

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления вала электродвигателя и оснастки.

УДК 621.824:621.313.13-047.84.001.66

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Киселёв Сергей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Исполняющий обязанности	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017г.

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 И. О. Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) Видьнин А.Д.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Киселёву Сергею Сергеевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления вала электродвигателя и оснастки.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.04.2017 №2771/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертёж детали, годовая программа выпуска 1200 штук в год, материал детали сталь 20Х13
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Определение типа производства, составление маршрута обработки, размерный анализ технологического процесса, обзор научно-технической литературы, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.
Перечень графического материала	Чертёж детали, 3D модель детали, карты технологического процесса, размерный анализ

	технологического процесса, чертёж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический	Коротков Владимир Сергеевич
Конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	15.02.2017 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Киселёв Сергей Сергеевич		

Оглавление

Введение.....	6
1. Технологическая часть.....	7
1.1. Исходные данные. Назначение детали и её конструкторско- технологическое описание.....	7
1.2. Определение типа производства, форм и методов организации работ.....	9
1.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	12
1.4. Выбор типового технологического процесса или аналога единичного.....	13
1.5. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления.....	14
1.6. Проектирование технологического процесса изготовления детали	15
1.6.1. Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций.....	15
1.6.2. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	20
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	41
1.8. Расчет и назначение режимов обработки.....	48
1.9. Нормирование технологического процесса.....	54
1.10. Расчёт технологической стоимости изготовления детали.....	60
2. Конструкторская часть.....	62
2.1. Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	62
2.2. Выбор базовой конструкции и описание работы приспособления.....	63
2.3. Разработка схемы установки заготовки в приспособлении и расчёт погрешности базирования.....	65
2.4. Расчет приспособления на точность.....	67
2.5. Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку.....	68
2.6. Выбор зажимных элементов, определение сил зажима.....	69
2.7. Выбор и расчёт силового привода.....	70
2.8. Проектирование технологии сборки приспособления.....	71
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	73
3.1. Потенциальные потребители технологического процесса.....	73
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	74
3.3. Структура работ в рамках научного исследования.....	76
3.4. Определение трудоёмкости выполнения работ.....	77

3.5. Разработка графика проведения научного исследования.....	79
3.6. Бюджет разработки технологического процесса изготовления детали «Вал электродвигателя».....	84
3.6.1. Расчет материальных затрат.....	84
3.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы.....	85
3.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	87
3.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды.....	87
3.6.5. Накладные расходы.....	88
3.6.6. Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта.....	88
3.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	89
4. Социальная ответственность	
4.1. Производственная безопасность.....	92
4.2. Анализ опасных факторов воздействующих на человека.....	93
4.2.1. Недостаток освещённости.....	94
4.2.2. Повышенный уровень шума.....	95
4.2.3. Отклонения показателей микроклимата.....	96
4.2.4. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	97
4.2.5. Электробезопасность.....	98
4.2.6. Пожарная безопасность.....	101
4.3. Экологическая безопасность.....	105
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	105
4.5. Перечень нормативных документов	108
Заключение.....	113
Список использованных источников.....	114
Приложение.....	115

Введение

В настоящее время системы вентиляции используются повсеместно, начиная от жилых помещений заканчивая космическими аппаратами. «Научно производственный центр «Полюс» разрабатывает системы вентиляции различных размеров, которые используются на нефтяных месторождениях, топливно-энергетических комплексах и в военной технике. В связи с этим возрастает спрос и на электродвигатели небольших размеров для компактных систем вентиляции. Составной частью конструкции электродвигателя является вал ротора. Поэтому в выпускной работе рассматриваются вопросы, связанные с проектированием технологического процесса изготовления вала для асинхронного электродвигателя.

Выпускная квалификационная работа состоит из четырех частей: технологической, конструкторской, Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальной ответственности.

В технологической части определен тип производства, выполнен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологического процесс изготовления детали «Вал электродвигателя», выполнен размерный анализ технологического процесса.

В конструкторской часть: спроектировано станочное приспособление для фрезерования шпоночных пазов на вертикально-фрезерном станке.

В части финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: выполнен расчёт необходимых затрат на проектирование технологического процесса.

В части социальная ответственность: выявлены опасные факторы, возникающие при работе технолога, пути их своевременного устранения и обеспечения условий охраны труда работника.

1. Технологическая часть

1.1. Исходные данные. Назначение детали и её конструкторско-техническое описание

В данной работе необходимо разработать технологический процесс изготовления вала электродвигателя, работа которого осуществляется от трёх фазной сети переменного тока напряжением 380В. для современных компактных систем вентиляции.

Вал изготавливается из коррозионно-стойкой жаропрочной стали 20Х13 с последующей термообработкой в вакуумной печи до 36-42 HRC. Вал имеет наименьшую шероховатость для посадки подшипников, а так же для посадки короткозамкнутого ротора. $R_a=1.25$ мкм.

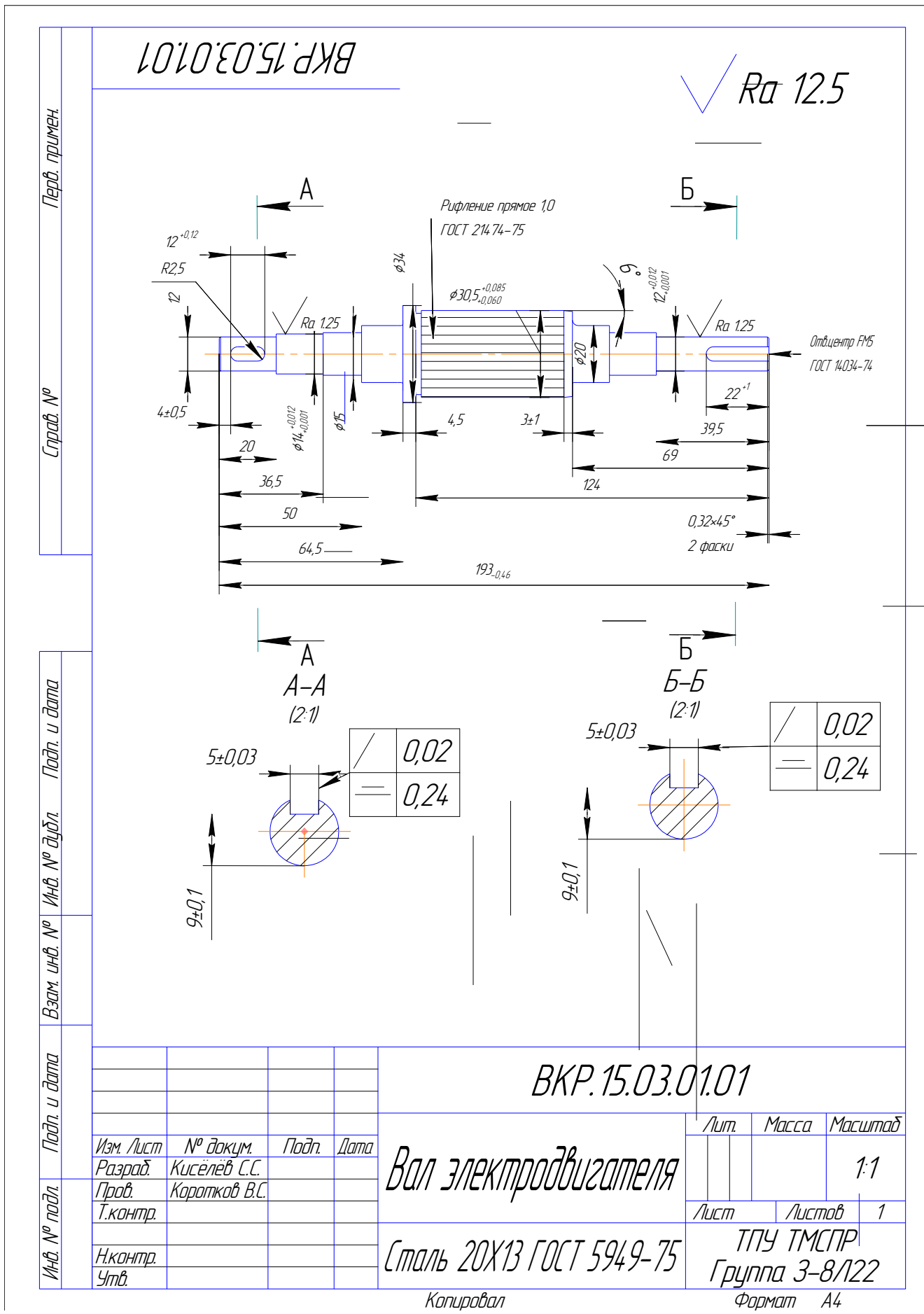


Рис. 1 Чертеж детали

1.2. Определение типа производств, форм и методов организации работ

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

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

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

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_{\theta} = \frac{F_{\theta}}{N_{\theta}},$$

где F_{θ} – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_{θ} – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл.5 [1,стр.23] при односменном режиме работы: $F_{\theta} = 2030$ ч. Тогда

$$t_{\theta} = \frac{F_{\theta}}{N_{\theta}} = \frac{2030 \times 60}{1200} = 101.5 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

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

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 3 операции ($n=4$): токарную, фрезерную, круглошлифовальную операции (см. операционную карту).

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

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

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

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

Для токарных: $\varphi_k = 2,14$;

для фрезерной $\varphi_k = 1,84$,

для шлифовальной : $\varphi_k = 2,10$,

Основное технологическое время 015 токарной операции (установ А)

$$T_0 = 3 \cdot 0.17 \text{dl} + 2 \cdot 0.17 \text{dl} + 4 \cdot 0.17 \text{dl} + 2 \cdot 0.17 \text{dl} + 0.17 \text{dl} + 0.21 \text{dl}$$

$$T_0 = 3 \cdot 0.17 \cdot 34 \cdot 130 + 2 \cdot 0.17 \cdot 31 \cdot 134 + 4 \cdot 0.17 \cdot 20 \cdot 69 + 2 \cdot 0.17 \cdot 14.5 \cdot 56 + 0.21 \cdot 12 \cdot 39.5 = 4,9 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{\text{ш.к А}} = \varphi_k \cdot T_0 = 2,14 \cdot 4,9 = 10,4 \text{ мин}$$

Основное технологическое время 015 токарной операции (установ Б)

$$T_0 = 10 \cdot 0.17 \text{dl} + 2 \cdot 0.17 \text{dl} + 0.17 \text{dl} + 2 \cdot 0.17 \text{dl} + 0.21 \text{dl}$$

$$T_0 = 10 \cdot 0.17 \cdot 20 \cdot 64,5 + 2 \cdot 0.17 \cdot 15 \cdot 50 + 0.17 \cdot 14,5 \cdot 33,5 + 0.17 \cdot 12 \cdot 20 = 2,5 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. (3):

$$T_{\text{ш.к А}} = \varphi_k \cdot T_0 = 2,14 \cdot 2,5 = 5,35 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время 025 фрезерной операции

$$T_0 = 7 \cdot 1 + 7 \cdot 1 = 7 \cdot 12 + 7 \cdot 22 = 0.23 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{\text{ш.к}} = \varphi_k \cdot T_0 = 1,84 \cdot 0,23 = 0,42 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время 055 круглошлифовальной операции

$$T_0 = 8 \cdot 0,15 \text{dl} + 8 \cdot 0,15 \text{dl} + 8 \cdot 0,15 \text{dl} = 8 \cdot 0,15 \cdot 14 \cdot 16.5 + 8 \cdot 0,15 \cdot 31.5 \cdot 55 + 8 \cdot 0,15 \cdot 14 \cdot 16.5 = 2.6 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{\text{ш.к}} = \varphi_k \cdot T_0 = 2,10 \cdot 2.6 = 4.5 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по форм.

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к } i}}{n} = \frac{10.4 + 5.35 + 0.42 + 4.5}{4} = 5.1 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по форм.(1):

$$K_{з.о} = \frac{t_{\theta}}{T_{\text{ср}}} = \frac{101,5}{5,1} = 19,9$$

Так как $K_{з.о} = 20 > 19,9 > 10$, то тип производства среднесерийный.

Заданный суточный выпуск изделий:

$$N_c = \frac{N_z}{247} = \frac{1200}{247} = 4.85 \text{ шт}$$

Суточная производительность поточной линии:

$$Q_c = \frac{F_c}{T_{cp}} \cdot \eta_z = \frac{420}{5.1} \cdot 0.75 = 61.76 \text{ шт.}$$

Т.к. $N_c < Q_c$, то организация однономенклатурной поточной линии нецелесообразна, необходима групповая форма организации производства.

Количество деталей в партии для одновременного запуска:

$$n = \frac{Na}{247} = \frac{1200 \cdot 3}{247} = 14.57 \text{ шт.},$$

где a – периодичность запуска в днях.

Расчётное число смен на обработку всей партии деталей на основных рабочих местах:

$$c = \frac{T_{ум.ср} \cdot n}{476 \cdot 0.8} = \frac{5.1 \cdot 14.57}{476 \cdot 0.8} = 0.19.$$

Число деталей в партии, необходимых для загрузки оборудования на основных операциях в течение целого числа смен:

$$n_{np} = \frac{476 \cdot 0.8 \cdot c_{np}}{T_{ум.ср}} = \frac{476 \cdot 0.8 \cdot 0.19}{5.1} = 14.18,$$

где 476 – действительный фонд времени работы оборудования в смену, мин; 0,8 – нормативный коэффициент загрузки станков в серийном производстве.

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса. Поэтому технологический анализ – один из важнейших этапов технологической разработки, в том числе и курсового проектирования.

Данная деталь, далее названная как вал имеет цилиндрическую форму,

Конструкция усложнена наличием шпоночных пазов.

К детали предъявлены сравнительно не высокие требования к точности размеров (12 квалитет) за исключением посадочных мест подшипников и ротора и допусков формы (радиальное биение 0,02). Следовательно необходимо шлифование данных поверхностей в центрах. Большая часть размеров и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков.

Обрабатываемые поверхности легкодоступны для режущего инструмента.

