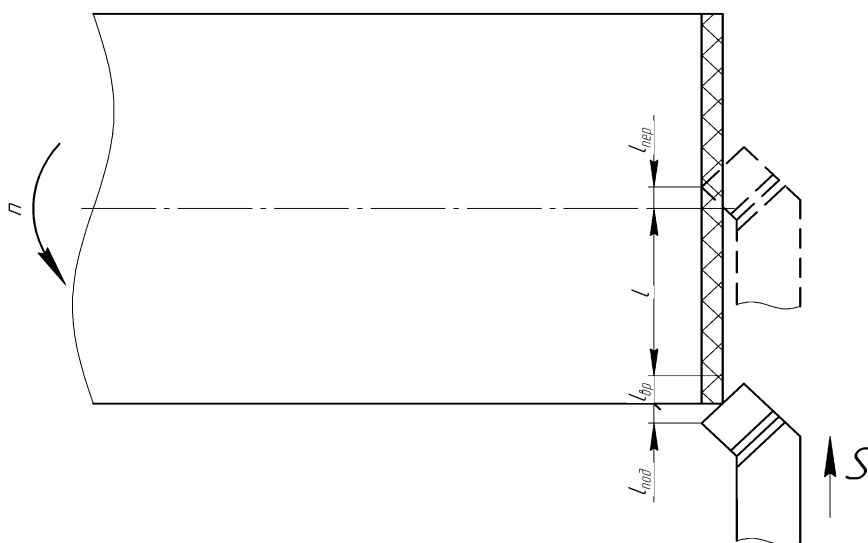
Заготовительная операция 0

Переход №1:

$$t_o = \frac{D}{S_m} = \frac{(140 + 0 + 1 + 1) \cdot 1}{50} = 2,84 \text{ мин.}$$

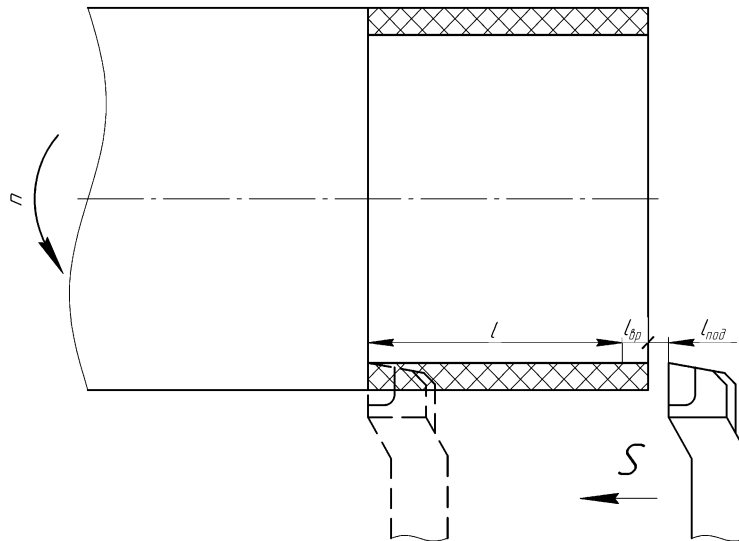
Токарная операция 1

Переход №1:



$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_m} = \frac{(69,6 + 0,82 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 217} = 1,13 \text{ мин.}$$

Переход №2 :



$$t_{o1} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 186} = 1,67 \text{ мин};$$

$$t_{o2} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 195} = 1,59 \text{ мин};$$

$$t_{o3} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 205} = 1,51 \text{ мин};$$

$$t_{o4} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 215} = 1,44 \text{ мин};$$

$$t_{o5} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 227} = 1,36 \text{ мин};$$

$$t_{o6} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 240} = 1,29 \text{ мин};$$

$$t_{o7} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 255} = 1,21 \text{ мин};$$

$$t_{o8} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 272} = 1,14 \text{ мин};$$

$$t_{o9} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 290} = 1,07 \text{ мин};$$

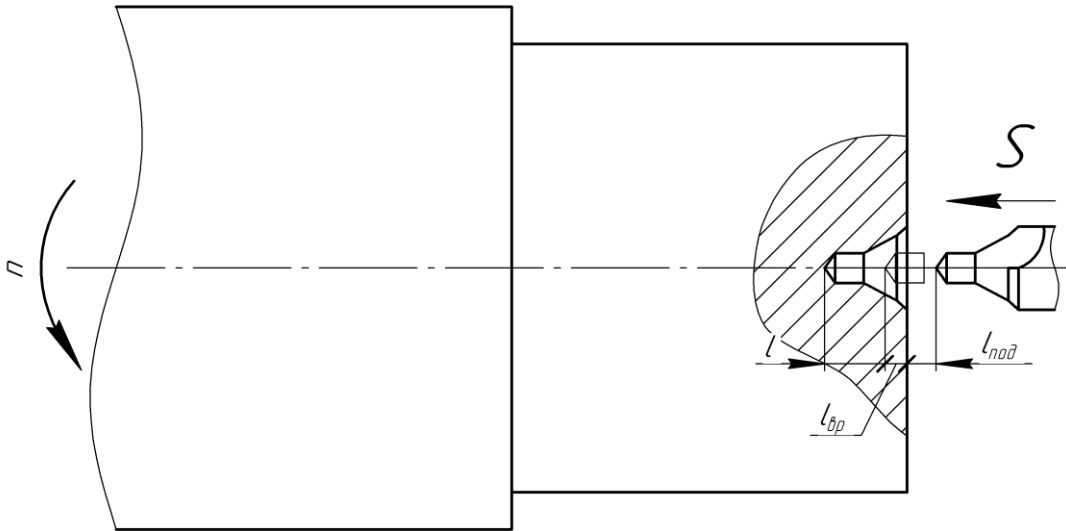
$$t_{o10} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 312} = 0,99 \text{ мин};$$

$$t_{o11} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 338} = 0,92 \text{ мин};$$

$$t_{o12} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 368} = 0,84 \text{ мин};$$

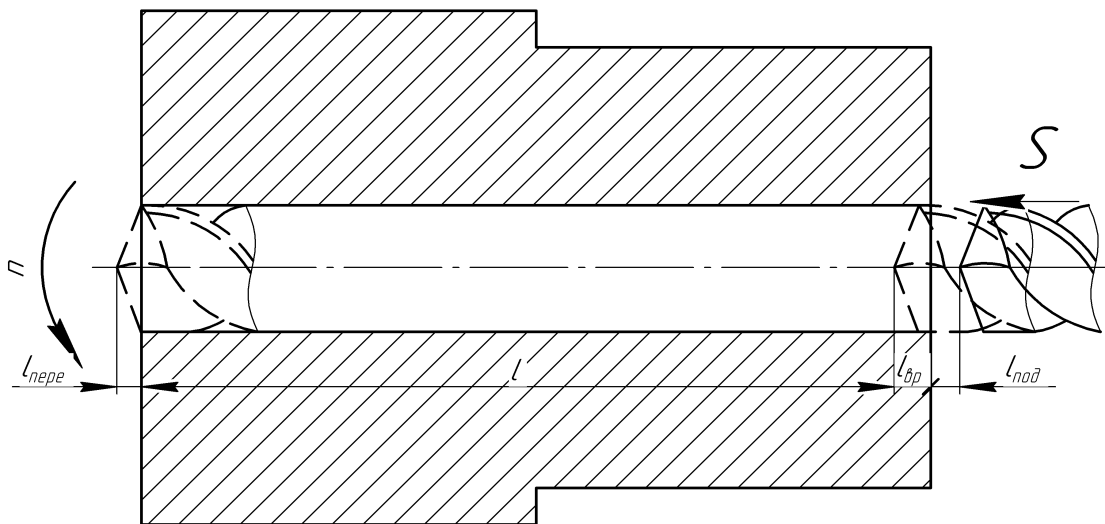
$$t_{o13} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,89 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,3 \cdot 505} = 0,61 \text{ мин};$$

Переход №3 :



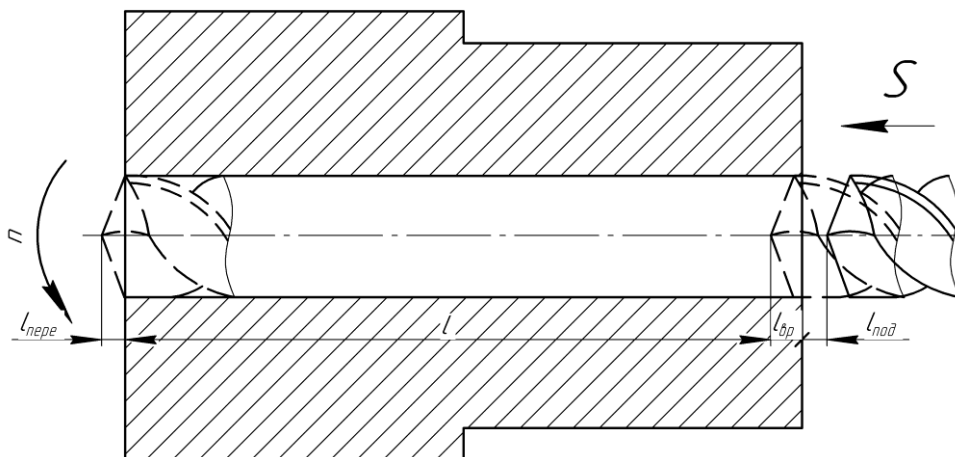
$$t_{o1} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(10 + 4) \cdot 1}{0,3 \times 394} = 0,12 \text{ мин};$$

Переход №3.1:



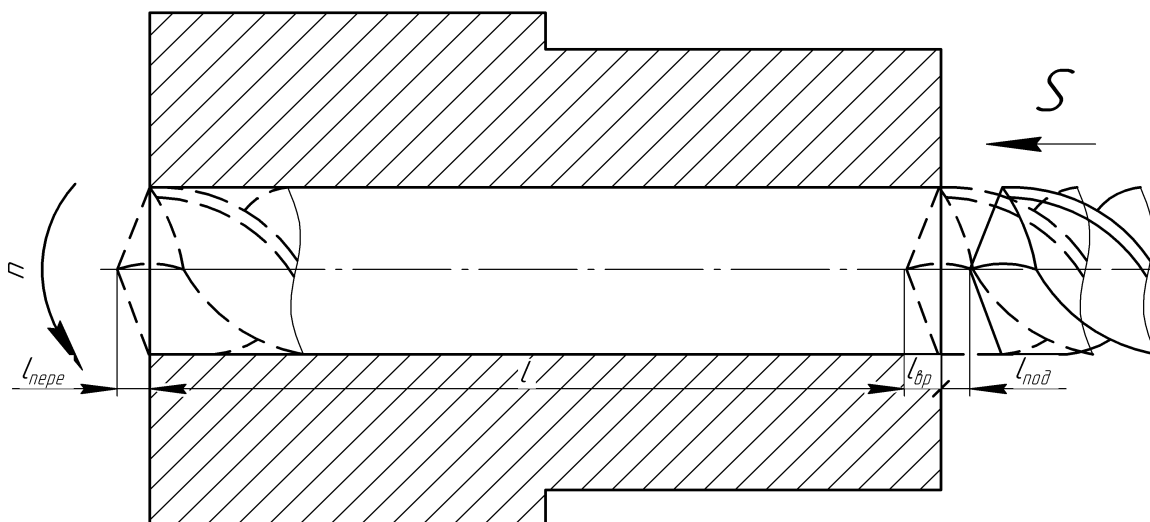
$$t_{o2} = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(140,42 + 7) \cdot 1}{0,36 \times 237} = 1,73 \text{ мин};$$

Переход №3.2:



$$t_{03} = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(140,42 + 10) \cdot 1}{0,36 \times 225} = 1,86 \text{ мин};$$

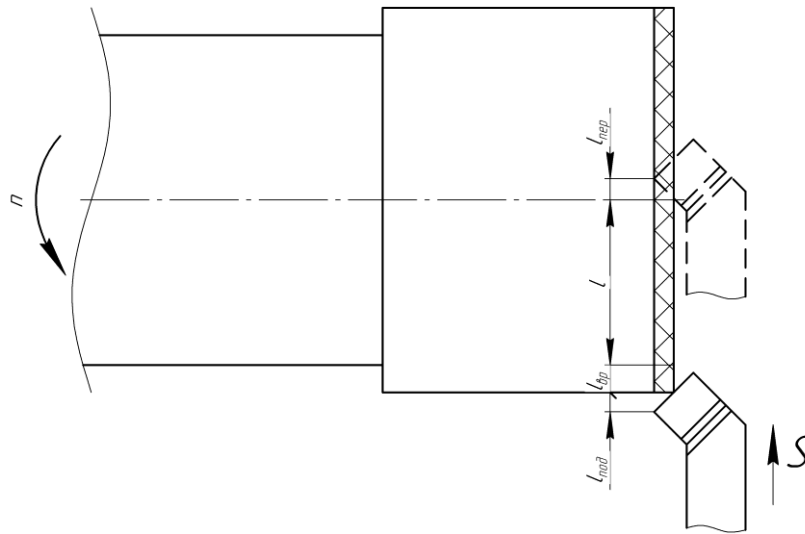
Переход №3.3:



$$t_{04} = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_{\text{м}}} = \frac{(140,42 + 14) \cdot 1}{0,36 \times 225} = 1,91 \text{ мин};$$

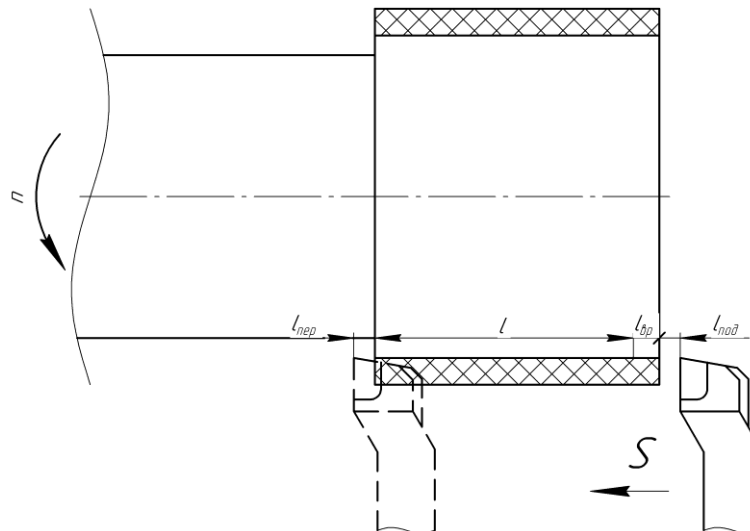
Токарная операция 2

Переход №1 :



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(69,6 + 1,05 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \times 209} = 1,16 \text{ мин};$$

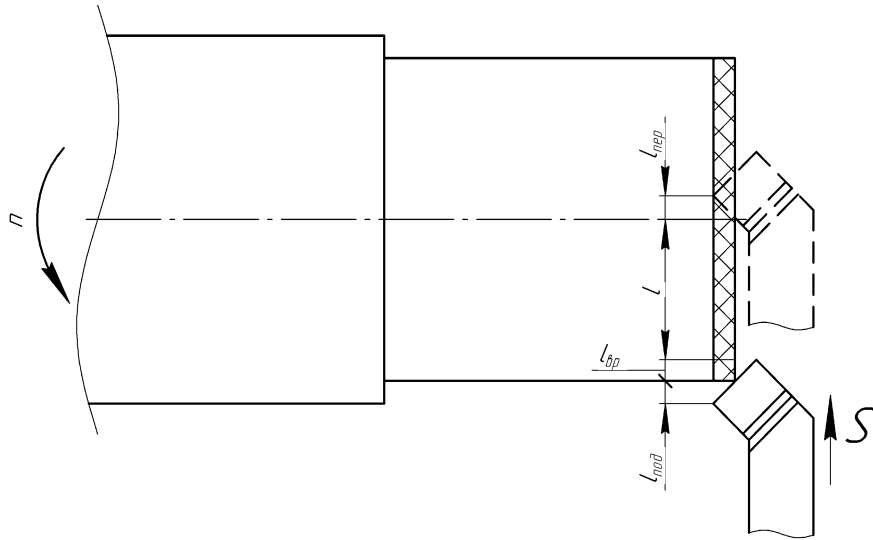
Переход №2:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вп}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(50,2 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,3 \times 195} = 0,93 \text{ мин};$$

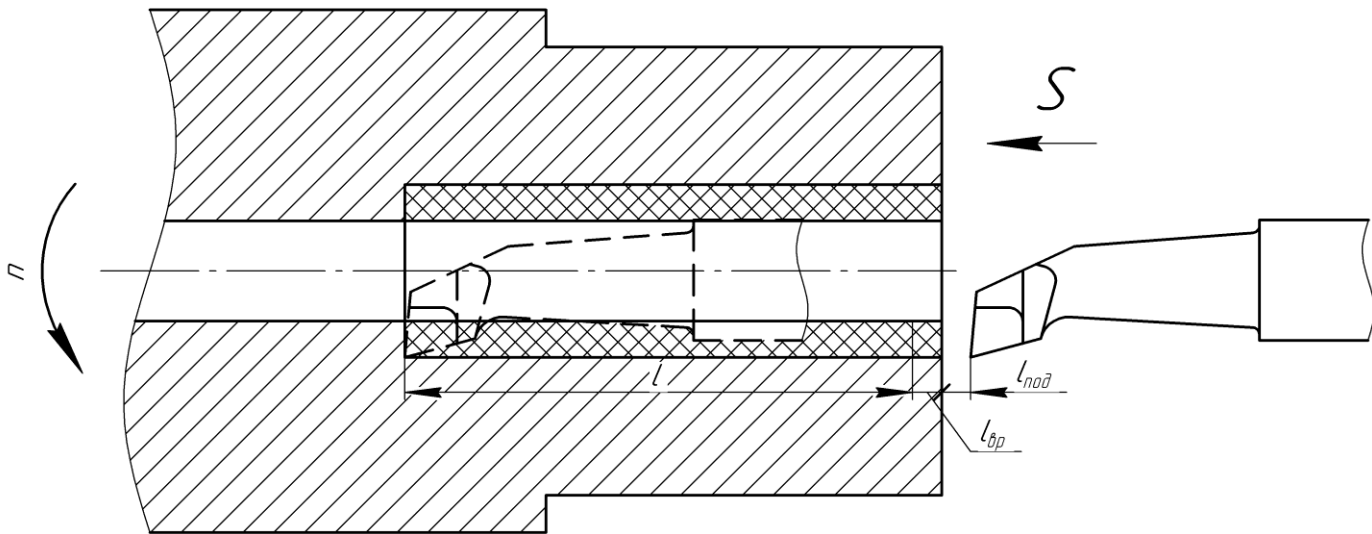
Токарная операция 3

Переход №1 :



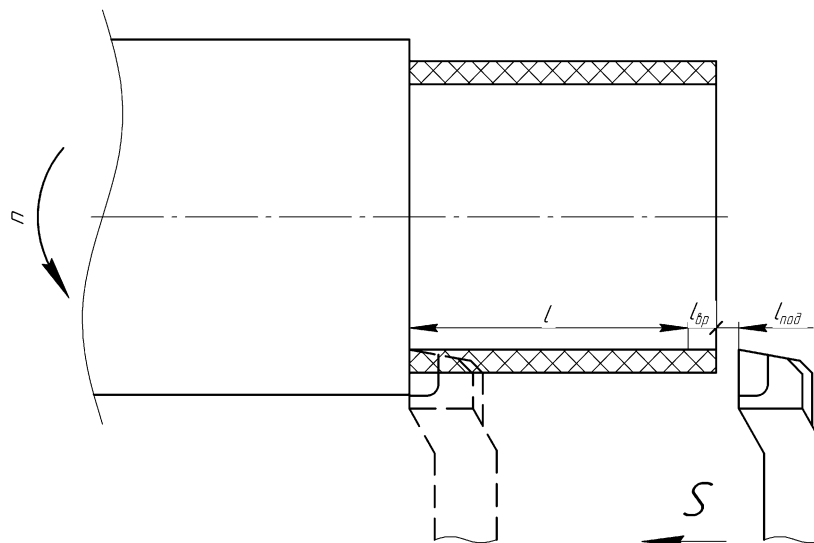
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(33,64 + 0,71 + 1 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 530} = 0,46 \text{ мин;}$$