Большинство размеров заданных на чертеже можно измерить непосредственно. Но есть и исключения, к ним относятся расстояния до центров шпонок. При закреплении детали в большинстве случаев используем в качестве базы ось вала (базирование в самоцентрирующихся приспособлениях). В качестве вспомогательных баз используем обработанные поверхности.

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

1.4. Выбор типового технологического процесса

Таблица 1- Базовый вариант техпроцесса механической обработки детали «Вал»

№ Операции	Наименование операции	Краткое содержание операции	Наименование и модель оборудования
005	Заготовительная	Отрезать заготовку в размер 198	Автомат ножовочный 8А725
	термическая	Отжиг	Электропечь СНО-5.5
010	Токарная	Установ А. Подрезать торец Установ Б. Подрезать торец в размер 193	Токарный станок 1К62
015	Токарная	Установ А,Б Точить Ø40 согласно эскизу	Токарный станок 1К62
020	Контрольная	Контроль размеров промежуточный	Контрольный стол
025	Фрезерная	Фрезеровать шпоночные пазы 12х5 и 22х5	Вертикально фрезерный станок 6Н10
030	Слесарная	Зачистить заусенцы	Верстак
035	Промывочная	Промыть деталь	Моечная машина
040	Термическая	Калить до 36...42 HRC	СЭВ-3.3/11.5
045	Контрольная	Контроль твёрдости	ТР-5008
050	Шлифовальная	Шлифовать шейки под подшипники и ротор	Круглошлифовальный станок 3А110А
	Промывочная	Промыть деталь	Моечная машина
060	Контрольная	Контроль после шлифования	Контрольный стол
065	Термическая	Стабилизирующие старение	СНО-5.5
070	Контрольная	Контроль размеров окончательный	Контрольный стол

1.5. Выбор исходной заготовки и методов её изготовления

Заготовками для деталей класса «вал» наиболее часто служит либо сортовой прокат, либо штамповка, поковка. Отливка применяется в редких случаях: при изготовлении крупных валов из чугуна. Сортовой прокат применяется для изготовления средних и мелких деталей с небольшим переходом диаметров по ступеням вала (до 20–25 мм / 100 мм длина). Штамповка применяется для изготовления средних и крупных валов сложной конфигурации, с большим перепадом диаметров, а также при специальных требованиях к структуре металла и при достаточно больших объемах выпуска.

Мелкосерийное производство характеризуется тем, что большая часть металла уходит в стружку, из чего следует, что заготовка не совсем соответствует форме готового изделия. С учетом технологических свойств материала, габаритов, формы и массы, требований к механическим свойствам, а также типом производства (мелкосерийное) выбираем в качестве исходной заготовки – прокат горячекатаный.

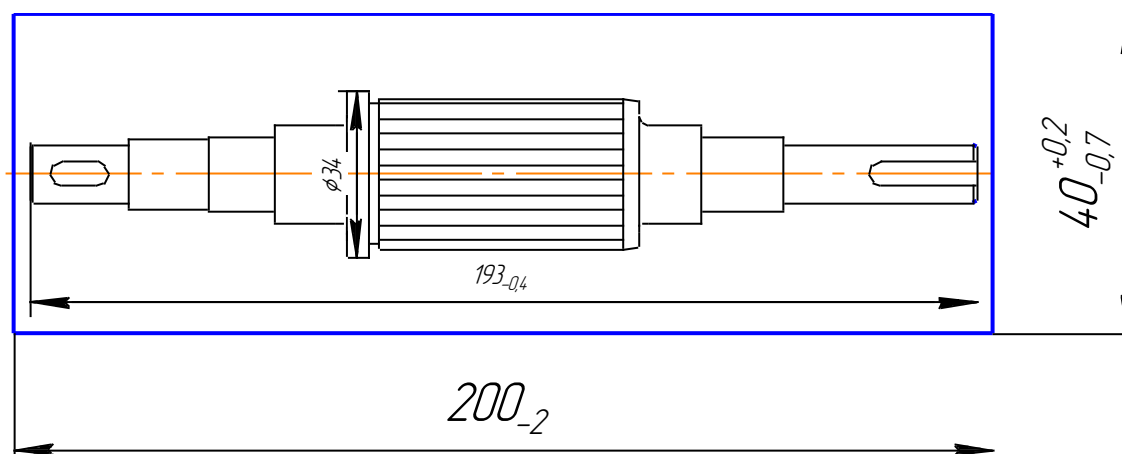


Рис. 2 Заготовка

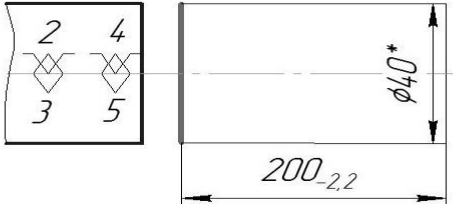
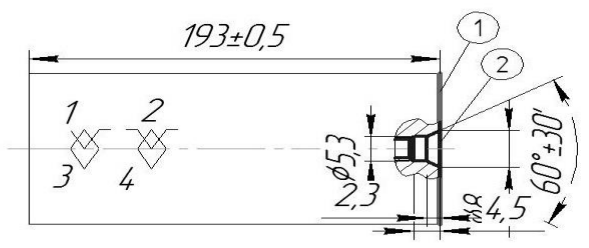
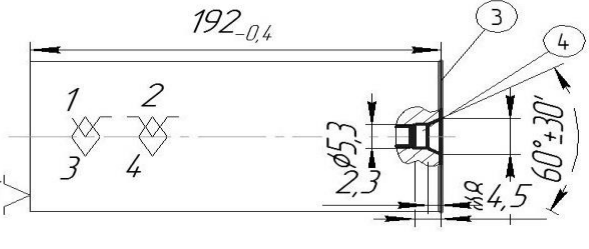
1.6. Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.6.1. Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержание технологических операций

Маршрут технологии изготовления вала представлен в виде таблицы 2, с обозначением технологических баз.

Для токарной операции базами являются центровые отверстия. Для вертикально-фрезерной операции при обработке шпоночного паза выбираем базирование по шейкам диаметром $\varnothing 20$ с упором в торец $\varnothing 20/\varnothing 34$. Для кругло-шлифовальной операции выбираем базирование по центровым отверстиям.

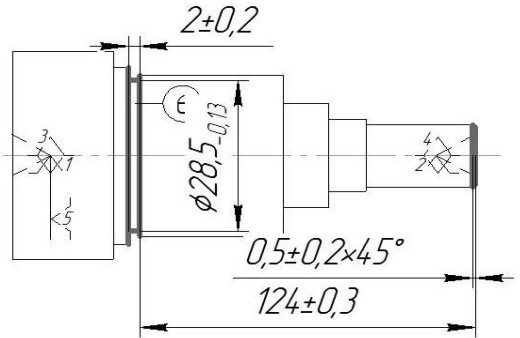
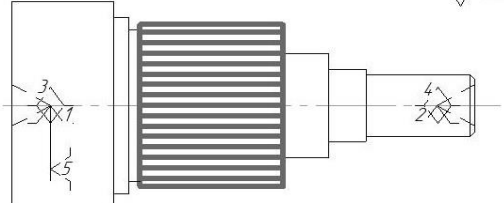
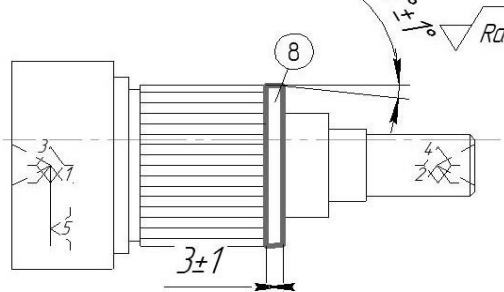
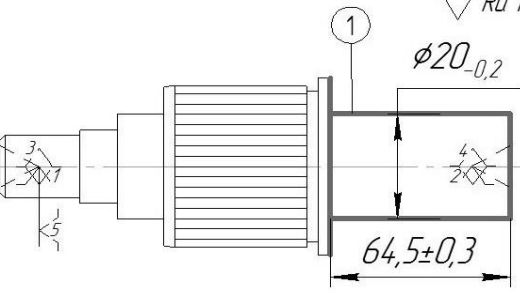
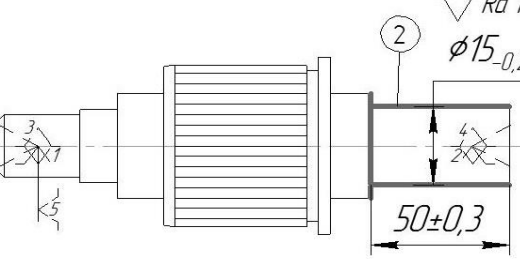
Таблица 2 – Маршрут технологии обработки детали «Вал электродвигателя»

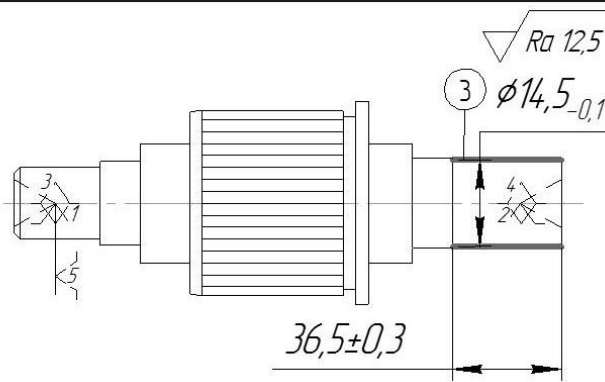
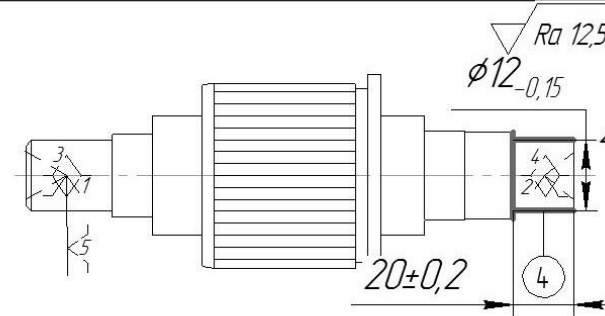
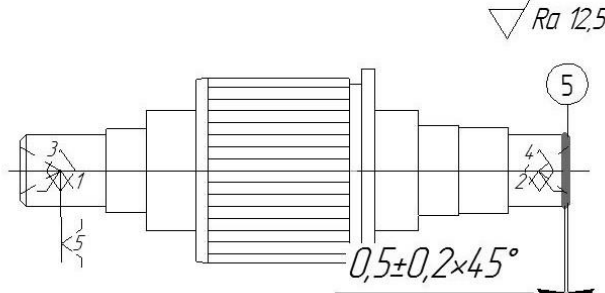
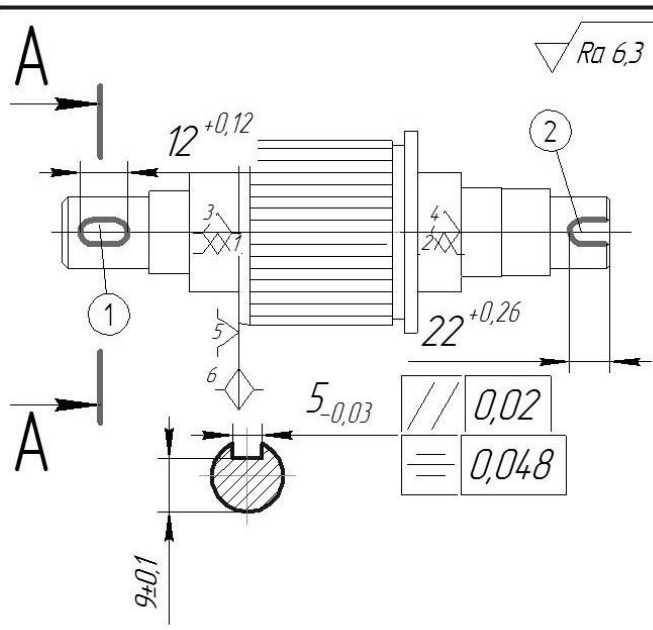
Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
операции	перехода		
1	2	3	4
005		<i>Заготовительная</i>	
	1 2	Вывести прут до упора Отрезать заготовку, выдержав размер 198-22	
010	A 1 2 3	<i>Токарная</i> Установить и снять деталь Подрезать торец ① выдержав размер 193±0,5 Сверлить центровочное отверстие ② выдержав размеры $\varnothing 8$; 4,5; 2,3; $\varnothing 5,3$; $60^\circ \pm 30'$. Нарезать резьбу M5	
	B 4 5 6	<i>Токарная</i> Установить и снять деталь Подрезать торец ③ выдержав размер 193±0,5 Сверлить центровочное отверстие ④ выдержав размеры $\varnothing 8$; 4,5; 2,3; $\varnothing 5,3$; $60^\circ \pm 30'$. Нарезать резьбу M5	

Продолжение таблицы 2

015	A	Токарная	
	1	Установить и снять деталь Точить поверхность ① выдержать размеры, $130\pm0,5$; $\phi 34_{-0,3}$	
	2	Точить поверхность ② , выдержать размеры $124\pm0,3$; $\phi 31_{-0,1}$	
	3	Точить поверхность ③ выдержать размеры, $69\pm0,3$; $\phi 20_{-0,2}$	
	4	Точить поверхность ④ выдержать размеры, $56\pm0,3$; $\phi 14_{-0,2}$	
	5	Точить поверхность ⑤ выдержать размеры, $39,5\pm0,3$; $\phi 12,5_{-0,2}$	

Продолжение таблицы 2

	6 Точить канавку ⑥ Выдерживать размеры, $\phi 28,5_{-0,2}$; $124 \pm 0,3$; $2 \pm 0,2$ 7 Снять фаску ⑦ Выдерживать размер, $0,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$	
	8 Выполнить рифление прямое 1.0 ГОСТ 214 74-75	
	9 Снять фаску ⑧ выдерживать размеры, 3 ± 1; $6^\circ \pm 1^\circ$	
А 1	Токарная Установить и снять деталь Точить поверхность ①, выдерживать размеры, $64,5 \pm 0,3$; $\phi 20_{-0,2}$	
2	Точить поверхность ②, выдерживать размеры, $50 \pm 0,3$; $\phi 15_{-0,2}$	

020	3	Точить поверхность ③ выдержать размеры, $36,5 \pm 0,3$; $\phi 14,5_{-0,1}$	
	4	Точить поверхность ④ выдержать размер, $\phi 12_{-0,15}$; $20 \pm 0,2$	
	5	Снять фаску ⑤ выдержать размер, $0,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$	
025	A 1	Фрезерная Установить и снять деталь Фрезеровать паз ① ② выдержать размеры, $5_{-0,03}$; $9 \pm 0,1$, а также допуск параллельности 0,02; симметричности 0,048	

Продолжение таблицы 2

030	A 1	Шлифовальная Установить и снять деталь Шлифовать поверхность ① выдержать размер, $14^{+0,012}_{+0,001}$	
035	A 1	Шлифовальная Установить и снять деталь Шлифовать поверхность ① ② выдержав размеры, $12^{+0,012}_{+0,001}$; $30,5^{+0,085}_{+0,060}$	

1.6.2. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Размерный анализ способствует уменьшению себестоимости технологического процесса. Задачи, решаемые при размерном анализе:

- установление обоснованных допусков и размеров на каждой технологической операции;
- установление обоснованных припусков на обработку каждой технологической операции;
- обеспечение проектирования технологического процесса с минимальным количеством технологических операций.