Переход №2:



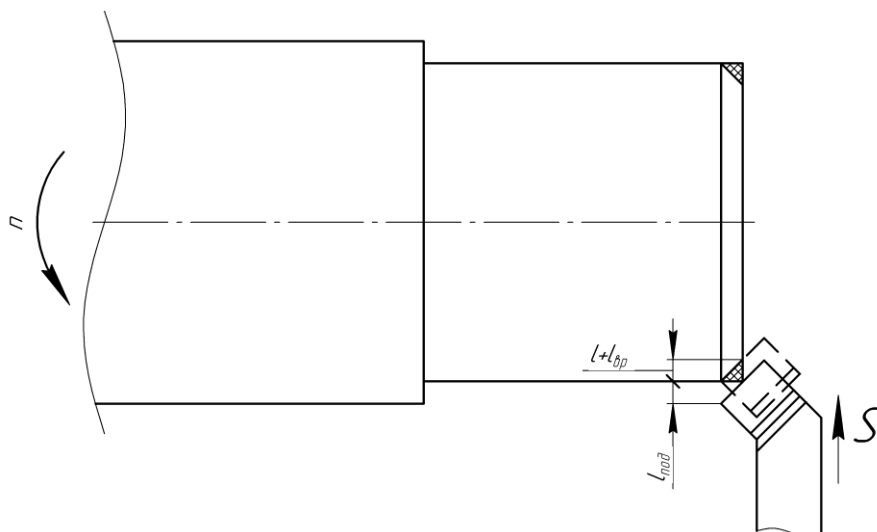
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(120 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,2 \times 828} = 0,74 \text{ мин;}$$

Переход №3:



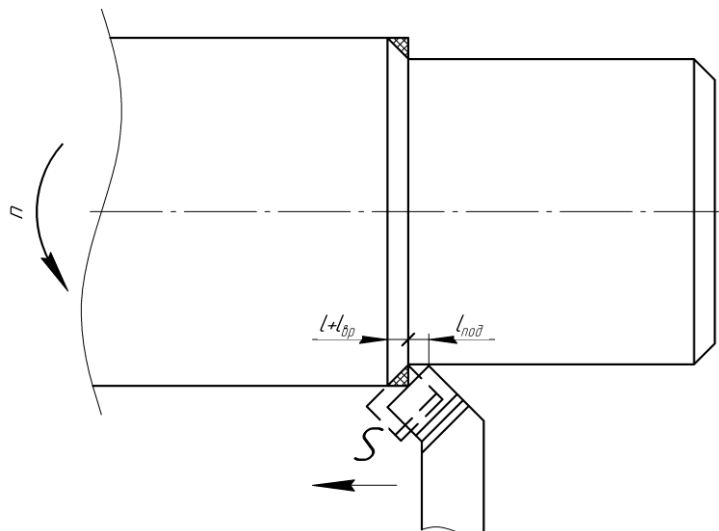
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(89,81 + 2 + 0 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 487} = 1,27 \text{ мин};$$

Переход №4:



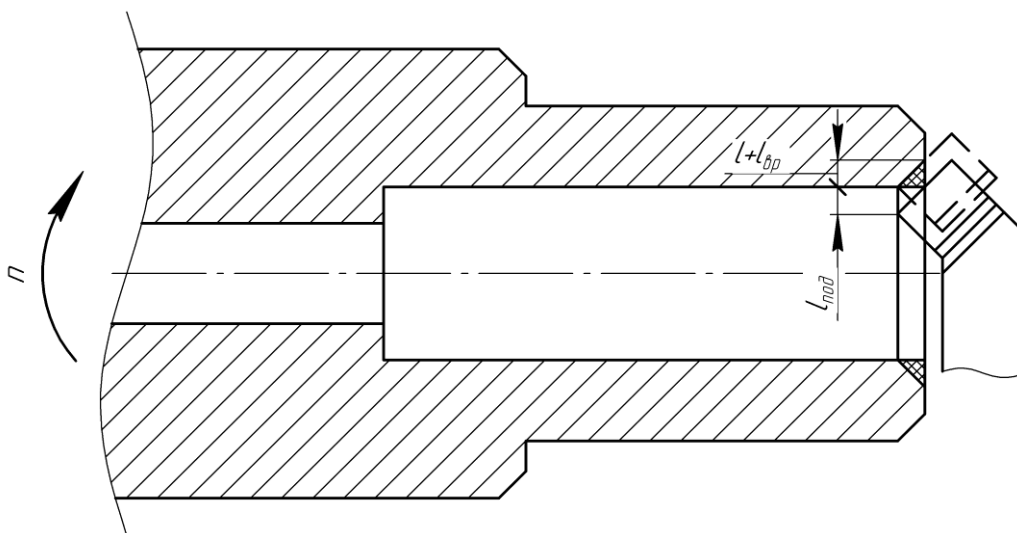
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1,66 + 0 + 0 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 489} = 0,05 \text{ мин};$$

Переход №5:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(3,08 + 0 + 0 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 443} = 0,06 \text{ мин};$$

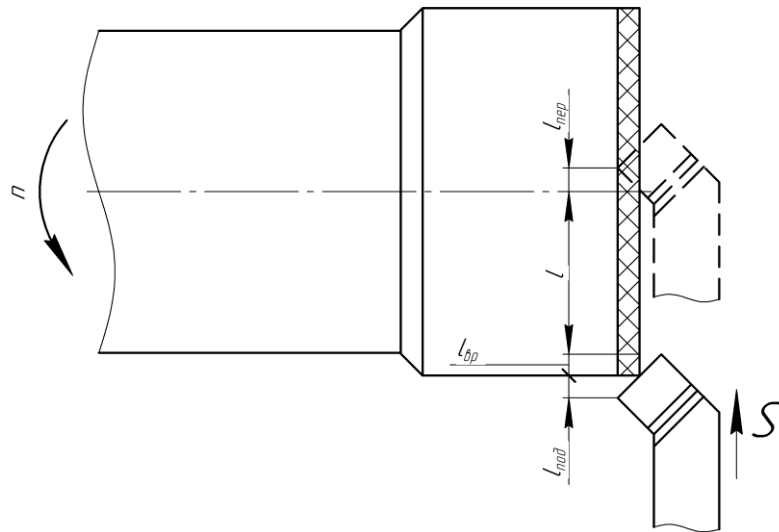
Переход №6:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(2,16 + 0 + 0 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 726,3} = 0,03 \text{ мин};$$

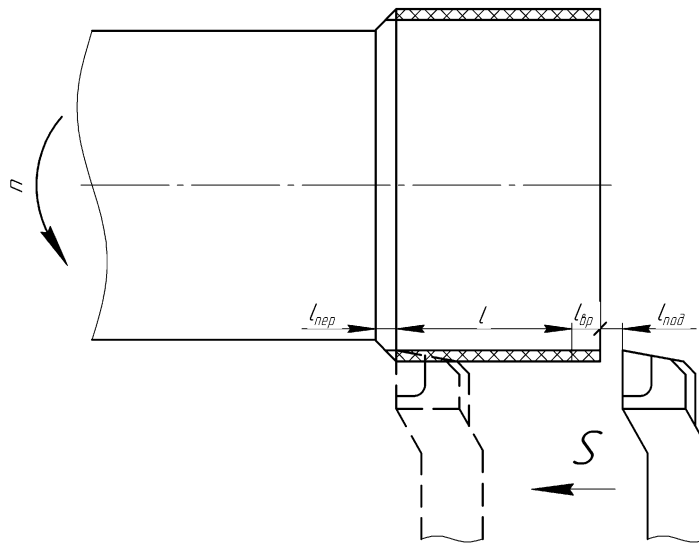
Токарная операция 4

Переход №1:



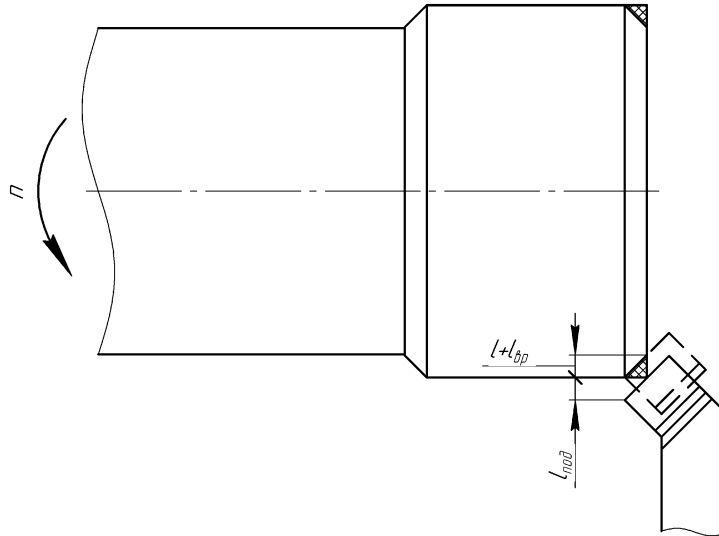
$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(68,5 + 1 + 1 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 273} = 1,75 \text{ мин};$$

Переход №2:



$$t_o = \frac{(l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} + l_{\text{под}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(47,81 + 2 + 1 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 234} = 1,48 \text{ мин};$$

Переход №3:



$$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1,66 + 0 + 0 + 1) \cdot 1}{0,15 \times 234} = 0,08 \text{ мин};$$

Фрезерная операция 5

Переход №1:

$$t_o = \frac{(l + l_{вп} + l_{пер} + l_{под}) \cdot i}{S_M} = \frac{(135 + 2,15 + 2 + 2) \cdot 2}{866} = 0,323 \text{ мин};$$

Так как значения расходятся не значительно, принимается время, полученное при расчете режимов. [24]

Переход №2:

$$t_o = T_o = 0,3335 \text{ мин};$$

Переход №3:

$$t_o = T_o = 0,3335 \text{ мин};$$

Переход №4:

$$\begin{aligned} t_o &= T_1 + T_2 + T_3 = \\ &= \frac{(l_1 + l_{вп1} + l_{пер1} + l_{под1}) \cdot i}{S_{M1}} + \frac{(l_2 + l_{вп2} + l_{пер2} + l_{под2}) \cdot i}{S_{M2}} + \frac{(l_3 + l_{вп3} + l_{пер3} + l_{под3}) \cdot i}{S_{M3}} = \\ &= \frac{(35,5 + 0,6 + 2 + 2) \cdot 1}{2160} + \frac{(35,5 + 0,6 + 2 + 2) \cdot 1}{2650} + \frac{(35,5 + 0 + 2 + 2) \cdot 1}{4160} = 0,043 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Так как значения расходятся не значительно, принимается время, полученное при расчете режимов. [24]

Переход №5:

$$t_o = T_1 + T_2 + T_3 = 0,0211 + 0,00035 + 0,0211 = 0,04255 \text{ мин;}$$

Переход №6:

$$t_o = T_1 + T_2 + T_3 = 0,0211 + 0,00035 + 0,0211 = 0,04255 \text{ мин;}$$

Переход №7:

$$t_o = T_1 + T_2 + T_3 = 0,0211 + 0,00035 + 0,0211 = 0,04255 \text{ мин;}$$

Переход №8:

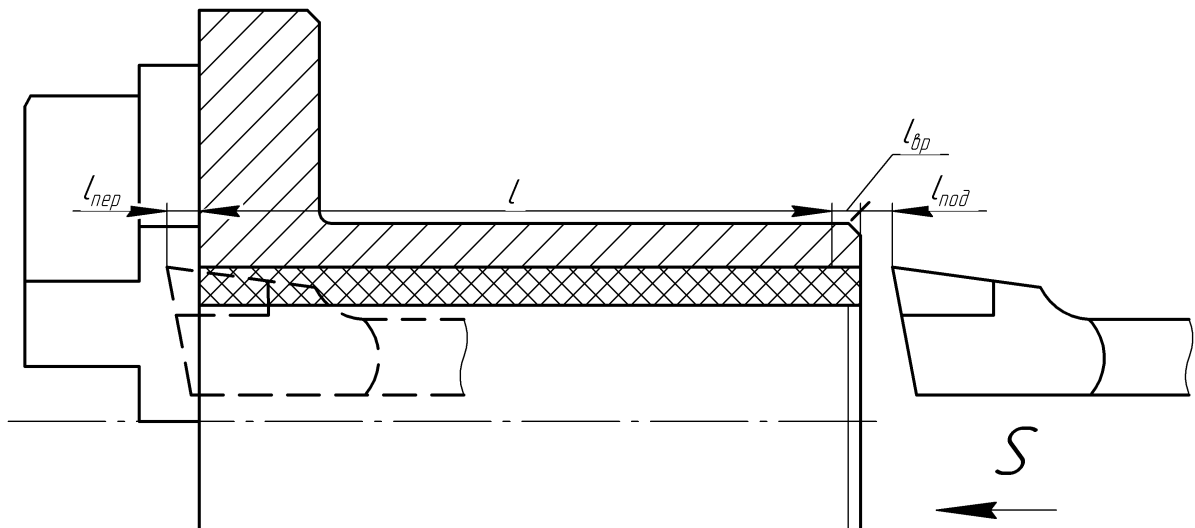
$$t_o = T_1 + T_2 + T_3 = 0,0211 + 0,00035 + 0,0211 = 0,04255 \text{ мин;}$$

Переход №9:

$$t_o = T_1 + T_2 + T_3 = 0,0211 + 0,00035 + 0,0211 = 0,04255 \text{ мин;}$$

Долбёжная операция б

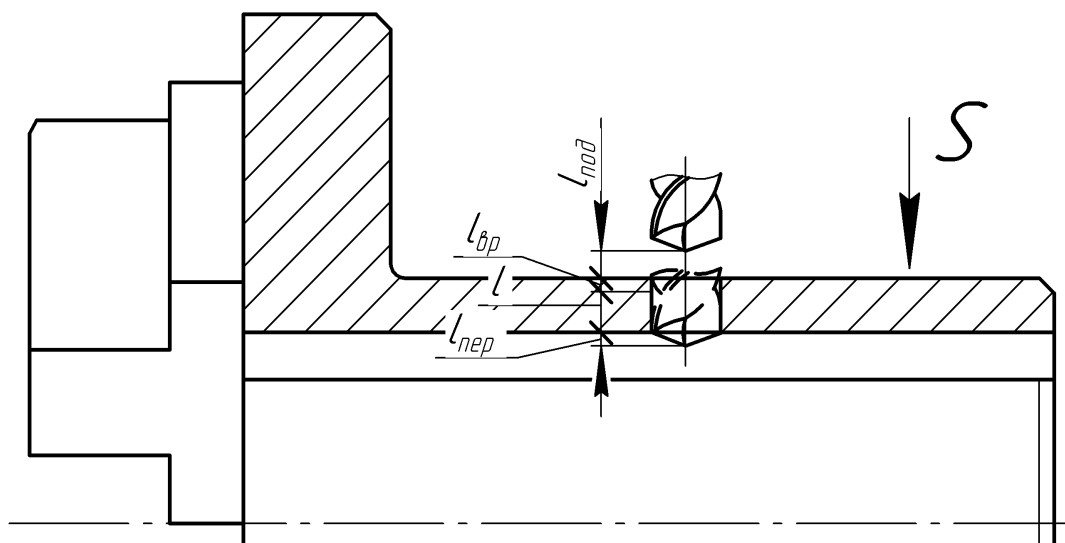
Переход №1:



$$t_o = \frac{(l + l_{вр} + l_{пер} + l_{подв}) \cdot i}{S} = \frac{(110 + 1 + 1 + 1) \cdot 46}{72,7} = 71,5 \text{ мин;}$$

Сверлильная операция 7

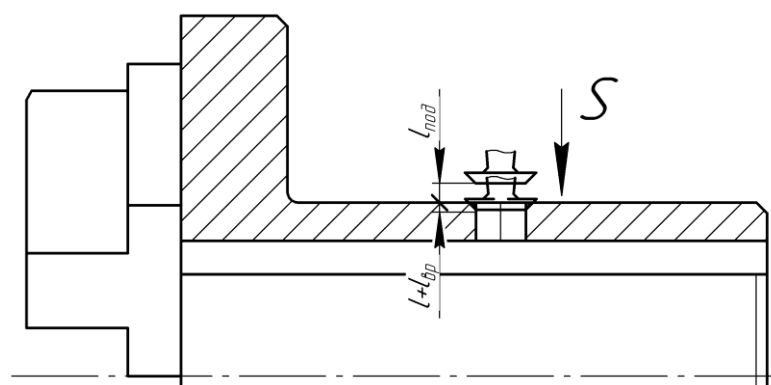
Переход №1:



$$t_o = T_o = 0,005 \text{ мин;}$$

Фрезерная операция 8

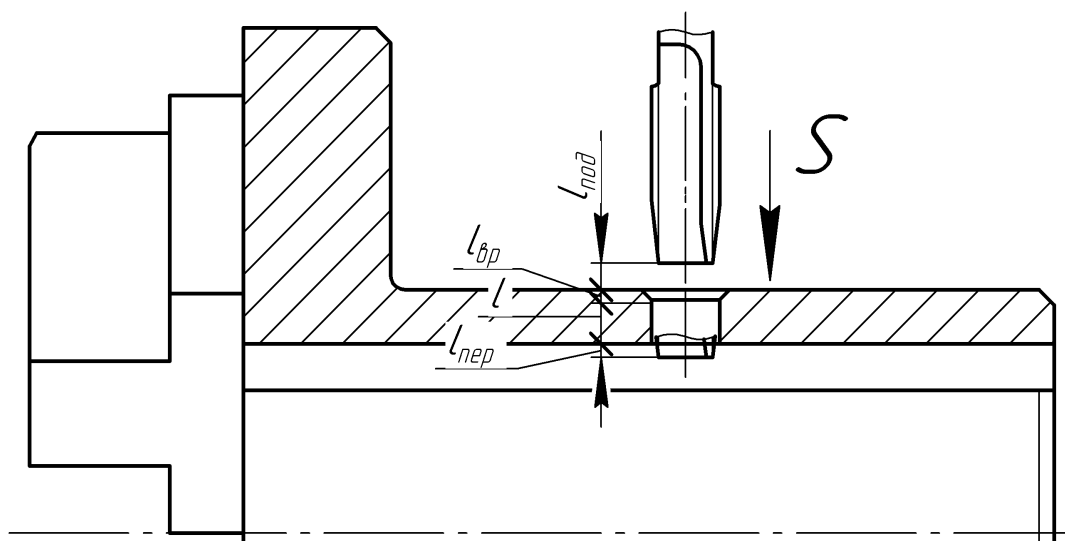
Переход №1:



$$t_o = T_o = 0,016 \text{ мин;}$$

Резьбонарезная операция 9

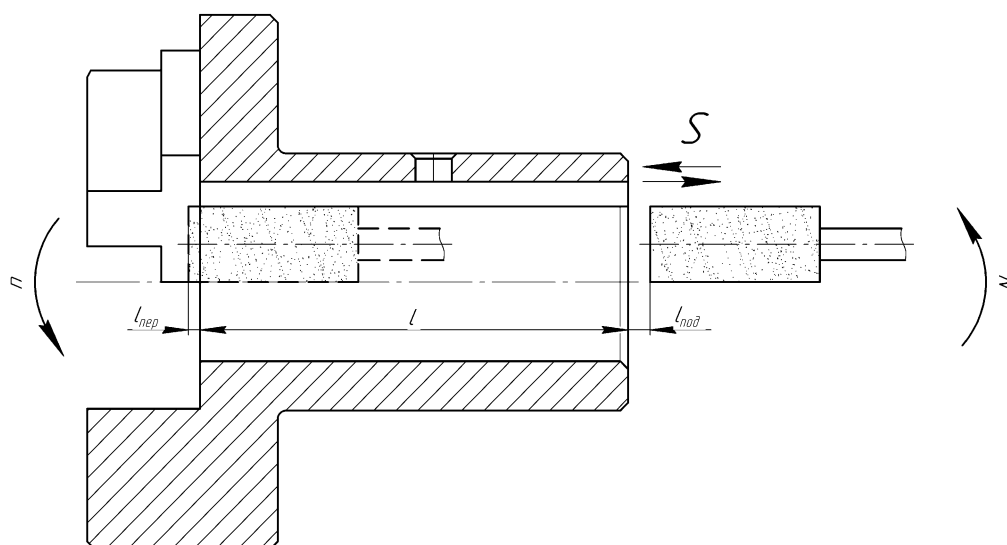
Переход №1:



$$t_o = T_o = 0,026 \text{ мин};$$

Внутришлифовальная операция 10

Переход №1:



$$t_o = \frac{L}{S_B B_{kn}} l K = \frac{110}{1,5 \cdot 32 \cdot 42} \cdot 1,5 = 66,95 \text{ мин};$$

Определение норм вспомогательного времени

Для определения норм вспомогательного времени воспользуемся имеющимися рекомендациями [26, 27, 28, 29].