Расчет диаметральных технологических размеров

1. Расчет припусков и технологических размеров поверхности Ø34_{-0,3}:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяется по формуле:

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

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

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

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

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Таблица 3 – Припуски на обработку

Переходы обработки поверхности Ø34 _{-0,3}	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Заготовка	40	40	13			1600
Точение:						
Черновое	100	70	0,78	600	1680	600
Получистовое	40	50	0,52	140	600	320

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 4.7 [1,стр.67].

В суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки включаем только коробление, которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки (табл. 32 [1,стр.72]) на длину:

$$\rho = 13 \times 1 = 13 \text{ мкм.}$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение поверхности после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.74].

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

Минимальный припуск под черновое точение:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (40 + 40 + \sqrt{13^2 + 600^2}) = 1200 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под получистовое точение:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (100 + 70 + \sqrt{0,78^2 + 34^2}) = 600 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое точение:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (40 + 50 + \sqrt{0,52^2 + 34^2}) = 320 \text{ мкм.}$$

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

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

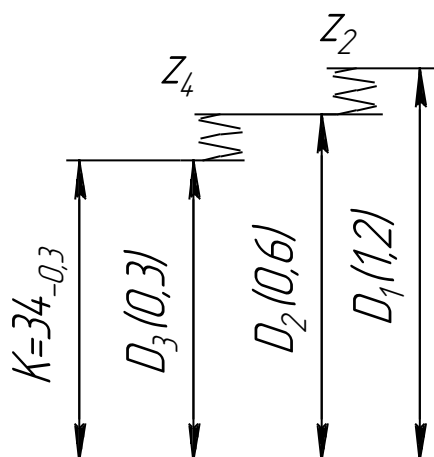


Рис. 3 Размерная схема обработки поверхности Ø34_{-0,3}

Из размерной схемы:

$$D_3 = K = 34_{-0,3} \text{ мм.}$$

$$D_3^{cp} = D_3 + \frac{BOD_3 + HOD_3}{2} = 34 + \frac{0 - 0,3}{2} = 33,7 \text{ мм.}$$

$$z_3^{cp} = z_{3\min} + \frac{TD_2 + TD_3}{2} = 0,23 + \frac{0,063 + 0,025}{2} = 0,27 \text{ мм.}$$

$$D_2^{cp} = D_2^{cp} + z_2^{cp} = 33,9875 + 0,274 = 34,26 \text{ мм.}$$

$$D_3 = 34,26_{-0,063} \text{ мм.}$$

$$z_3^{cp} = z_{3\min} + \frac{TD_2 + TD_3}{2} = 0,46 + \frac{0,25 + 0,063}{2} = 0,6165 \text{ мм.}$$

$$D_2^{cp} = D_3^{cp} + z_3^{cp} = 34,2615 + 0,6165 = 34,878 \text{ мм}$$

$$D_2 = 34,87_{-0,25} \text{ мм.}$$

$$z_2^{cp} = z_{2\min} + \frac{TD_1 + TD_2}{2} = 0,62 + \frac{0,63 + 0,25}{2} = 1,06 \text{ мм.}$$

$$D_0^{cp} = D_1^{cp} + z_1^{cp} = 35 + 2,795 = 38,733 \text{ мм}$$

$$D_0 = 40_{-1,6} \text{ мм.}$$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_1 - D_2 = 37,25_{-0,63} - 35_{-0,25} = 1,25_{-0,63}^{+0,25} \text{ мм.}$$

$$z_2 = D_2 - D_3 = 35_{-0,25} - 34_{-0,063} = 0,71_{-0,25}^{+0,063} \text{ мм.}$$

$$z_3 = D_3 - D_4 = 34,29_{-0,063} - 34_{-0,025} = 0,29_{-0,063}^{+0,025} \text{ мм.}$$

2. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 31_{-0,3}$:

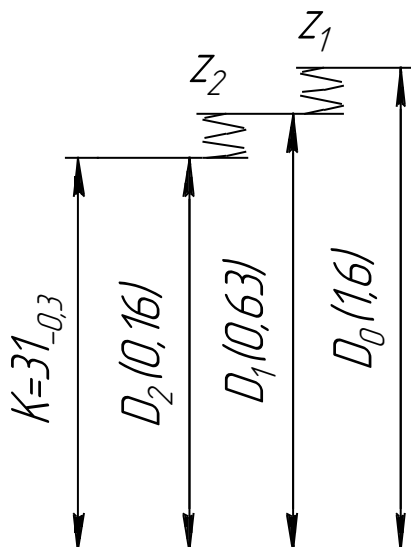


Рис. 4 Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 31_{-0,3}$

Из размерной схемы:

$$D_2 = K = 31_{-0,3} \text{ мм.}$$

Из пункта 1

$$D_1 = 34_{-0,3} \text{ мм.}$$

$$D_0 = 40_{-1,6} \text{ мм.}$$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_0 - D_1 = 40_{-1,6} - 34_{-0,3} = 6_{-1,6}^{+0,3} \text{ мм.}$$

$$z_2 = D_1 - D_2 = 34_{-0,3} - 31_{-0,3} = 3_{-0,3}^{+0,3} \text{ мм.}$$

3. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 20_{-0,2}$:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяется по формуле

Таблица 4 - Припуски на обработку

Переходы обработки поверхности $\varnothing 20_{-0,2}$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Точение : Черновое	80	80	1,5	140	684	190
Точение: Чистовое	40	40	1	70	300	300

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 29 [1,стр.67].

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

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

Минимальный припуск под черновое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{25^2 + 140^2}) = 684 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (40 + 40 + \sqrt{1,5^2 + 70^2}) = 300 \text{ мкм.}$$

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

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

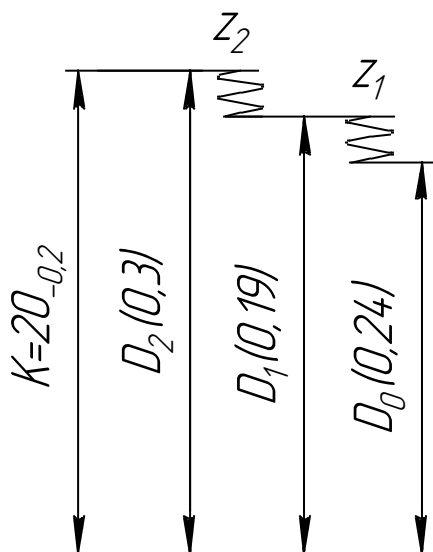


Рис. 5 Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 63^{+0,3}$

Из размерной схемы:

$$D_2 = K = 20_{-0,2} \text{ мм.}$$

$$D_2^{cp} = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 20 + \frac{0,3 + 0}{2} = 20,15 \text{ мм.}$$

$$z_2^{cp} = z_{2\min} + \frac{TD_1 + TD_2}{2} = 0,3 + \frac{0,19 + 0,3}{2} = 0,545 \text{ мм.}$$

$$D_1^{cp} = D_2^{cp} - z_2^{cp} = 20,15 - 0,545 = \text{мм}$$

$$D_1 = 22,51^{+0,19} \text{ мм.}$$

$$z_1^{cp} = z_{1\min} + \frac{TD_0 + TD_1}{2} = 0,684 + \frac{0,24 + 0,19}{2} = 0,899 \text{ мм.}$$

$$D_0^{cp} = D_1^{cp} - z_1^{cp} = 22,605 - 0,899 = 21,706 \text{ мм}$$

Принимаем $D_0 = 20^{+0,24} \text{ мм.}$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_1 - D_0 = 22,51^{+0,19} - 20^{+0,24} = 20_{-0,24} \text{ мм.}$$

$$z_2 = D_2 - D_1 = 63^{+0,3} - 22,51^{+0,19} = 0,49_{-0,19}^{+0,3} \text{ мм.}$$

4. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 12^{+0,012}_{+0,001}$:

Таблица 5 – Припуски на размер 12

Переходы обработки поверхности $\varnothing 12^{+0,03}$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Точение	100	100	25			240
Точение: Черновое	80	80	1,5	140	684	190
Точение: Чистовое	40	40	1	70	300	30

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 29 [1,стр.67].

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

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

Минимальный припуск под черновое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{25^2 + 140^2}) = 684 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (40 + 40 + \sqrt{1,5^2 + 70^2}) = 300 \text{ мкм.}$$

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

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

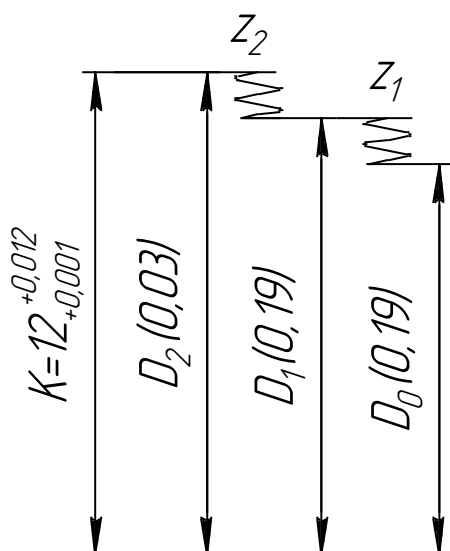


Рис. 6 Размерная схема обработки поверхности $12^{+0,012}_{+0,001}$

Из размерной схемы:

$$D_2 = K = 12^{+0,012}_{+0,001} \text{ мм.}$$

$$D_2^{cp} = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 12 + \frac{0,03 + 0}{2} = 12,015 \text{ мм.}$$

$$z_2^{cp} = z_{2\min} + \frac{TD_1 + TD_2}{2} = 0,3 + \frac{0,19 + 0,03}{2} = 0,41 \text{ мм.}$$

$$D_1^{cp} = D_2^{cp} - z_2^{cp} = 12,015 - 0,41 = 11,605 \text{ мм}$$

$$D_1 = 11,51^{+0,19} \text{ мм.}$$

$$z_1^{cp} = z_{1\min} + \frac{TD_0 + TD_1}{2} = 0,684 + \frac{0,24 + 0,19}{2} = 0,899 \text{ мм.}$$

$$D_0^{cp} = D_1^{cp} - z_1^{cp} = 11,605 - 0,899 = 10,706 \text{ мм}$$

Принимаем $D_0 = 10,51^{+0,19} \text{ мм.}$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_1 - D_0 = 11,51^{+0,19} - 10,51^{+0,19} = 1^{+0,19}_{-0,19} \text{ мм.}$$

$$z_2 = D_2 - D_1 = 12^{+0,03} - 11,51^{+0,19} = 0,49^{+0,03}_{-0,19} \text{ мм.}$$

5. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 68,5^{+0,3}$:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяется по формуле

Таблица 6 - Припуски на обработку

Переходы обработки поверхности $\varnothing 14,5^{+0,3}$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Точение	100	100	25			240
Точение: Черновое	80	80	1,5	140	684	190
Точение: Получистовое	50	60	1	70	360	100
Точение: Чистовое	40	30		70	280	300

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 29 [1,стр.67].