Вспомогательное время для заготовительной операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, время на перемещение частей станка, время на измерение детали и времени на смену инструмента.

Поправочный коэффициент на штучное время в зависимости от партии обрабатываемых деталей $K_{\text{шт}} = 0,85$. [стр. 22, 26]

Поправочный коэффициент на установку деталей имеющих необработанную поверхность $K = 1,15$.

Вспомогательное время:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и.}}$$

Заготовительная операция 0:

$$t_{\text{всп}} = 2,84 \cdot 0,3 = 0,85 \text{ мин.}$$

Токарная операция 1:

$$t_{\text{всп}} = (t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и.}})K = (1,8 + 0,2 + 0,5 + 3,8 + 0,1 \cdot 5) \cdot 1,15 = 7,82 \text{ мин.}$$

Токарная операция 2:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и.}} = 1,8 + 0,2 + 0 + 3,8 + 0,1 \cdot 2 = 6 \text{ мин.}$$

Токарная операция 3:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и.}} = 2,5 + 0,2 + 0,5 + 10,5 + 0,1 \cdot 5 = 14,2 \text{ мин.}$$

Токарная операция 4:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}} + t_{\text{с.и.}} = 2,5 + 0,2 + 0 + 7 + 0,1 \cdot 3 = 10 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 5:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{изм}} = 0,64 + 10,5 = 11,14 \text{ мин.}$$

Долбёжная операция 6:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 4,5 + 0,5 + 9,5 = 14,5 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция 7:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{изм}} = 10 + 1 = 11 \text{ мин.}$$

Фрезерная операция 8:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{изм}} = 0 + 1 = 1 \text{ мин.}$$

Резьбонарезная 9:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{изм}} = 0 + 1 = 1 \text{ мин.}$$

Внутришлифовальная 10:

$$t_{\text{всп}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,9 + 0,5 + 5 = 6,4 \text{ мин.}$$

Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{\text{шт.к.}} = t_{\text{шт.}} + \frac{t_{\text{пз}}}{N}, \text{ где:}$$

$t_{\text{шт}}$ - штучное время, мин;

$t_{\text{пз}}$ - подготовительно заключительное время, мин;

N - число деталей в партии, шт.

В свою очередь штучное время определим:

$$t_{\text{шт.}} = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}}, [\text{стр. 5, 26}] \text{ где:}$$

$t_{\text{осн}}$ – основное время, мин;

$t_{\text{всп}}$ – норматив вспомогательного времени, мин;

Таким образом штучное время:

$$t_{\text{шт.}}^0 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (2,84 + 0,85) \cdot 0,85 = 3,14;$$

$$t_{\text{шт.}}^1 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (24,48 + 7,82) \cdot 0,85 = 27,46;$$

$$t_{\text{шт.}}^2 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (2,09 + 6) \cdot 0,85 = 6,88;$$

$$t_{\text{шт.}}^3 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (2,61 + 14,2) \cdot 0,85 = 14,29;$$

$$t_{\text{шт.}}^4 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (3,31 + 10) \cdot 0,85 = 11,32;$$

$$t_{\text{шт.}}^5 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (1,245 + 11,14) \cdot 0,85 = 10,53;$$

$$t_{\text{шт.}}^6 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (71,5 + 14,5) \cdot 0,85 = 73,1;$$

$$t_{\text{шт.}}^7 = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (0,047 + 13) \cdot 0,85 = 11,1;$$

$$t_{\text{шт.}}^{10} = (t_{\text{осн}} + t_{\text{всп}}) \cdot K_{\text{тш}} = (66,95 + 6,4) \cdot 0,85 = 67,95;$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций:

$$t_{пз}^0 = 20 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^1 = 10 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^2 = 10 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^3 = 10 \text{ мин};$$

$$t_{пз}^4 = 10 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^5 = 18 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^6 = 15 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^7 = 18 \text{ мин.}$$

$$t_{пз}^{10} = 25 \text{ мин.}$$

Таким образом штучно калькуляционное время составит:

$$t_{шт.к.}^0 = t_{шт.}^0 + \frac{t_{пз}^0}{N} = 3,14 + \frac{20}{92} = 3,36 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^1 = t_{шт.}^1 + \frac{t_{пз}^1}{N} = 27,46 + \frac{10}{92} = 27,56 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^2 = t_{шт.}^2 + \frac{t_{пз}^2}{N} = 6,88 + \frac{10}{92} = 6,98 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^3 = t_{шт.}^3 + \frac{t_{пз}^3}{N} = 14,29 + \frac{10}{92} = 14,4 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^4 = t_{шт.}^4 + \frac{t_{пз}^4}{N} = 11,32 + \frac{10}{92} = 11,43 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^5 = t_{шт.}^5 + \frac{t_{пз}^5}{N} = 10,53 + \frac{18}{92} = 10,73 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^6 = t_{шт.}^6 + \frac{t_{пз}^6}{N} = 73,1 + \frac{15}{92} = 73,26 \text{ мин};$$

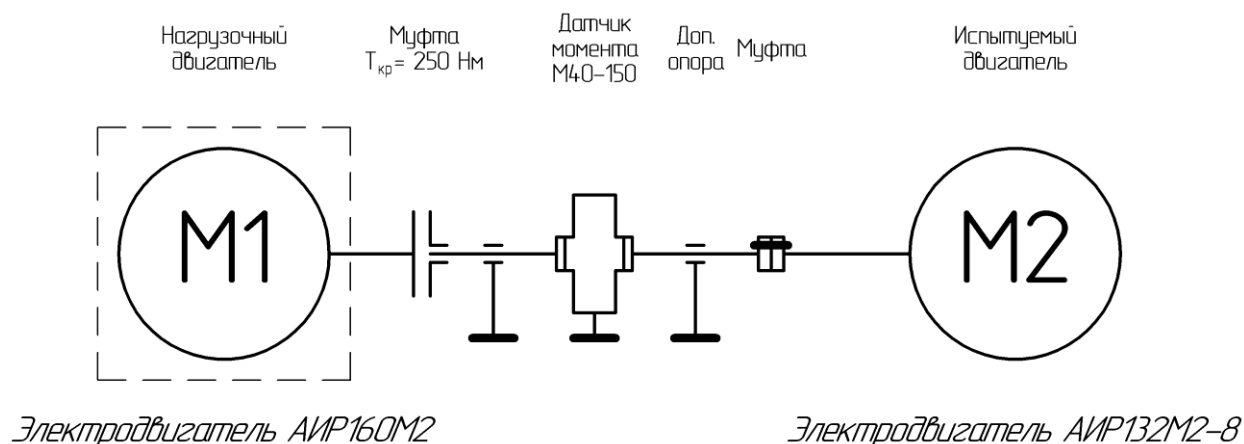
$$t_{шт.к.}^7 = t_{шт.}^7 + \frac{t_{пз}^7}{N} = 11,1 + \frac{18}{92} = 11,3 \text{ мин};$$

$$t_{шт.к.}^{10} = t_{шт.}^{10} + \frac{t_{пз}^{10}}{N} = 67,95 + \frac{25}{92} = 68,22 \text{ мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Задание:

Кинематическая схема



Общие требования

Назначение: стенд исследовательский, лабораторный.

1. Требования к быстротемности испытуемого двигателя не предъявляется.
2. Средства крепления испытуемого двигателя должны обеспечивать необходимую соосность валов испытуемого двигателя и стенда. Необходимость выставления соосности сторонними измерительными приборами не допускается.
3. Высокие требования к минимизации крутильных деформаций. Угловые зазоры не допускаются.
4. Расположение горизонтальное на станине, на виброопорах.
5. Нагрузочный двигатель: АИР160М2, исполнение комбинированное (фланец + лапы).
6. Датчик момента Тилком М40-150 с штатным комплектом компенсационных муфт.
7. Вращающиеся части должны иметь защитные кожухи. Защитные кожухи должны откидываться и иметь надёжные крепления.
8. Изготовленные части стенда должны иметь антикоррозийное покрытие.

Описание стенда:

Нагрузочный двигатель - электродвигатель трехфазный АИР160М2 относится к серии общепромышленных асинхронных электродвигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором. Этот электродвигатель имеет две схемы подключения (треугольник/звезда) в зависимости от напряжения токоподающей сети - 380/660 В. Мощность асинхронного электродвигателя АИР 160М2 составляет 18,5 кВт, а частота оборотов - 3000 об/мин. Высота оси вращения (габарит) электродвигателя АИР160 М2 - 160 мм, диаметр вала - 42 мм. Двигатель предназначен для работы в режиме S1 - продолжительный режим работы, при которой нагрузка на электродвигатель неизменная длительное время.