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

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

Минимальный припуск под черновое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{25^2 + 140^2}) = 684 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под получистовое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (50 + 60 + \sqrt{1,5^2 + 70^2}) = 360 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под чистовое растачивание:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (40 + 30 + \sqrt{1^2 + 70^2}) = 280 \text{ мкм.}$$

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

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

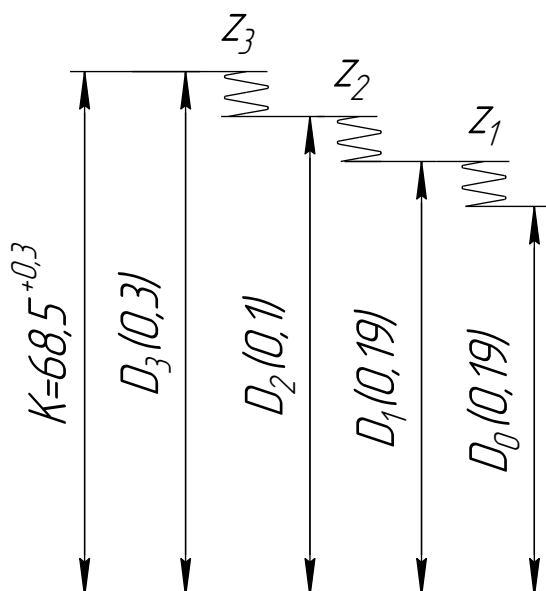


Рис. 7 Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}68,5^{+0,3}$

Из пункта 4

$$D_1 = 67,51^{+0,19} \text{ мм.}$$

$$D_0 = 62,51^{+0,19} \text{ мм.}$$

Из размерной схемы:

$$D_3 = K = 68,5^{+0,3} \text{ мм.}$$

$$D_3^{cp} = D_3 + \frac{BOD_3 + HOD_3}{2} = 68,5 + \frac{0,3 + 0}{2} = 68,65 \text{ мм.}$$

$$z_3^{cp} = z_{3\min} + \frac{TD_2 + TD_3}{2} = 0,28 + \frac{0,1 + 0,3}{2} = 0,48 \text{ мм.}$$

$$D_2^{cp} = D_3^{cp} - z_3^{cp} = 68,65 - 0,48 = 68,17 \text{ мм}$$

$$D_2 = 68,12^{+0,1} \text{ мм.}$$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_1 - D_0 = 67,51^{+0,19} - 62,51^{+0,19} = 5_{-0,19}^{+0,19} \text{ мм.}$$

$$z_2 = D_2 - D_1 = 68,12^{+0,1} - 67,51^{+0,19} = 0,61_{-0,19}^{+0,1} \text{ мм.}$$

$$z_3 = D_3 - D_2 = 68,5^{+0,3} - 68,12^{+0,1} = 0,38_{-0,1}^{+0,3} \text{ мм.}$$

6. Расчет припусков и технологических размеров поверхности $\varnothing 12 \pm 0,3$:

Таблица 7 – Припуски на обработку

Переходы обработки поверхности $\varnothing 12 \pm 0,3$	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск $Z_{\min}$, мкм	Допуск на переход TD, мкм
	Rz	h	ρ	ε		
Точение: Черновое	100	100	40			870
Точение: Чистовое	40	30		50	528	600

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по табл. 29 [1,стр.67].

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

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

Минимальный припуск под чистовое точение:

$$z_{\min} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2 \times (100 + 100 + \sqrt{40^2 + 50^2}) = 528 \text{ мкм.}$$

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

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку.

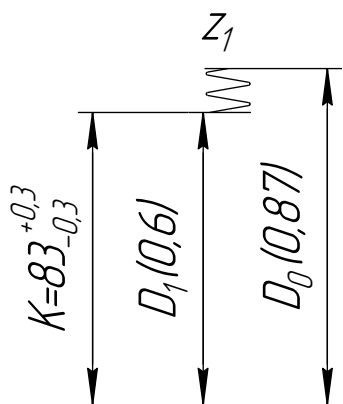


Рис. 8 – Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 83 \pm 0,3$

Из размерной схемы:

$$D_1 = K = 83^{+0,3}_{-0,3} \text{ мм.}$$

$$D_1^{cp} = D_1 + \frac{BOD_1 + HOD_1}{2} = 83 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 83 \text{ мм.}$$

$$z_1^{cp} = z_{1\min} + \frac{TD_0 + TD_1}{2} = 0,528 + \frac{0,87 + 0,6}{2} = 1,263 \text{ мм.}$$

$$D_0^{cp} = D_1^{cp} + z_1^{cp} = 83 + 1,263 = 84,263 \text{ мм}$$

$$D_0 = 84,7_{-0,87} \text{ мм.}$$

Фактические припуски:

$$z_1 = D_0 - D_1 = 84,7_{-0,87} - 83^{+0,3}_{-0,3} = 1,7^{+0,3}_{-1,17} \text{ мм.}$$

Расчет продольных технологических размеров

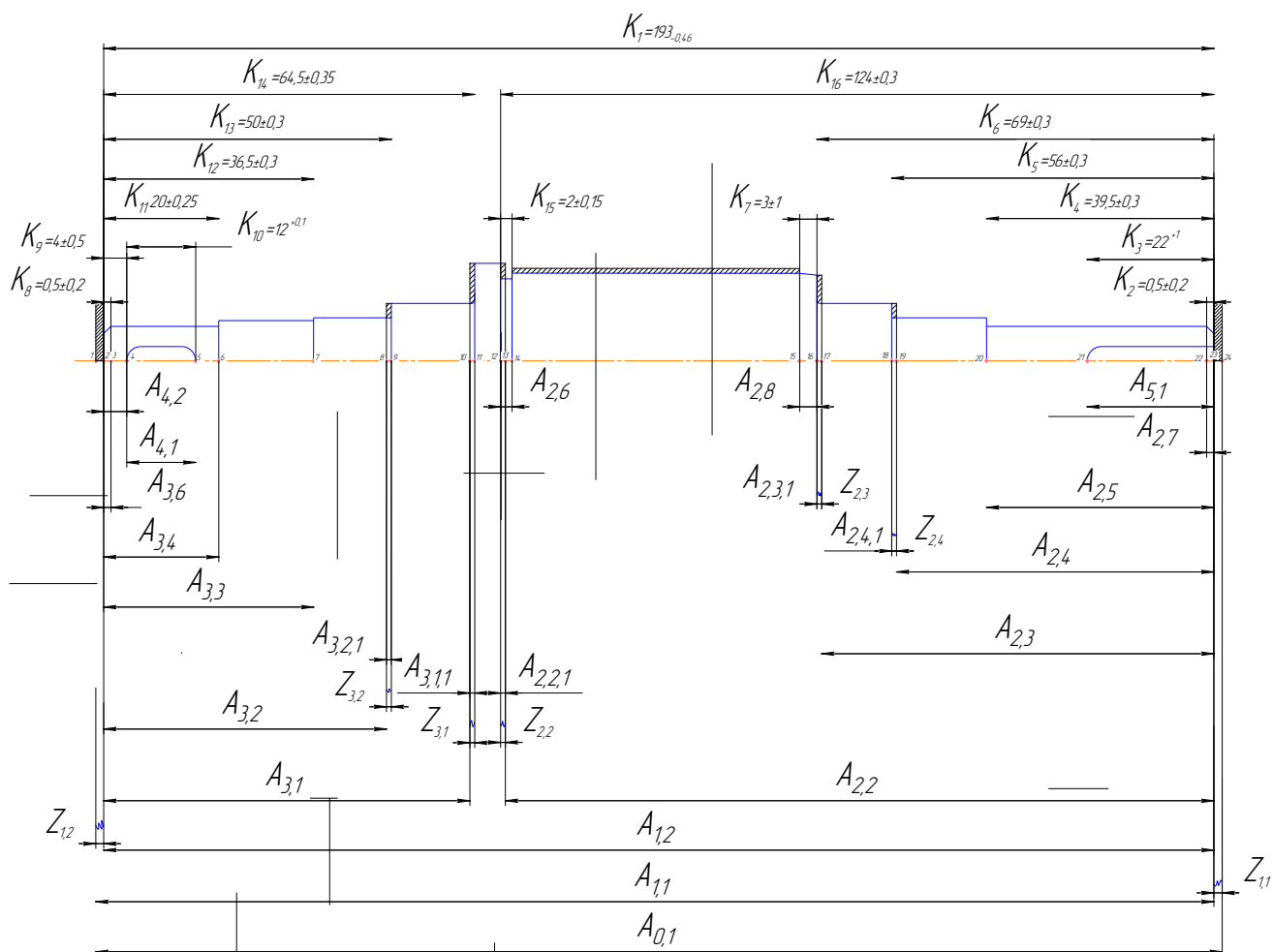


Рис. 9 Расчет продольных технологических размеров

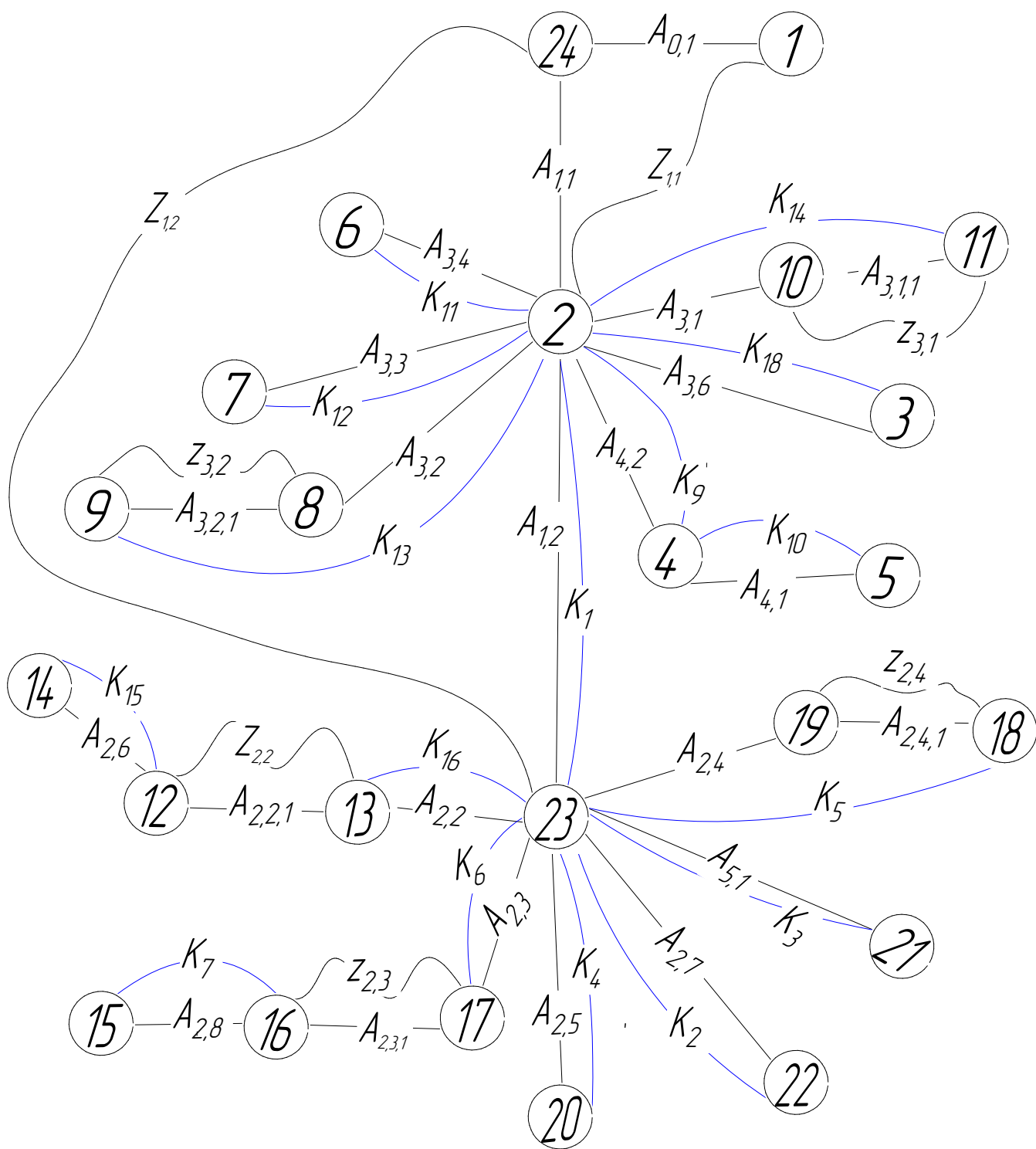


Рис.10 Граф-дерево

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 9.

Таблица 8 - Допуски на технологические размеры

$TA_{0.1} = 0,3$	$TA_{2.8} = 0,4$
$TA_{1.1} = 0,25$	$TA_{3.1} = 0,2$
$TA_{1.2} = 0,2$	$TA_{3.1.1} = 0,1$
$TA_{2.2} = 0,2$	$TA_{3.2} = 0,2$
$TA_{2.2.1} = 0,1$	$TA_{3.2.1} = 0,1$
$TA_{2.3} = 0,2$	$TA_{3.3} = 0,3$
$TA_{2.3.1} = 0,2$	$TA_{3.4} = 0,2$
$TA_{2.4} = 0,1$	$TA_{3.5} = 0,2$
$TA_{2.4.1} = 0,1$	$TA_{4.1} = 0,1$
$TA_{2.5} = 0,2$	$TA_{4.2} = 0,25$
$TA_{2.6} = 0,2$	$TA_{5.1} = 0,4$
$TA_{2.7} = 0,1$	

Таблица 9 - Допуски на линейные конструкторские размеры

$TK_1 = 0,4$	$TK_9 = 0,5$
$TK_2 = 0,2$	$TK_{10} = 0,1$
$TK_3 = 1$	$TK_{11} = 0,2$
$TK_4 = 0,3$	$TK_{12} = 0,3$
$TK_5 = 0,3$	$TK_{13} = 0,3$
$TK_6 = 0,3$	$TK_{14} = 0,3$
$TK_7 = 1$	$TK_{15} = 0,2$
$TK_8 = 0,2$	$TK_{16} = 0,3$

Расчёт начинаем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i,$$

Для размера K_1 (см. рисунок 10): $TK_1 = 0,4 \geq TA_{4,1} = 0,4 \geq 0,2$ мм, т. е. размер K_1 может быть обеспечен с заданной точностью.

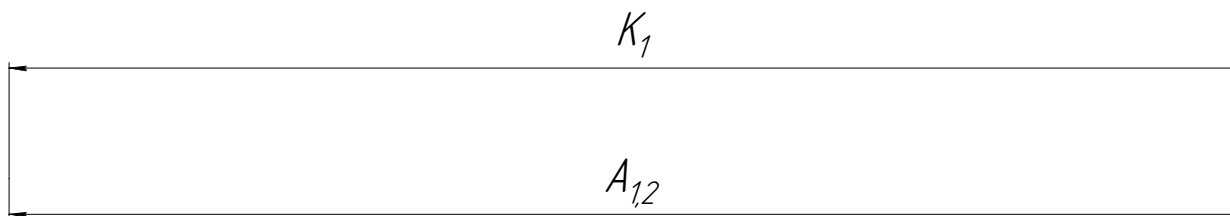


Рис. 10 Размерная схема для K_1

Для размера K_2 (см. рисунок 11): $TK_2 = 0,2 \geq TA_{2,7} = 0,1$ мм, размер K_2 может быть обеспечен с заданной точностью.