Испытуемые двигатели - электродвигатель трехфазный АИР132М2-8 относятся к серии общепромышленных асинхронных электродвигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором. Электродвигатели имеют две схемы подключения (треугольник/звезда) в зависимости от напряжения токоподающей сети - 380/660 В для М2, М4; 220/380 В для М6, М8. Мощность асинхронных электродвигателей составляет от 11 до 5,5 кВт, а частота оборотов – 2910 до 700 об/мин. Высота оси вращения (габарит) электродвигателя АИР132 М2 - 132 мм, диаметр вала - 38 мм. Двигатель предназначен для работы в режиме S1 - продолжительный режим работы, при которой нагрузка на электродвигатель неизменная длительное время.

Датчик момента М40-150 - датчик крутящего момента цифрового типа, предназначен для измерения крутящего момента в широком диапазоне номинальных значений от 0,1Нм до 150кНм и допускает использование при частотах вращения до 2000 об/мин.

Кулачковая муфта упругая со звездочкой предназначена для соосного соединения валов механизмов, например, таких как редуктора и электродвигателя. Муфта изготавливается из двух полумуфт, с внутренних сторон оснащенная ступицами-кулачками, между которыми заключен упругий элемент полиуретановая звездочка.

К преимуществу кулачковых муфт можно отнести их способность компенсировать удары на сжатие, устройство упругого элемента – звездочки муфты

позволяют также компенсировать незначительное угловые, осевые и радиальные смещение валов.

Кулачковая муфта способна гасить колебания, возникающие при вращении валов и способна передавать крутящий момент, соотносимый с зубчатыми муфтами, отличаясь при этом небольшими габаритами и малым весом. При работе кулачковые муфты не требуют, какого-либо обслуживания и способны работать круглосуточно без перерывов. Помимо всего прочего кулачковые муфты могут работать во взрывоопасной среде.

Рама – достаточно жесткая конструкция способная вместить измерительную аппаратуру стенда.

Стол – жесткое и устойчивое основание, с возможностью регулировки положения рабочей плоскости стенда.

Расчет валов:

Дано: $M_{160} = 58,89 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $M_{132} = 35,02 \text{ Н} \cdot \text{м}$; Материал заготовок: 40Х.

Расчёт диаметра вала:

$$W_p = \frac{M}{\tau_k}, \text{ при } \tau_k = 150 \text{ МПа};$$

$$W_p = \frac{58,89}{150} = 0,3926 \text{ см}^3;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,3926}{\pi}} = 1,26 \text{ см} = 12,6 \text{ мм}.$$

$$W_p = \frac{35,02}{150} = 0,2335 \text{ см}^3;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 0,2335}{\pi}} = 1,06 \text{ см} = 10,6 \text{ мм}.$$

В силу конструктивных особенностей, принимаются диаметры валов: $d_1 = 42$ мм, $d_2 = 38$ мм.

Расчет шпоночных соединений:

Согласно ГОСТ 23360-78, выбираются шпонки:

$\emptyset 42: 8 \times 12$; $\emptyset 38: 8 \times 12$.

Условие прочности на смятие:

$$M_{\text{кр max}} = 0,5 \cdot d \cdot k \cdot L \cdot [\sigma_{\text{см}}]$$

Условие прочности на срез:

$$M_{\text{кр max}} = 0,5 \cdot (d + k) \cdot b \cdot L \cdot [\tau_{\text{ср}}], \text{ где:}$$

d – диаметр вала, мм;

k – выступ шпонки от шпоночного паза, мм;

L – длина шпонки, мм;

$[\sigma_{\text{см}}]$ – допускаемое напряжение на смятие, МПа.

$[\tau_{\text{ср}}]$ – допускаемое напряжение на срез, МПа.

Принимается $[\sigma_{\text{см}}] = 120$ МПа, $[\tau_{\text{ср}}] = 60$ МПа, что соответствует стальному шпоночному материалу.

Для вала $\emptyset 42$

длина шпоночного соединения при расчете на смятие:

$$L = \frac{2 \cdot M}{d \cdot k \cdot [\sigma_{\text{см}}]} = \frac{2 \cdot 58,89}{42 \cdot 3 \cdot 120} = 0,008 \text{ мм};$$

длина шпоночного соединения при расчете на срез:

$$L = \frac{2 \cdot M}{(d + k) \cdot b \cdot [\tau_{\text{ср}}]} = \frac{2 \cdot 58,89}{(42 + 3) \cdot 8 \cdot 60} = 0,05 \text{ мм},$$

Следовательно принимается минимальная из существующих $L = 32$ мм.

Для вала $\emptyset 38$

длина шпоночного соединения при расчете на смятие:

$$L = \frac{2 \cdot M}{d \cdot k \cdot [\sigma_{\text{см}}]} = \frac{2 \cdot 35,02}{38 \cdot 3 \cdot 120} = 0,005 \text{ мм};$$

длина шпоночного соединения при расчете на срез:

$$L = \frac{2 \cdot M}{(d + k) \cdot b \cdot [\tau_{cp}]} = \frac{2 \cdot 35,02}{(38 + 3) \cdot 8 \cdot 60} = 0,04 \text{ мм},$$

Следовательно, принимается минимальная из существующих $L = 25 \text{ мм}$.

3. «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Группа	ФИО
8Л5А	Лаврентьев Константин Александрович

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Рассчитать стоимость материалов, оборудования, оплаты труда, отчислений, накладные расходы.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премии 30%. Надбавки 20%. Дополнительная заработная плата 12%. Накладные расходы 16%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы 30%.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ конкурентных технических решений	Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ
2. Планирование проекта	Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта
3. Формирование бюджета на затраты проекта	Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплаты, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы
Перечень графического материала:	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет НИ 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Скаковская Наталия Вячеславовна	Кандидат философских наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Лаврентьев Константин Александрович		

Введение

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по разработке стенда для испытания электродвигателей АИР с высотой вала 132, 160, затраты на возможную реализацию. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной конструкции, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала
- Определение возможных альтернатив
- Планирование научно-исследовательских работ
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Технология QuaD

Технология QuaD представляет собой инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке, а также позволяющий принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Таблица 9

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость сборки	0,06	75	100	0,75	0,045
2. Энергоэффективность	0,05	50	100	0,5	0,025
3. Универсальность конструкции	0,1	80	100	0,8	0,08
4. Простота контроля размеров	0,1	65	100	0,65	0,065
5. Потребность в специальных материалах	0,01	90	100	0,9	0,009
6. Такт выпуска изделия	0,1	30	100	0,3	0,03
7. Сложность исполнения	0,01	60	100	0,6	0,006
8. Трудоёмкость	0,04	50	100	0,5	0,02
9. Материалоёмкость	0,1	65	100	0,65	0,065
10. Безопасность	0,01	50	100	0,5	0,005
11. Экологичность	0,02	50	100	0,5	0,01
12. Технологичность	0,08	55	100	0,08	0,044
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,03	75	100	0,75	0,0225
1	2	3	4	5	6
14. Ликвидность	0,06	85	100	0,85	0,051
15. Перспективность рынка	0,07	90	100	0,9	0,063
16. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09

17. Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,1	0,001
18. Финансовая эффективность	0,02	60	100	0,6	0,012
19. Срок выхода на рынок	0,02	50	100	0,5	0,01
20. Наличие патента	0,01	10	100	0,1	0,001
Итого	1				0,6545

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot B_i, \text{ где}$$

$P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$P_{\text{ср}} = 0,6545$, значит технологический процесс имеет среднюю перспективность.

SWOT-анализ

Данный этап предназначен для выявления угроз, сильных и слабых сторон проекта.

Первой составляется матрица, используя выше полученные данные.

Таблица 10

	Сильные стороны: С1. Ряд конструктивных элементов просты в исполнении; С2. Использование эффективных методов сборки; С3. Низкое влияние человеческого фактора; С4. Требуется малая номенклатура материалов.	Слабые стороны: Сл1. Наличие малопрочных элементов; Сл2. Наличие нагрева в процессе работы; Сл3. Тонкое оборудование; Сл4. Необходимость изготовления ряда измененных стандартных изделий.
Возможности:		

В1. Сборка на любом предприятии; В2. Поддержка государством; В3. Увеличение такта выпуска; В4. Возможность удешевления конструкции.		
Угрозы: У1. Разработка более совершенной конструкции; У2. Изменение конструкции или требований; У3. Ограничения от государства; У4. Перенасыщение рынка; У5. Отсутствие спроса.		

Вторым этапом составляется матрица возможного взаимодействия возможностей (В), сильных сторон (С), слабых сторон (Сл) и угроз.

Таблица 11

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	0
	В2	+	+	-	+
	В3	+	0	-	-
	В4	+	-	0	+

Таблица 12

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	В1	0	+	+	-
	В2	0	0	0	0
	В3	+	0	-	0
	В4	-	-	-	+

Таблица 13

Сильные стороны проекта					
Угрозы		С1	С2	С3	С4
	У1	+	0	+	+
	У2	+	0	+	+
	У3	-	-	0	0
	У4	0	0	0	0
	У5	0	0	0	0

Таблица 14

Слабые стороны проекта					
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	+
	У2	+	-	+	+
	У3	-	-	+	+
	У4	0	0	-	-
	У5	0	0	-	-

Третий этап SWOT-анализа реализуется заполнением матрицы.

Таблица 15

	Сильные стороны: С1. Ряд конструктивных элементов просты в исполнении; С2. Использование эффективных методов сборки; С3. Низкое влияние человеческого фактора; С4. Требуется малая номенклатура материалов.	Слабые стороны: Сл1. Наличие малопрочных элементов; Сл2. Наличие нагрева в процессе работы; Сл3. Тонкое оборудование; Сл4. Необходимость изготовления ряда измененных стандартных изделий.
Возможности: В1. Сборка на любом предприятии; В2. Поддержка государством; В3. Увеличение такта выпуска; В4. Возможность удешевления конструкции.	В1С1С2С3; В2С1С2С4; В3С1; В4С1С4.	В1Сл2Сл3; В3Сл1; В4С4.