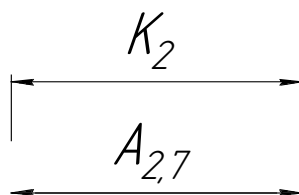


Рис.11 Размерная схема для K_2

Для размера K_3 (см. рисунок 12): $TK_3 = 1 \geq TA_{5,1} = 0,4$ мм, размер K_3 может быть обеспечен с заданной точностью.

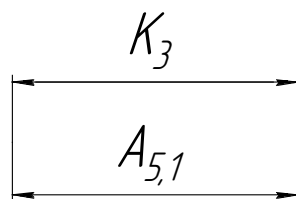


Рис. 12 Размерная схема для K_3

Для размера K_4 (см. рисунок 13): $TK_4 = 0,3 \geq TA_{2,5} = 0,2$ мм, размер K_4 может быть обеспечен с заданной точностью.

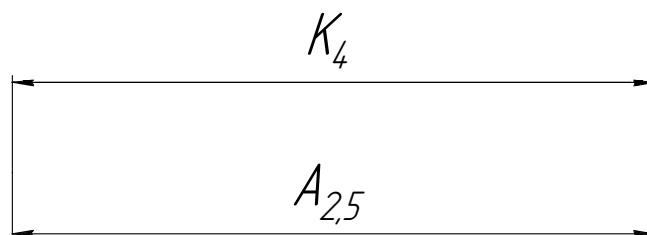


Рис. 13 Размерная схема для K_4

Для размера K_5 (см. рисунок 14): $TK_5 = 0,3 \geq TA_{2,4} + TA_{2,4,1} = 0,1+0,1=0,2$ мм, размер K_5 может быть обеспечен с заданной точностью.

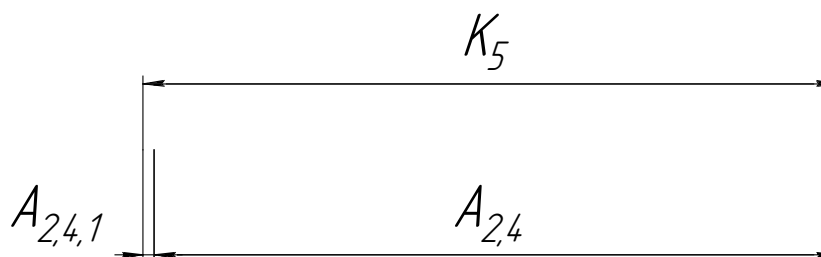


Рис. 14 Размерная схема для K_5

Для размера K_6 (см. рисунок 15): $TK_6 = 0,3 \geq TA_{2,3} + TA_{2,3,1} = 0,15+0,1=0,25$ мм, размер K_6 может быть обеспечен с заданной точностью.

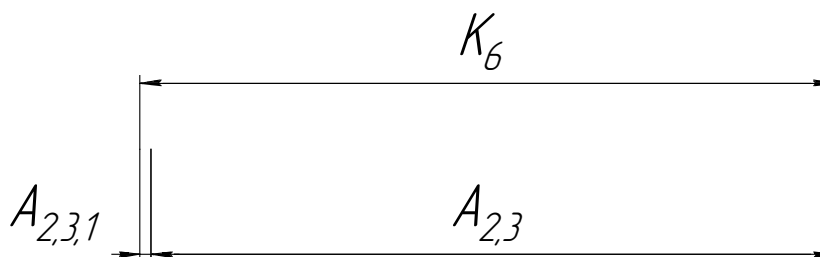


Рис. 15 Размерная схема для K_6

Для размера K_7 (см. рисунок 16): $TK_7 = 1 \geq TA_{2,8}=0,4$ мм, размер K_7 может быть обеспечен с заданной точностью.

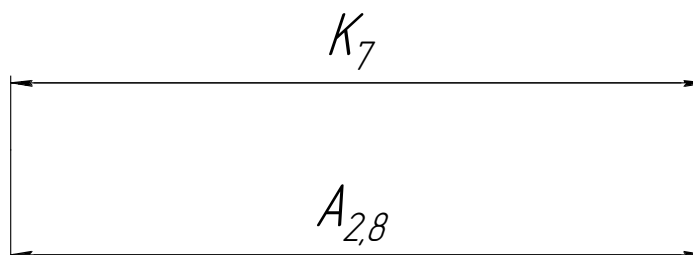


Рис. 16 Размерная схема для K_7

Для размера K_8 (см. рисунок 17): $TK_8 = 0,2 \geq TA_{3,3}=0,2$, размер K_8 может быть обеспечен с заданной точностью.

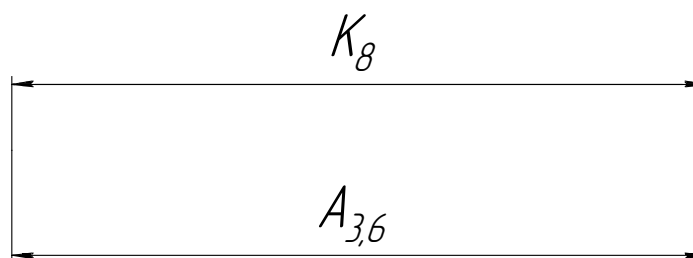


Рис. 17 Размерная схема для K_8

Для размера K_9 (см. рисунок 18): $TK_9 = 0,5 \geq TA_{4,2} = 0,25$ мм, размер K_9 может быть обеспечен с заданной точностью.

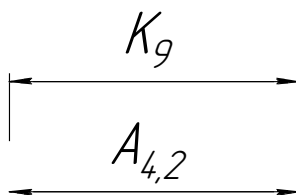


Рис. 18 Размерная схема для K_9

Для размера K_{10} (см. рисунок 19): $TK_{10} = 0,1 \geq TA_{4,1} = 0,1$ мм, размер K_{10} может быть обеспечен с заданной точностью.

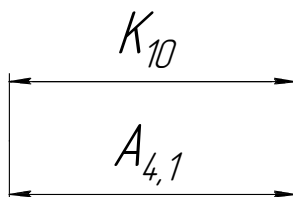


Рис. 19 Размерная схема для K_{10}

Для размера K_{11} (см. рисунок 20): $TK_{11} = 0,25 \geq TA_{3,4} = 0,2$ мм, размер K_{11} может быть обеспечен с заданной точностью.

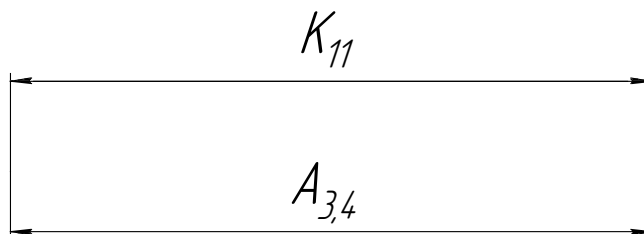


Рис. 20 Размерная схема для K_{11}

Для размера K_{12} (см. рисунок 21): $TK_{12} = 0,3 \geq TA_{3,3} = 0,2$ мм, размер K_{12} может быть обеспечен с заданной точностью.

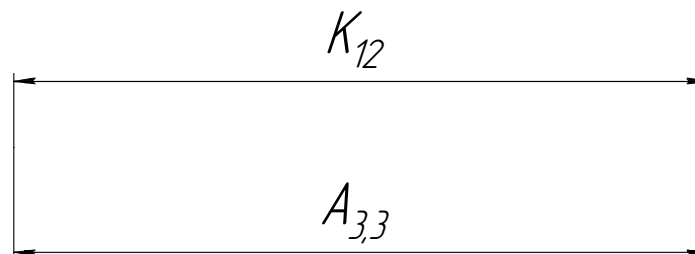


Рис. 21 Размерная схема для K_{12}

Для размера K_{13} (см. рисунок 22): $TK_{13} = 0.3 \geq TA_{3,2} + TA_{3,2,1} = 0.15 + 0.15 = 0.3$ мм, размер K_{13} может быть обеспечен с заданной точностью.

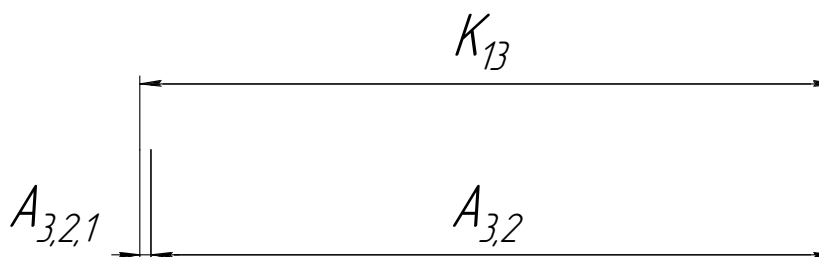


Рис. 2 Размерная схема для K_{13}

Для размера K_{14} (см. рисунок 23): $TK_{14} = 0.35 \geq TA_{3,1} + TA_{3,1,1} = 0.2 + 0.1 = 0.3$ мм, размер K_{14} может быть обеспечен с заданной точностью.

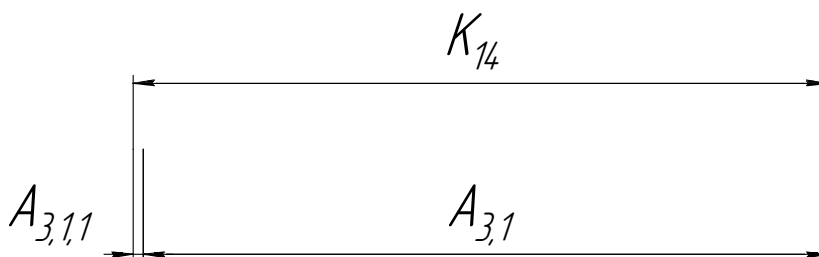


Рис. 23 Размерная схема для K_{14}

Для размера K_{15} (см. рисунок 24): $TK_{15} = 0.2 \geq TA_{2,6} = 0.2$ мм, размер K_{15} может быть обеспечен с заданной точностью.

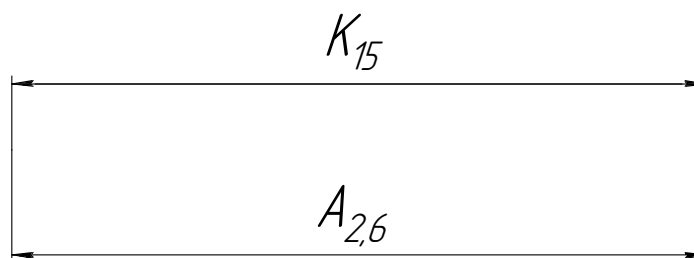


Рис. 24 Размерная схема для K_{15}

Для размера K_{16} (см. рисунок 25): $TK_{16} = 0.3 \geq TA_{2,2} + TA_{2,2,1} = 0.2 + 0.1 = 0.3$ мм, размер K_{16} может быть обеспечен с заданной точностью.

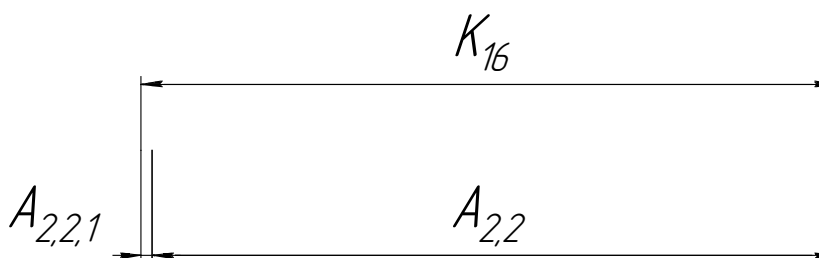


Рис. 25 Размерная схема для K_{16}

В первую очередь найдем технологические размеры из двухзвенных размерных цепей.

по рисунку 12: $A_{1.2} = K_1 = 193_{-0,4}$ мм;

по рисунку 13: $A_{2.7} = K_2 = 0,5 \pm 0,2$ мм;

по рисунку 14: $A_{5.1} = K_3 = 22^{+1}$ мм;

по рисунку 15: $A_{2.5} = K_4 = 39,5 \pm 0,3$ мм;

по рисунку 18: $A_{2.8} = K_7 = 3 \pm 1$ мм;

по рисунку 19: $A_{3.6} = K_8 = 0,5 \pm 0,2$ мм;

по рисунку 20: $A_{4.2} = K_9 = 4 \pm 0,5$ мм;

по рисунку 21: $A_{4.1} = K_{10} = 12^{+0,1}$ мм;

по рисунку 22: $A_{3.4} = K_{11} = 20^{+0,25}$ мм;

по рисунку 23: $A_{3.3} = K_{12} = 36,5 \pm 0,3$ мм;

по рисунку 26: $A_{2.6} = K_{15} = 2 \pm 0,2$ мм;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_7, K_8, K_9, K_{10}, K_{11}, K_{12}, K_{15}$ — выдерживаются непосредственно.

Находим размер $A_{2.4}$ (см. рис. 16):

$$K_5^c = A_{2.4}^c + A_{2.4.1}^c;$$

$$K_5^c = K_5 + \frac{BOK_5 + HOK_5}{2} = 56 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 56 \text{ мм};$$

$$A_{2.4.1}^c = A_{2.4.1} + \frac{BOA_{2.4.1} + HOA_{2.4.1}}{2} = 0,1 + \frac{0,05 - 0,05}{2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$A_{2.4}^c = K_5^c - A_{2.4.1}^c = 56 - 0,1 = 55,9 \text{ мм}.$$

Получим: $A_{2.4} = 55,9 \pm 0,1$ мм.

Находим размер $A_{2.3}$ (см. рис. 17):

$$K_6^c = A_{2.3}^c + A_{2.3.1}^c;$$

$$K_6^c = K_6 + \frac{BOK_6 + HOK_6}{2} = 69 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 69 \text{ мм};$$

$$A_{2.3.1}^c = A_{2.3.1} + \frac{BOA_{2.3.1} + HOA_{2.3.1}}{2} = 0,2 + \frac{0,1 - 0,1}{2} = 0,2 \text{ мм};$$

$$A_{2.3}^c = K_6^c - A_{2.3.1}^c = 69 - 0,2 = 68,8 \text{ мм}.$$

Окончательно запишем: $A_{2.3} = 69,8 \pm 0,1$.