Угрозы: У1. Разработка более совершенной конструкции; У2. Изменение конструкции или требований; У3. Ограничения от государства; У4. Перенасыщение рынка; У5. Отсутствие спроса.	У1С1С3С4; У2С1С3С4.	У1Сл1Сл2Сл3Сл4; У2Сл1Сл3Сл4; У3Сл3Сл4.
--	------------------------	--

Определение возможных альтернатив

Возможно использовать в качестве заготовки не прокат, а листовой материал. Тем самым уменьшив номенклатуру требуемых материалов.

Планирование научно-исследовательских работ

Структура работ

Данный этап характеризуется планированием работ по разработке технологического процесса, анализом трудоёмкости и необходимых средств для реализации проекта.

Таблица 16

Основные этапы	№ раб	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Конструктор
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Выбор способов обработки	Инженер
Технологическая часть	4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер
	5	Определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Инженер
	7	Составление технологического процесса	Инженер
	8	Назначение допусков	Инженер

	9	Расчет припусков	Инженер
	10	Размерный анализ	Инженер
	11	Выбор режимов резания	Инженер
	12	Выбор технологической оснастки	Инженер
	13	Нормирование времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Разработка 3D модели	Инженер
	15	Разработка сборки станда	Инженер
	16	Расчет модели в САЕ системе	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оценка качества исполнения	Руководитель, Инженер, Конструктор

Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной статьёй расходов разработки, и потому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого участника исследования.

Трудоёмкость выполнения оценивается экспертным путём в человеко-днях, характеризуется вероятностным характером, по причине зависимости от множества трудно оцениваемых факторов.

$$t_{ожи} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{макс i}}{5}, \text{ где:}$$

$t_{ожи}$ — ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы [чел.-дн];

$t_{мин i}$ — минимально возможная трудоёмкость заданной i -ой работы [чел.-дн];

$t_{макс i}$ — максимально возможная трудоёмкость заданной i -ой работы [чел.-дн].

Таблица 17

№ работы	$t_{мин i}$, чел.-дн.	$t_{макс i}$, чел.-дн.	$t_{ожи}$, чел.-дн.
1	1	3	1,8
2	1	2	1,4
3	1	2	1,4

4	1	2	1,4
5	1	2	1,4
6	1	2	1,4
7	3	5	3,8
8	1	2	1,4
9	1	2	1,4
10	2	3	2,4
11	3	4	3,4
12	2	3	2,4
13	2	3	2,4
14	1	2	1,4
15	2	3	2,4
16	1	3	1,8
17	2	4	2,8

Основываясь на ожидаемой трудоёмкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_p = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \text{ где:}$$

T_{pi} – продолжительность i -ой работы, [чел-дн];

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой задачи, [чел-дн];

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

Таблица 18

№ п/п	$t_{ожі}$, чел.-дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.дн.
1	1,8	2	0,9
2	1,4	1	1,4
3	1,4	1	1,4
4	1,4	1	1,4
5	1,4	1	1,4
6	1,4	1	1,4
7	3,8	1	3,8
8	1,4	1	1,4
9	1,4	1	1,4
10	2,4	1	2,4
11	3,4	1	3,4

12	2,4	1	2,4
13	2,4	1	2,4
14	1,4	1	1,4
15	2,4	1	2,4
16	1,8	1	1,8
17	2,8	3	0,93

Разработка графика проведения научного исследования

Построение графика Гантта требует временных показателей выполнения. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов переводят в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \text{ где:}$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ — коэффициент календарности равен 1,48.

Таблица 19

Содержание работы	Трудоемкость работ, [чел-дн]			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож}i}$		
1	1	3	1,8	0,9	2
2	1	2	1,4	1,4	3
3	1	2	1,4	1,4	3
4	1	2	1,4	1,4	3
5	1	2	1,4	1,4	3
6	1	2	1,4	1,4	3
7	3	5	3,8	3,8	6
8	1	2	1,4	1,4	2
9	1	2	1,4	1,4	3
10	2	3	2,4	2,4	4
11	3	4	3,4	3,4	6
12	2	3	2,4	2,4	4
13	2	3	2,4	2,4	4
14	1	2	1,4	1,4	3
15	2	3	2,4	2,4	4
16	1	3	1,8	1,8	3
17	2	4	2,8	0,93	2

На основании полученных данных составляется график Ганта. Так как производится анализ проведённой работы, сроки на составление технологического процесса ставятся с 18 февраля до 15 апреля.

№	Содержание работы	Должность исполнителя	Т _{кал}	Месяц					
				Февр.	Март			Апрель	
				1	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2						
2	Ознакомление с литературой	Руководитель, инженер	3						
3	Выбор способов обработки	Инженер	3						
4	Анализ конструкции и технологичности	Инженер	3						
5	Определение типа производства	Инженер	3						
6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер	3						
7	Составление технологического процесса	Инженер	6						
8	Назначение допусков	Инженер	2						
9	Расчет припусков	Инженер	3						
10	Размерный анализ	Инженер	4						

11	Выбор режимов резания	Инженер	6						
12	Выбор технологической оснастки	Руководитель инженер	4						
13	Нормирование времени	Инженер	4						
14	Разработка 3D модели	Инженер	3						
15	Разработка сборки станда	Инженер	4						
16	Расчет модели в САЕ системе	Инженер	3						
17	Оценка качества исполнения	Руководитель инженер	2						

Бюджет научно-технического исследования

Расчет материальных затрат НТИ

Таблица 20

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за кг (шт)	Затраты на материалы
Сталь 10	руб/кг	227	47	10669
Шпонка	Руб/шт	6	100	600
Болт	Руб/шт	22	100	2200
Гайка	Руб/шт	10	10	100
Подшипник	Руб/шт	4	150	600
Кольца	Руб/шт	4	100	400
Штифт	Руб/шт	8	50	400
Шайба	Руб/шт	24	180	4320
АИР160М2	Шт	1	30000	30000
АИР132М2-8	Шт	4	20000	80000
М40-150	Шт	1	25800	25800
Итого				155000

Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В статье приведены расходы, на станки и режущий инструмент, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Таблица 21

№	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования	Общая стоимость оборудования	
		тыс. руб	тыс. руб	
			Исп1	Исп2
1	ЭВМ	50	100	100
2	сварочный полуавтомат brima mig/мма-315-1	60	240	120
3	набор комбинированных гаечных ключей, 26 шт. jonnesway w26126s	10	40	20
4	набор отверток, stayer "professional""protech" 25134-h18_z01	1	4	2
5	dewalt дрель-шуруповерт dcd710c2ks	7	14	14
6	электроды	2	10	10
7	aqc-s001nm динамометрический ключ в наборе со сменными насадками, 11пр., 40-210нм	10	10	10
Итого, тыс.руб.			418	276

Основная заработная плата исполнителей

В данный раздел входит заработная плата людей, причастных к исполнению темы заработная плата приведена с учетом районного коэффициента.

Таблица 22

№	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.дн.	ЗП на 1 чел.дн., тыс.руб.	Всего заработная плата по тарифу.
1	Студент(ассистент)	56	0,83	46,48
2	Преподаватель(ассистент)	11	1,55	17,05
Итого				63,53

Дополнительная заработная плата исполнителей

Дополнительная заработная плата не входит в бюджет, так как не проводилось работ в условиях труда отличных от нормальных.

Отчисления во внебюджетные фонды

На 2014г. в соответствии 212-ФЗ от 24.07.2009 установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании п.1 ст.58 212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 23

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	17 050
Студент-дипломник	46 480
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271
итого	
17216,63	

Расчет затрат на научные и производственные командировки

Не предусмотрены, затраты на реализацию в бюджет не входят.

Контрагентные расходы

Сторонних исполнителей не привлекалось, следовательно, контрагентные расходы в бюджет не входят.

Накладные расходы

Составляют 16% от числа всех расходов.

Формирование бюджета

Таблица 24

№	Наименование статьи	Сумма, руб.	
		Исп1	Исп2
1	Матеральные затраты НТИ	155000	155000
2	Затраты на специальное оборудование для научных работ	418423,6	275931,7
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	65530	65530
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	0	
5	Отчисления во внебюджетные фонды	17216,63	17216,63
6	Затраты на научные и производственные командировки	0	
7	Контрагентные расходы	0	
8	Накладные расходы	99227,25	79308,53
9	Бюджет затрат НТИ	719397,12	574986,87

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

Данный раздел служит для сравнения реально действующего технологического процесса с разработанным.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \text{ где:}$$

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

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

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{719397,12}{719397,12} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{574986,87}{719397,12} = 0,799.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Таблица 25

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Объект	
		Исп.1	Исп.2
1. Надежность	0,2	5	5
2. Материалоемкость	0,2	3	5
3. Сложность исполнения	0,1	3	4
4. Технологичность	0,3	4	4

5. Энергоёмкость	0,05	3	5
6. Качество исполнения	0,15	5	5
Итого	1		

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 3 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,15 = 4;$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,15 = 4,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{p-\text{исп.}i}}{I_{\text{финр}}};$$

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{4}{1} = 4;$$

$$I_{\text{исп.}2} = \frac{4,6}{0,799} = 5,76;$$

Сравнительная эффективность проекта:

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

Таблица 26

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,799
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	4,6
3	Интегральный показатель эффективности	4	5,76
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,695	

Таким образом наиболее эффективным вариантом технологического процесса является второе исполнение. Так же второе исполнение является предпочтительным

потому как не требуется дополнительное оборудование и возможно обойтись стандартным сырьём.

Вывод:

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 56 дней.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 574986,87рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале $I_p = 4,6$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных данных выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ» 4. «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15А	Лаврентьеву Константину Александровичу

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

Тема ВКР:

Разработка стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Установка для испытания электродвигателей. Применяется на итоговом этапе контроля готовности выпускаемой продукции.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ; ГОСТ 12.1.003-83; СП 52.13330.2016; СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03; СанПиН 2.2.4.3359–16; ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ; ГН 2.2.5.3532-18.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Отклонение показателей микроклимата; Превышение уровня шума; Отсутствие или недостаток естественного света; Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; Недостаточная освещенность рабочей зоны; Повышенные значения показателей электромагнитных полей; Повышенное значение вредных веществ.
3. Экологическая безопасность:	Утилизация оборудования.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возникновение пожара.
--	-----------------------

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е.В.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5А	Лаврентьев Константин Александрович		

Введение

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека в процессе разработки стенда для испытания электродвигателей серии АИР. Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся на его территории оборудование (ПК).