Находим размер $A_{3.2}$ (см. рис. 24)

$$K_{13}^c = A_{3.2}^c - A_{3.2.1}^c;$$

$$K_{13}^c = K_{13} + \frac{BOK_{13} + HOK_{13}}{2} = 50 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 50 \text{ мм};$$

$$A_{3.2.1}^c = A_{3.2.1} + \frac{BOA_{3.2.1} + HOA_{3.2.1}}{2} = 0,1 + \frac{0,5 - 0,5}{2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$A_{3.2}^c = K_{13}^c - A_{3.2.1}^c = 50 - 0,1 = 49,9 \text{ мм}.$$

Находим размер $A_{3.1}$ (см. рис. 25):

$$K_{14}^c = A_{3.1}^c + A_{3.1.1}^c;$$

$$K_{14}^c = K_{14} + \frac{BOK_{14} + HOK_{14}}{2} = 64,5 + \frac{0,35 - 0,35}{2} = 64,5 \text{ мм};$$

$$A_{3.1.1}^c = A_{3.1.1} + \frac{BOA_{3.1.1} + HOA_{3.1.1}}{2} = 0,1 + \frac{0,05 - 0,05}{2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$A_{3.1}^c = K_{14}^c - A_{3.1.1}^c = 64,5 - 0,1 = 64,4 \text{ мм}.$$

Окончательно запишем: $A_{3.1} = 64,4 \pm 0,1$.

Находим размер $A_{2.2}$ (см. рис. 27)

$$K_{16}^c = A_{2.2}^c - A_{2.2.1}^c;$$

$$K_{16}^c = K_{16} + \frac{BOK_{16} + HOK_{16}}{2} = 124 + \frac{0,3 - 0,3}{2} = 124 \text{ мм};$$

$$A_{2.2.1}^c = A_{2.2.1} + \frac{BOA_{2.2.1} + HOA_{2.2.1}}{2} = 0,1 + \frac{0,05 - 0,05}{2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$A_{2.2}^c = K_{16}^c - A_{2.2.1}^c = 124 - 0,1 = 123,9 \pm 0,1 \text{ мм}.$$

Находим размер $A_{1.1}$ (см. рис. 28)

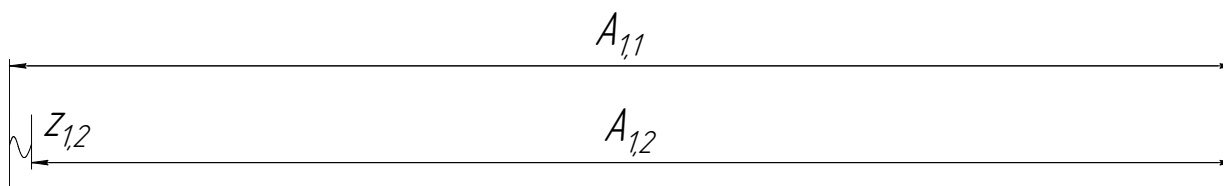


Рис. 28 – Размерная схема для $A_{2.1}$

$$Z_{1.2}^c = A_{1.1}^c - A_{2.1}^c;$$

$$Z_{1.2}^c = Z_{1.2min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{1.2}}{2} = 0,521 + \frac{0,25 + 0,2}{2} = 0,84 \text{ мм};$$

$$A_{1.2}^c = 196,9 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}^c = A_{1.2}^c + Z_{1.2}^c = 196,9 + 0,84 = 197,74 \text{ мм}.$$

Таким образом получим: $A_{1.1} = 197,74 \pm 0,1$ мм. Так как этот размер относится к валам, то окончательно запишем: $A_{1.1} = 197,74_{-0,2}$ мм.

Находим размер $A_{1.1}$ (см. рис. 29)

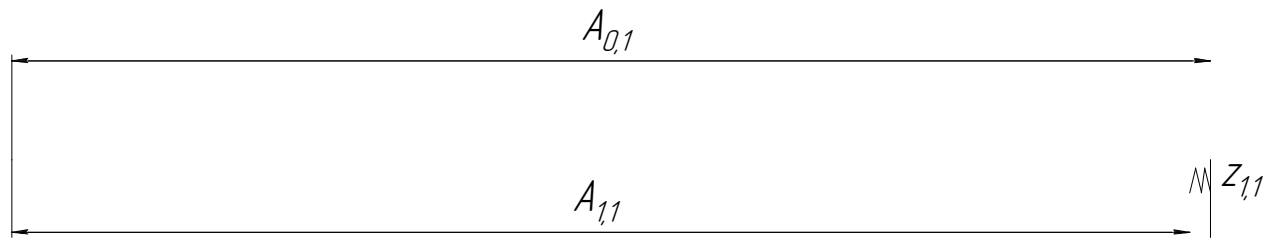


Рис. 29 – Размерная схема для $A_{1.1}$

$$Z_{1.1}^c = A_{0.1}^c - A_{1.1}^c;$$

$$Z_{2.1}^c = Z_{1.1min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{0.1}}{2} = 1.82 + \frac{0.3 + 0.25}{2} = 2.196 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}^c = 197.74 \text{ мм};$$

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 197.74 + 2.19 = 199.83 \text{ мм}.$$

Получим: $A_{1.1} = 199.8 \pm 0.15 \text{ мм}$. После округления окончательно запишем:

$$A_{1.1} = 199.8_{-0.30} \text{ мм}.$$

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки

В таблице 10 представлен перечень используемого оборудования и паспортные данные этих станков.

Таблица 10 – Оборудование и технологическая оснастка

Операция	Оборудование:	Инструмент:	Оснастка:
005 Заготовительная	Отрезной станок 8Г681	Пила отрезная: Пила-800 2257-0163 ГОСТ 4047-82	Призмы 7033-0037 ГОСТ 12195-66 12195-66 Штангенциркуль ШЦ- II250-630-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец подрезной 2120-0520 ГОСТ 18874-73. Сверло центровочное 2317-0112 Материал сверла: Р6М5 ГОСТ 14952-75	Патрон трёхкулачковый самоцентрирующий: Патрон 7100-0035 ГОСТ 2675-80. Патрон сверлильный: Патрон 13-В16 ГОСТ 8522-79.
015 Токарная	Токарно-винторезный станок 1К62	Резец проходной 2100-1512 ГОСТ 26611-85. Пластина 01111-160304 ГОСТ 19043-80. Материал пластины Т5К10 Резец проходной 2100-1564 ГОСТ 26611-85. Пластина 01111-160404	Вращающийся центр: Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75. Хомутик поводковый ГОСТ 2578-70 (7107-0033) Конус упорный ГОСТ 18259-72

		ГОСТ 19043-80. Резец канавочный 2130-0517 ГОСТ 18874-73	
020 Фрезерная	Фрезерный станок 6Н 10	Фреза концевая 5мм 2223-4291 ГОСТ 23248-78	УСТ 8 ГОСТ 16518-96 Втулка переходная 6039-6003-01 Опоры регулируемые для станочных приспособлений ГОСТ 4084-68
025 Слесарная	Стол Слесарный	Надфиль 2828- 0030 ГОСТ 23461-84	Тиски слесарные 7827-0259 ГОСТ 4045-75
030 Круглошлифоваль ная	Круглошлифовальный станок 3А110В	Круг шлифовальный 1 600х50х305 22А 10-П С2 7 К1А 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83.	Поводковый патрон с плавающим центром: Патрон 7108-0023 ГОСТ 2571-71. Хомутик 7107-0062 ГОСТ 2578-70. Вращающийся центр: Центр А-1-4-Н ГОСТ 8742-75.

015

Токарно-винторезный станок

Модель 1К62

Основные данные:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	
над станиной	400
над суппортом	220
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм	47
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	1000
Шаг нарезаемой метрической резьбы	До 44
Частота вращения шпинделя, об/мин	12,5 – 2000
Число скоростей шпинделя	24
Подача суппорта, мм/мин:	
продольная	3 – 1200
поперечная	1,5 – 600
Число ступеней подач	49
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	10
Габаритные размеры (Д-Ш-В)	2812-1166-1324
Масса, кг	2140 кг

025

Вертикально-фрезерный станок

Модель «Deckel FP3»

Основные данные:

Размер рабочей поверхности стола	400×750
Наибольшее перемещение стола:	
продольное	560
поперечное	300
вертикальное	380
Расстояние от оси шпинделя до поверхности стола	20 – 300
Наибольший угол поворота стола, °	±45
Внутренний конус шпинделя по ГОСТ 15945–82	40
Число скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	40 – 2000
Число рабочих подач стола	12
Подача стола, мм/мин:	
продольная	10 – 550
поперечная	10 – 550
вертикальная	12,5 – 320
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	3.8
Габаритные размеры: (Д-Ш-В)	1800-1600-1800
Масса, кг	1500

055

Круглошлифовальный станок

Модель 3Е12

Основные данные:

Наибольшие размеры устанавливаемой заготовки:	
диаметр	140
длина	200
Наибольший диаметр шлифования:	
наружного	3 – 30
внутреннего	5 – 25
Наибольшая длина шлифования:	
наружного	180
внутреннего	50
Высота центров над столом	115
Наибольшее продольное перемещение стола	250
Угол поворота стола, °:	
по часовой стрелке	6
против часовой стрелки	7
Скорость автоматического перемещения стола, м/мин	0,03 – 2,2
Частота вращения шпинделя заготовки, об/мин	100 – 1000
Конус Морзе шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки	4, 3
Наибольшие размеры шлифовального круга:	
наружный диаметр	250
высота	25
Перемещение шлифовальной бабки:	
наибольшее	60
на одно деление лимба	0,0025
за один оборот толчковой рукоятки	0,001

Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	
при наружном шлифовании	2680, 3900
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	2,2
Габаритные размеры (с приставным оборудованием):	
длина	1880
ширина	2025
высота	1750
Масса (с приставным оборудованием), кг	2000

Конус упорный ГОСТ 18259-72

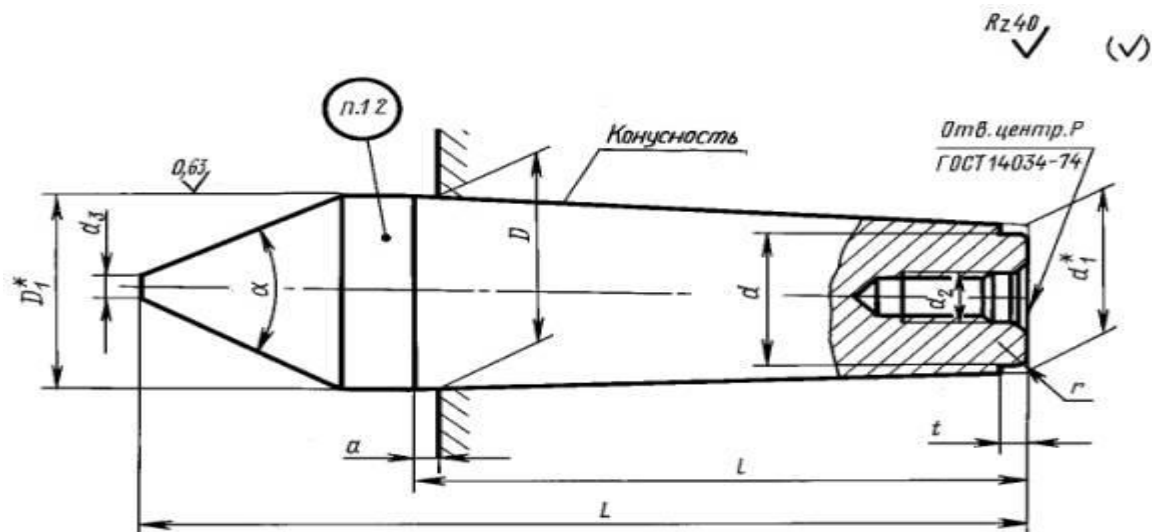


Таблица 11 – Размеры конуса упорного

D_1	d_1	d_2	d_3	L	l	α
70	60	M20	2.5	290	200	60°

Хомутик поводковый ГОСТ 2578-70 (7107-0033)

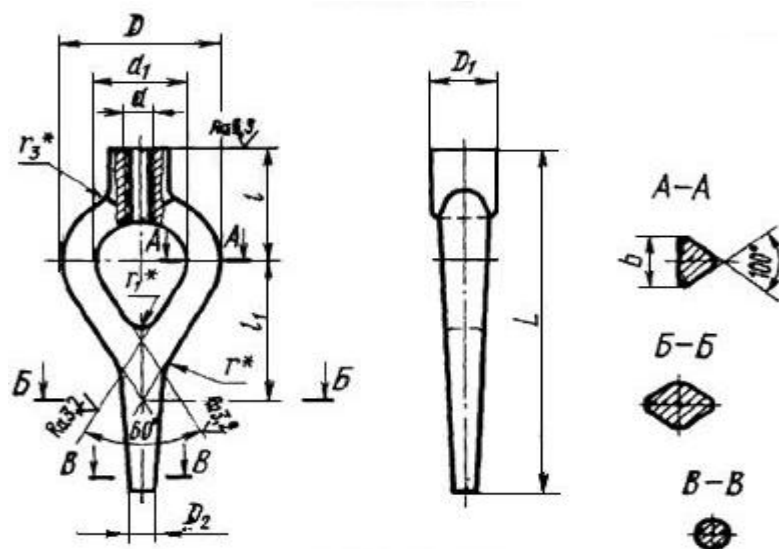


Таблица 12 – Размеры хомутика поводкового

D	L	D ₁	D ₂	d ₁	r-R
36	115	16	8	11	11-18

Хомутик поводковый для шлифовальных работ ГОСТ 16488-70 (7107-0062)

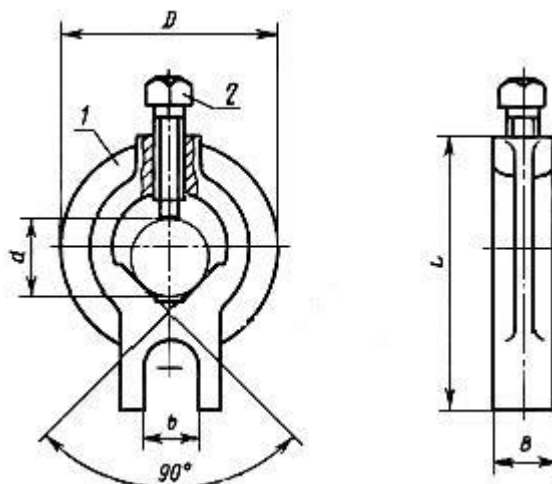


Таблица 13 – Размеры хомутика поводкового для шлифования

D	d	B	L	b
30	10-15	10	50	12

1.8. Расчет и назначение режимов обработки

015 Токарная операция: обтачивание поверхности Ø30,5 мм

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с. 116] – Т15К6.

Геометрические элементы лезвия трёхгранной пластинки:

$$\varphi = 93; \varphi_1 = 27.$$

1. Глубина резания: $t = Z^C = 2$ мм.

2. Подача по таблице 11 [2, с.266] для данной глубины резания:

$$s = 0,4 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ – определены по таблице 17 [2, с.269].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV},$$

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

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

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

По табл. 1, 5, 6 [2, с.261]:

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

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 20Х13 берем из таблицы 2 [2, с.262]:

$$K_{\Gamma} = 1, n_v = 1;$$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{730} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{730} \right)^1 = 1,02.$$

$$K_{MV} = 1,02; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1,02 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,91.$$

Скорость резания, формула (8):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,91 = 180 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 30,5} = 1879 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1600 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30,5 \cdot 1600}{1000} = 155 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

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

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

Глубина резания в формуле: $t = Z^C = 2 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

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

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

По таблице 9, 23 [2, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,75} = 0,97.$$

$$K_{MP} = 0,97; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,97 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,81.$$

Главная составляющая силы резания, формула (7):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,58^{0,15} \cdot 0,4^{0,35} \cdot 201^{-0,15} \cdot 0,81 = 781 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{781 \cdot 155}{1020 \cdot 60} = 1,9 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,9}{0,75} = 2,53 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам не известно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,75$.

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$2,53 < 7,5$$

где $N_{\text{ст}}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

025 Фрезерная операция: Фрезерование шпоночного паза

Характеристика режущего инструмента:

Инструмент: шпоночная фреза (материал Р6М5) Ø5. [2, с.177]:

1. Определяем глубину и ширину фрезерования:

$$t = 3 \text{ мм.}$$

$$B = 5 \text{ мм}$$

2. Определяем подачу на зуб фрезы по таблице 38 [2, с.286]:

$$S_z = 0,12 \text{ мм/зуб.}$$

3. Скорость резания определим по формуле, м/мин:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V,$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 40 [2, с.290]:

$$T = 80 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 12$; $q = 0,3$; $x = 0,3$; $m = 0,26$; $y = 0,25$; $u = 0$;

$p = 0$ – определены по таблице 39 [2, с.287].

Коэффициент K_V определяется по формуле :

$$K_{MV} = 1,02; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,02 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,91.$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{12 \cdot 5^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 0,12^{0,25} \cdot 5^0 \cdot 3^0} = 12,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 12,5}{3,14 \cdot 5} = 796,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 800}{1000} = 12,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6. Определяем минутную подачу:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{\text{ст}} = 0,12 \cdot 3 \cdot 800 = 288 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

$$S_{\text{Мст}} = 260 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{z \text{ факт}} = \frac{S_{\text{Мст}}}{z \cdot n_{\text{ст}}} = \frac{260}{3 \cdot 800} = 0,10 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}.$$

7. Главная составляющая силы резания, окружная сила:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^v} \cdot K_{MP},$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68,2$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1$; $q = 0,86$; $w = 0$ определены по таблице 41 [2, с.291].

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{730}{750} \right)^{0,3} = 0,99.$$

Окружная сила, формула (15):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^v} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 3^{0,86} \cdot 0,12^{0,72} \cdot 5^1 \cdot 2}{5^{0,86} \cdot 800^0} = 168,3 \text{ Н.}$$

8. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100} = \frac{168,3 \cdot 5}{2 \cdot 100} = 4,2 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

9. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{168,3 \cdot 12,5}{1020 \cdot 60} = 0,03 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 3 кВт, она достаточна для выполнения операции.

035 Шлифовальная операция: Шлифование Ø 30.5

Выбираем характеристику круга на основе монокорунда для чистового шлифования, т.к. он [15, стр. 339] обеспечивает стойкость в 1,5-2 раза выше, чем круги из белого электрокорунда [15, стр.340] – ПП 200×10×32 43А 40 С1 5К ГОСТ 2424-83.

По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$V_K = \frac{\pi \cdot D_K \cdot n_K}{1000 \cdot 60},$$

где D_K - диаметр круга; n_K - частота вращения шпинделя.

Тогда:

$$V_K = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 2500}{1000 \cdot 60} = 26,17 \text{ м/с.}$$

Скорость детали принимаем в соответствии с рекомендациями [2, стр. 343]

$$V_D = 18-26 \text{ м/мин.}$$

Принимаем $V_D = 24 \text{ м/мин}$, тогда частота

$$n_D = \frac{1000 \cdot V_D}{\pi D_D} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 30,5} = 250,60 \text{ м/мин.}$$

Принимаем $n_D = 250 \text{ м/мин}$, тогда:

$$V_D = \frac{\pi D_D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30,5 \cdot 250}{1000} = 23,94 \text{ м/мин.}$$

Выбираем радиальную подачу шлифовального круга [15, стр. 346].

Примем табличную подачу на оборот $S_{tT} = 0,015$, тогда с учётом поправочных коэффициентов [2, стр.348]:

$$S_t = S_{tT} \cdot K_M \cdot K_R \cdot K_D \cdot K_{V_K} \cdot K_T \cdot K_{IT} \cdot K_h = 0,015 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,42 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 0,76 = 0,0009576$$

Определяем радиальную минутную подачу

$$S_{tm} = S_t \cdot n_D = 0,0009576 \cdot 280 = 0,28 \text{ мм/мин.}$$

Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_D^r \cdot t^x \cdot s_p^y \cdot d^q \cdot b^z,$$

где d – диаметр шлифования; b – ширина шлифования; значения коэффициента C_N и показателей степени по [2, стр. 301].

Тогда:

$$N = 0,14 \cdot 23,94^{0,8} \cdot 0,015^{0,8} \cdot 30,5^{0,2} \cdot 55^1 = 0,39 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta$$

где $N_{ст} = 2,8$ кВт – мощность главного электродвигателя в кВт;

$\eta = 0,9$ – КПД привода.

$$0,18 \leq 2,52.$$

Расчет режимов резания для остальных переходов проведен аналогично предыдущим, с использованием рекомендаций, нормативов и справочных данных [11, стр.237-245]. Режимы резания для переходов технологического процесса сведем в таблицу 8.

Таблица 14 – Режимы резания из справочника

Операция	Переход	Чисто рабочих ходов	Глубина резания, мм.	Подача, Мм/об.	Частота вращения, Об/мин.	Скорость резания, М/мин.
010	1	2	1,7	0,5	1600	141
	2	2	1,7	0,5	1600	141
015	1	3	2	0,4	2000	170
	2	2	2	0,4	1600	155
	3	6	2	0,3	1600	100
	4	3	2	0,25	1600	72
	5	2	2	0,25	1600	60
	6	1	3,5	0,2	1600	128
	7	1	0,5	0,2	1600	143
	8	1	1	0,05	120	11
	9	1	3	0,2	1600	143
020	1	7	2	0,2	1600	100
	2	3	2	0,2	1600	75
	3	1	0,5	0,25	1600	70
	4	2	2	0,2	1600	62
	5	1	0,5	0,2	1600	143
030	1	8	0,4	0,015	5600	250

1.9. Нормирование технологического процесса

Основное время определяем по формуле:

$$t_o = \frac{L \times i}{n \times s}, \text{ мин.}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

s – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_{\epsilon} + l_{cx} + l_{нд}$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_{ϵ} – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

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

Принимаем: $l_{cx} = l_{нд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{\epsilon} = \frac{t}{\operatorname{tg} \phi},$$

где t – глубина резания, мм;

ϕ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s}.$$

015 Токарная операция. Основное время:

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg} \phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(130 + 1 + 1) \times 3}{1600 \times 0,4} = 0,55 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(124 + 1 + 1) \times 2}{1600 \times 0.4} = 0,35 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(69 + 1 + 1) \times 4}{1600 \times 0,3} = 0,39 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(56 + 1 + 1) \times 3}{1600 \times 0,25} = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(39,5 + 1 + 1) \times 1}{1600 \times 0,25} = 0,18 \text{ мин.}$$

Переход 6:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{2,5}{1600 \times 0,2} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 7:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(31 + 1 + 1) \times 1}{120 \times 2,5} = 0,031 \text{ мин.}$$

Переход 8:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\phi} + l_{cx} + l_{nd}) \times i}{n \times s} = \frac{(3 + \frac{0,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 1 + 1) \times 1}{1600 \times 0,35} = 0,011 \text{ мин.}$$

Для первой токарной операции: $\sum t_o = 1,613 \text{ мин.}$

020 Токарная операция. Основное время:

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(64,5 + 1 + 1) \times 10}{1600 \times 0,2} = 1,18 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(50 + 1 + 1) \times 3}{1600 \times 0,2} = 0,48 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(36,5 + 1 + 1) \times 1}{1600 \times 0,2} = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(20 + 1 + 1) \times 2}{1600 \times 0,2} = 0,13 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(3,5 + \frac{0,5}{\text{tg}45^\circ} + 1 + 1) \times 1}{1600 \times 0,2} = 0,018$$

Для второй токарной операции: $\sum t_o = 1,921 \text{ мин}$ **025 Фрезерная операция. Основное время:**

Переход 1:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(12 + \frac{3}{\text{tg}30^\circ} + 1 + 1) \times 2}{800 \times 0,3} = 0,16 \text{ мин.}$$

Переход 2:

$$t_o = \frac{(l + \frac{t}{\text{tg}\phi} + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{n \times s} = \frac{(22 + \frac{3}{\text{tg}30^\circ} + 1 + 1) \times 2}{800 \times 0,3} = 0,24 \text{ мин.}$$

Для второй операции: $\sum t_o = 0,30 \text{ мин.}$

035 Шлифовальная операция. Основное время:

$$t_0 = \frac{2L}{n_d \times S} \times i \times K$$

Где: $L = 1 + \frac{B}{2}$

K- коэффициент учитывающий износ круга и точность шлифования принимают в пределах 1,3-1,7

Переход 1

$$t_0 = \frac{2L}{n_d \times S} \times i \times K = \frac{120}{250 \times 4,5} \times 16 \times 1,5 = 2,56 \text{ мин}$$

Переход 2

$$t_0 = \frac{2L}{n_d \times S} \times i \times K = \frac{21,5}{250 \times 4,5} \times 16 \times 1,5 = 0,45 \text{ мин}$$

Для второй операции: $\sum t_0 = 3,01 \text{ мин.}$

Расчет $T_{вс.}$, $T_{шт.}$, $T_{шт.к}$

где $T_{вс.}$ – вспомогательное время;

$T_{шт.}$ – штучное время;

$T_{шт.к}$ – штучно-калькуляционное время.

$$T_{вс.} = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.},$$

где $T_{у.с}$ – время установки и снятия детали;

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

$T_{уп.}$ – время на управления станком;

$T_{из.}$ – время на измерение.

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} \times k + T_{об.от.},$$

где T_o – основное время;

$T_{об.от.}$ – время на обслуживание рабочего места и отдых.

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n},$$

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

n – число деталей в пробной партии;

$$n = \frac{N}{12} = \frac{1200}{12} = 100$$

015 Токарная операция:

Нормативы времени для серийного производства.

По табл. 8[1, стр.195].

$$T_{вс.} = k \times (T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.}) = 1,85 \times (0,83 + 0,9 + 1,5) = 5,97 \text{ мин.}$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 1,613 + 5,97 = 7,583 \text{ мин.},$$

где $T_{о.п}$ – оперативное время.

$$T_{об.от.} = \frac{T_{о.п.} \times П_{об.от.}}{100\%} = \frac{7,58 \times 7}{100\%} = 0,53 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{об.от.} = 1,61 + 7,58 + 0,53 = 7,72 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 7,72 + \frac{6}{100} = 7,78 \text{ мин.}$$

020 Токарная операция:

Нормативы времени для серийного производства.

По табл. 8[1, стр.195].

$$T_{вс.} = k \times (T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп.} + T_{из.}) = 1,85 \times (1,2 + 0,95 + 1,5) = 6,23 \text{ мин.}$$

$$T_{о.п} = T_o + T_{вс.} = 6,23 + 1,91 = 8,14 \text{ мин.},$$

где $T_{о.п}$ – оперативное время.

$$T_{об.от.} = \frac{T_{оп.} \times П_{об.от.}}{100\%} = \frac{7,66 \times 6}{100\%} = 0,45 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = T_o + T_{вс.} + T_{об.от.} = 1,91 + 8,14 + 0,45 = 10,5 \text{ мин.}$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n} = 10,5 + \frac{6}{100} = 10,56 \text{ мин.}$$

025 Фрезерная операция:

Нормативы времени для серийного производства.

По табл. 8[1, стр.195].

$$T_{\text{вс.}} = k \times (T_{\text{y.c}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{yn.}} + T_{\text{из.}}) = 1,85 \times (0,15 + 0,115 + 0,4) = 1,23 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.п}} = T_{\text{о}} + T_{\text{вс.}} = 0,30 + 1,23 = 1,53 \text{ мин.},$$

где $T_{\text{о.п}}$ – оперативное время.