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Вопросы обеспечения безопасности регламентируются следующими нормативными документами:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019);
2. [ГОСТ 12.2.032-78](#) ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования;
3. [ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009](#). Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком;
4. [ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009](#). Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи;
5. [ГОСТ Р ИСО 9355-3-2010](#). Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 3. Механизмы управления;
6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Данный раздел характеризуется следующими нормативными документами:

7. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности;
8. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
9. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности;
10. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление;
11. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов;
12. ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
13. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
14. Р 2.2.2006–05. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда;
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
16. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;
17. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах;

18. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003;
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*;
20. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

Профессиональная социальная безопасность

Таблица 27 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные Документы
	Разра- ботка	Изгото- вление	Эксплу- атация	
1. Отклонение показателей микроклимата	-	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
2. Превышение уровня шума	-	+	+	ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности.»
3. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов.
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	+	+	СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

6. Повышенные значения показателей электромагнитных полей	+	+	+	ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.
7. Повышенное значение вредных веществ.	+	+	-	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.3532-18.

Анализ опасных и вредных производственных факторов

Микроклимат

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами: 1) относительная влажность воздуха; 2) скорость движения воздуха; 3) температура воздуха; 4) интенсивность теплового излучения.

Источником возникновения факторов является совокупность факторов периода года и процессов жизнедеятельности рабочих.

Параметры регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице.

Таблица – 28 требования ГОСТ 12.1.005-88

Период	Категория	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
холодный	лёгкая	21-23	40-60	0,1
тёплый	лёгкая	22-24	40-60	0,2

Основными мероприятиями по оптимизации микроклимата и состава воздуха в рабочей зоне бюро является обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

Шум

Источником шума может служить вентиляция производственных помещений, в которых производится разработка стенда, предназначенная для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования.

Шум имеет вредное воздействие на здоровье людей. Человек, работающий в шумном месте может привыкнуть к нему, но длительное воздействие громкого шума вызывает общую усталость и может привести к ухудшению слуха.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32- 2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБ. В настоящем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБ. При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть системы коллективной защиты (СКЗ) и системы индивидуальной защиты (СИЗ).

СКЗ: Использование отдельного помещения для ряда шумоёмких работ; использование шумоподавителей и звукоизоляции, или же перенаправление звукового пучка в звукоуловитель. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %;

СИЗ: применение спецодежды и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Освещённость

Недостаток освещённости может быть получен в результате некорректного расположения осветительных приборов и/или некорректным использованием помещения.

Согласно СП 52.13330.2016 при разработке конструкторской документации для испытательного стенда, работе, за персональным компьютером и столом допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже

или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Блесткость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок также является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м². Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70.

Электромагнитные поля

Источником электромагнитных полей являются источники тока, которые используются при эксплуатации стенда, скрутки проводов, электроприборы. Любое направленное движение электронов.

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудование, источники индукционного тока.

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ). Энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать указанных значений.

СКЗ: защита расстоянием; • снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения; • экранирование источника; • защита рабочего места от излучения;

СИЗ: средства защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят спецодежду, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Вредные вещества

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе бюро ГН 2.2.5.1313-03". Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Во время печати и/или копирования, конструкторской документации стенда, выделяются органические вещества. Наиболее опасным веществом является озон.

Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека, однако при постоянной работе копиров и принтером концентрация превышает допустимую, в локальном масштабе. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно нормам, утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности, величина ПДК = $0,1 \text{ мг/м}^3$, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

СКЗ – вентиляция.

СИЗ – респиратор.

Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Для снижения уровня опасных воздействий на конструктора, разрабатывающего стенд, таких как: превышение уровня шума, ПДК вредных веществ, недостаточная или излишняя освещенность на рабочем месте, превышение значений электромагнитных полей, необходимо в обязательном порядке провести инструктаж рабочего о основных методах и средствах защиты от вредных факторов, обеспечить его, рабочего, всем необходимым в достаточной мере, иметь на складе запас СИЗ. Оборудовать помещения СКЗ и разнести наиболее вредоносные факторы от спокойных рабочих зон. Использовать кондиционеры со сменными фильтрами для обеспечения параметром микроклимата. На каждом рабочем месте оборудовать индивидуальное средство освещения согласно нормам, а окна оборудовать плотными светонепропускающими шторами с возможностью регулировки пропускаемого света. Оборудовать здание поэтажно регулирующими и корректирующими распределительными коробками, для своевременного отключения электроснабжения в случае ЧС. Каждую ЭВМ оборудовать источником бесперебойного питания, для предотвращения износа управляющих контуров и снижения вероятности КЗ в используемом оборудовании. Обеспечить необходимый и достаточный уровень проветривания помещения, выражающийся в объеме поступающего свежего воздуха и убытия использованного, соблюдать режим работы для предотвращения накапливания вредных веществ в нерабочий период. Проводить тщательную влажную уборку для предотвращения оседания вредных веществ на рабочих поверхностях. Дважды квартал проводится ревизионная проверка. Все действия проводятся согласно норм, ГОСТов и СанПиНов в регулируемых областях.

Экологическая безопасность

При изготовлении испытательного стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160 используются металлы, преимущественно сталь. Под влиянием погодных условий металлы образуют химические связи с углеводородами и соединениями хлора. Местом появления могут быть места соприкосновения стальных поверхностей с упругими элементами муфтовых соединений и виброопор, содержащих резину. Итогом являются токсичные вещества, которые влияют как на здоровье человека, так и на окружающую среду, от гидросферы до литосферы, путём испарения. Регулируются СанПиН 2.1.6.1032-01. «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». При непотребной утилизации вышедшие из строя или списанные детали стенда представляют собой серьезную опасность для экологии. В связи с наличием электрических схем и иных компонентов, такие аппараты по истечении сроков эксплуатации должны быть утилизированы согласно ГОСТ 30773- 2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения». Утилизация согласно ГОСТ Р 54564-2011 «Лом и отходы цветных металлов и сплавов. Общие технические условия».

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями на производственном предприятии, могут быть пожары. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

При выполнении работы большая часть времени проводилась в 16А корпусе. В аудитории № 223 проводилась разработка конструкции «Стенд для испытания электродвигателей АИР с высотой вала 132, 160», относится к категории В. Причинами пожара могут быть: токи короткого замыкания, электрические перегрузки, выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов, курение в неположенных местах.

Возгорание, вызванное коротким замыканием в электрической сети.

Согласно ФЗ №68 «о защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», предприятия должны действовать в соответствии с разработанными мероприятиями по защите работников от ЧС.

Вывод

Анализ факторов, требований рекомендаций и результатов установленных и запланированных мероприятий, в данной работе может быть использован в реальных условиях изготовления и сборки стенда. Проект отвечает всем требованиям и нормам безопасности, что означает его готовность к передаче потребителю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы была разработана конструкция стенда для испытания электродвигателей серии АИР с высотой вала 132, 160. Разработана схема сборки стенда.

Проведен финансовый анализ технологического процесса, составлен график разработки. Произведено сравнение действующей конструкции и разработанной с финансовой точки зрения.

Проведен анализ вредных факторов, которые возникают при изготовлении стенда и отклонение этих факторов от норм. Также было проанализировано влияние производства на окружающую среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачев 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. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова— 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 2003. 496 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. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и серийное производство. Часть I. Токарно-винторезные и токарно-карусельные станки. – НИИ Труда, 1989. 427с.
6. ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия.
7. ГОСТ 18877-73 Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
8. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
9. ГОСТ 18879-73 Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
10. ГОСТ 18880-73 Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 4010-77 Сверла спиральные с цилиндрическим хвостовиком. Короткая серия. Основные размеры.
12. ГОСТ 18883-73 Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.

13. ГОСТ 24351-80 Патроны токарные самоцентрирующие трех- и двухкулачковые клиновые и рычажно-клиновые. Основные размеры.
14. ГОСТ 10046-72 Резцы долбежные из быстрорежущей стали. Конструкция и размеры.
15. ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия.
16. ГОСТ Р 52781-2007 Круги шлифовальные и заточные. Технические условия.
17. ГОСТ 3266-81 Метчики машинные и ручные. Конструкция и размеры.
18. ГОСТ 12195-66 Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция.
19. ГОСТ 14810-69 Калибры-пробки гладкие двусторонние со вставками диаметром свыше 3 до 50 мм. Конструкция и размеры.
20. ГОСТ 24109-80 Калибры для шпоночных соединений. Допуски.
21. ГОСТ 24121-80 Калибры пазовые для размеров св. 3 до 50 мм. Конструкция и размеры.
22. ГОСТ 2875-88 Меры плоского угла призматические. Общие технические условия.
23. ГОСТ 3749-77 Угольники поверочные 90°. Технические условия.
24. <https://www.sandvik.coromant.com>
25. Режимы резания металлов. Справочник. Под редакцией Ю.В. Барановский. 3-е изд., перераб. и доп. М.:Машиностроение, 1972. 409 с.
26. Межотраслевые укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на токарно-винторезных станках (единичное и мелкосерийное производство). Москва 2003. 306 с.
27. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Часть II. Фрезерные станки. Москва Экономика 1988. 240 с.

28. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Единичное, мелкосерийное и среднесерийное производство. Часть IV. Строгальные и долбежные станки. Москва Экономика 1989. 207 с.

29. Межотраслевые укрупнённые нормативы времени на работы, выполняемые на шлифовальных станках (единичное и мелкосерийное производство). Москва 2004. 226 с.

30. Общемашиностроительные нормативы времени на заготовительные работы по металлоконструкциям. Москва 1991. 237с.

ПРИЛОЖЕНИЕ №1

СПЕЦИФИКАЦИЯ К СБОРОЧНОМУ ЧЕРТЕЖУ СТЕНДА

[illegible]

[illegible]