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{T_{\text{оп.}} \times \Pi_{\text{об.от.}}}{100\%} = \frac{1,53 \times 5}{100\%} = 0,21 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит}} = T_{\text{о}} + T_{\text{вс.}} + T_{\text{об.от.}} = 0,30 + 1,53 + 0,21 = 2,04 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит.к}} = T_{\text{ит.}} + \frac{T_{\text{н.з.}}}{n} = 2,04 + \frac{14}{100} = 2,18 \text{ мин.}$$

035 Шлифовальная операция:

Нормативы времени для серийного производства.

По табл. 4 [8, стр.195].

$$T_{\text{вс.}} = k \times (T_{\text{y.c}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{yn.}} + T_{\text{из.}}) = 1,85 \times (0,18 + 0,15 + 0,12) = 2,58 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{о.п}} = T_{\text{о}} + T_{\text{вс.}} = 3,01 + 2,58 = 5,59 \text{ мин.},$$

где $T_{\text{о.п}}$ – оперативное время.

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{T_{\text{оп.}} \times \Pi_{\text{об.от.}}}{100\%} = \frac{5,59 \times 16}{100\%} = 0,89 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит}} = T_{\text{о}} + T_{\text{вс.}} + T_{\text{об.от.}} = 3,01 + 2,58 + 0,89 = 6,48 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{ит.к}} = T_{\text{ит.}} + \frac{T_{\text{н.з.}}}{n} = 6,48 + \frac{7}{100} = 6,55 \text{ мин.}$$

1.10. Техничко-экономическое обоснование и показатели, и показатели технологического процесса изготовления детали «Вал электродвигателя»

Важным показателем экономичности является технологическая себестоимость изготовления детали.

Рассчитаем технологическую себестоимость детали «Сверло центровочное».

Себестоимость продукции – денежное выражение текущих затрат на производство и реализацию продукции. Себестоимость продукции – часть стоимости, включающая затраты на потребление средств производства и оплату труда.

Исходные данные:

- | | |
|--|--------------|
| 1. вес детали: | 0,52 кг; |
| 2. цена материала за кг (Сталь 20Х13 ГОСТ 5949-80) | 145 руб./кг; |
| 3. средний коэффициент использования материала | 40%; |
| 4. цена отходов от стоимости материалов | 10% |

Расчет стоимости материала.

Цена материала одного изделия составляет:

$$C_m = \frac{m}{K_u} \cdot C_M ;$$

где

m – масса одного изделия;

K_u – средний коэффициент использования материала;

C_M – стоимость материала, руб./кг.

Тогда цена материала:

$$C_m = \frac{0,52}{0,4} \cdot 145 = 188,5 \text{ руб.}$$

Реализуемые отходы определяются зависимостью:

$$C_{отх} = \left(\frac{m}{K_u} - m \right) \cdot C_{отх} ,$$

где $C_{отх}$ – цена отходов.

Цена отходов на одно изделие:

$$C_{отх} = \left(\frac{0,52}{0,4} - 0,52 \right) \cdot 14,5 = 11,3 \text{ руб.}$$

Затраты на основные материалы за вычетом отходов на единицу изделия составят:

$$C_{М.осн} = C_{м} - C_{отх} = 188,5 - 11,3 = 176,6 \text{ руб.}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Техническое задание и разработка схемы приспособления

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция вертикально фрезерном станке DECKEL FP3.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 15.

Таблица 15 – Техническое задание на проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для установки и закрепления детали «Вал электродвигателя» на вертикально фрезерном станке DECKEL FP3.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Вал электродвигателя».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление детали «Вал электродвигателя» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	Тип производства – мелкосерийный. Программа выпуска – 1200 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторский), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2. Выбор базовой конструкции, и описание работы приспособления

Приспособление для фрезерования шпоночных пазов сконструировано на базе УСПМ – 8.

Универсально-сборные приспособления широко используются на заводах с опытным, мелкосерийным и единичным типом производства и в серийном производстве при освоении новой продукции.

Такой вид оснащения значительно сокращает сроки подготовки производства, так как сборка приспособлений из готовых элементов занимает гораздо меньше времени, чем проектирование и изготовление специальных приспособлений. Многократное использование в течение длительного времени одних и тех же элементов для сборки различных приспособлений позволяет уменьшить расход металла на специальную оснастку, сократить объем работ в инструментальных цехах, высвободить часть оборудования и т.д.

Область применения

Из элементов УСПМ-8 могут быть собраны приспособления для обработки деталей (различных как по форме, так и по размерам) на сверлильных, расточных, шлифовальных, токарных и фрезерных станках.

В компоновках УСПМ-8 можно устанавливать обрабатываемые детали с максимальными габаритами: ширина 120, длина 200, высота 100 мм. Максимальная масса обрабатываемых деталей 5 кг.

Приспособление содержит плиту, к которому жёстко прикреплены винтами призма. Также на плите закреплены опоры и гидропривод. Так же на плиту устанавливается шпилька, к которой в свою очередь прикреплен прихват. На нижней части корпуса закрепляются винтами направляющие шпонки, с помощью которых приспособление базируется на столе станка. Закрепление приспособления на столе осуществляется с помощью болтов.

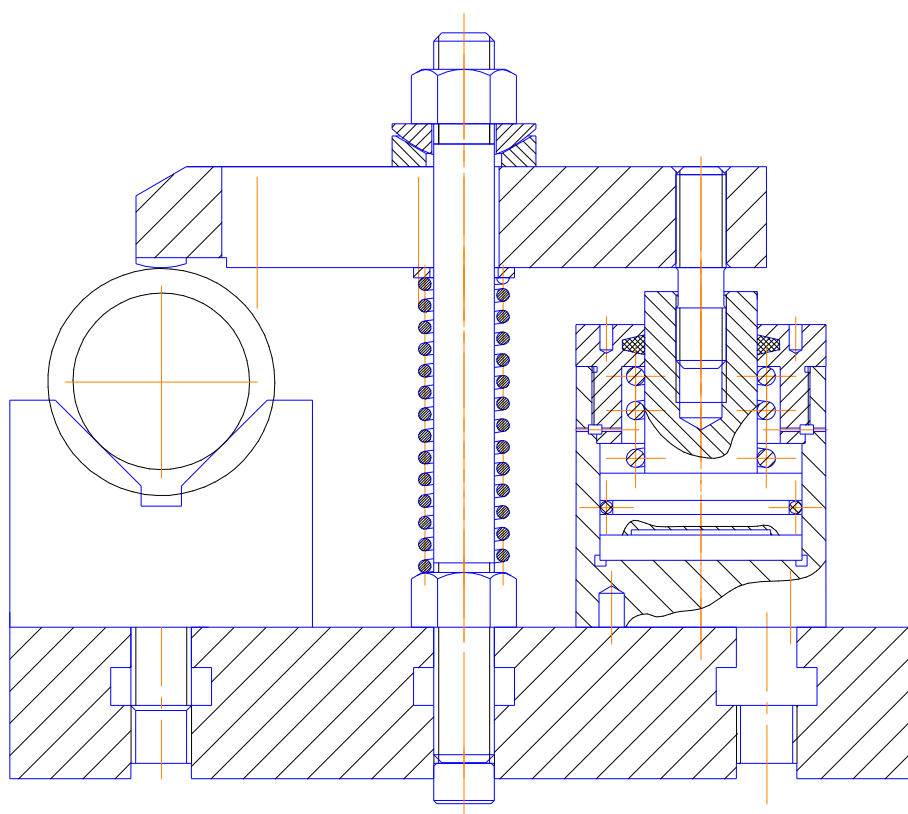


Рис. 29 схема приспособления

2.3. Разработка схемы установки заготовки в приспособлении и расчёт погрешности базирования

База – это поверхность заготовки или сборочной единицы, с помощью которой ее ориентируют при установке для обработки на станке.

Базирование – это придаваемое заготовке (сборочной единице) положение, определяемое базами, относительно выбранной системы координат (ГОСТ 21495-76).

Точность базирования заготовки зависит от выбранной схемы базирования, т.е. схемы расположения опорных точек на базах заготовки. Опорные точки на схеме базирования изображают условными знаками и нумеруют порядковыми номерами, начиная с базы, на которой располагается наибольшее количество опорных точек. Выбор баз при механической обработке заготовки следует проводить с учетом трех основных принципов базирования: совмещение конструкторской, технологической и измерительной баз, постоянство технологических баз, последовательность баз. Только при этом достигается наивысшая точность обработки с минимальной погрешностью базирования и закрепления.

В свою очередь схема установки определяется величиной погрешности базирования $\mathcal{E}_B$, которая не должна превышать половины допуска на размер $20_{-0,2}$, т.е. величину 0,1 мм. Погрешность базирования рассчитывается:

$$\mathcal{E}_B = 0,5Td \cdot \left(\frac{1}{\sin \alpha} - 1 \right)$$

где Td - допуск диаметра, которым вал базируется на призму.

$Td=0,1\text{мм}$.

α - половина рабочего угла призмы. Т.к. рабочий угол стандартной призмы составляет 90° , $\alpha=45^\circ$.

$$\mathcal{E}_B = 0,5 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{1}{\sin 45^\circ} - 1 \right) = 0,02\text{мм}$$

Видим, что $\mathcal{E}_B$ меньше 0,1мм, значит мы можем применить вертикальную схему обработки на вертикально фрезерном станке.

Поэтому примем схему установки, показанную на рисунке 30. Заготовка устанавливается на призмы шейками $\varnothing 20_{-0,2}$ мм, обработка ведётся при вертикально расположенной оси вращения фрезы.

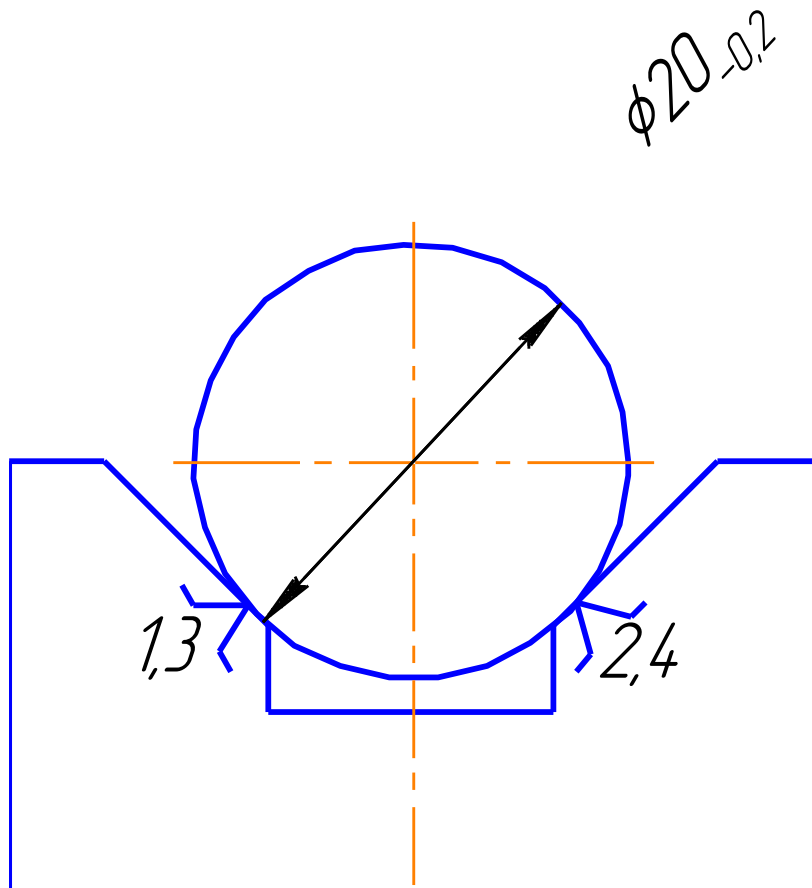


Рис.30–Схема базирования заготовки

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями - параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

2.4. Расчет приспособления на точность

В данном случае необходимо обеспечить:

- параллельность оси шпоночного паза относительно общей оси детали 0,02 мм;
- симметричность оси шпоночного паза относительно общей оси детали 0,024 мм.
- глубину шпоночного паза $3 \pm 0,1$ мм.

Симметричность оси шпоночного паза определяется предварительной настройкой инструмента на станке.

Допуск параллельности оси шпоночного паза относительно базовых поверхностей заготовки определяется выставкой заготовки в призмах.

В качестве расчетного здесь следует брать параметр:

- допуск глубины шпоночного паза $3 \pm 0,1$ мм;

Выявим составляющие погрешности:

- δ_c в данном случае вызвана не параллельностью рабочей поверхности стола направлению его перемещения. Для фрезерных станков с ходом стола до 600 мм не параллельность указанных поверхностей на всей длине хода допускается не более 0,015мм. Следовательно, $\delta_c = 0,015$.

- $\delta_{рп} = 0$, так как расположение приспособления на столе станка не влияет на точность получаемого размера;

- погрешность $\delta_{п.о} = 0,005$ мм, потому что допуск параллельности установочных плоскостей составляет 0,01 на 100 мм длины, а длина обработки составляет 36 мм;

- погрешность $\delta_{б.и.б} = 0,15$ мм, так как заготовка закреплена в призмах;

- погрешность $\delta_z = 0$ (принята без расчёта);

- погрешность $\delta_{п.н.} = 0,1$ мм;

- погрешность $\delta_{и}$ и $\delta_{ри}$ примем равными нулю, так как их влияние устраняется настройкой фрезы на размер;

- погрешность $\delta_d = 0,01$ (принята без расчёта);

- погрешность $\delta_{из} = 0,01$ – износ фрезы.

Суммирование составляющих погрешностей рассчитаем по формуле:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{б.и.б}^2 + \delta_{п.о}^2 + \delta_{п.н}^2 + \delta_d^2 + \delta_{из}^2}$$

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{0,015^2 + 0,15^2 + 0,005^2 + 0,1^2 + 0,01^2 + 0,01^2} = 0,18$$

Результирующая погрешность 0,18 меньше допуска 0,2. Приспособление обеспечит требуемую точность.

2.5. Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку

На рисунке 30 представлена схема силового взаимодействия фрезы, заготовки и приспособления при обработке шпоночного паза.

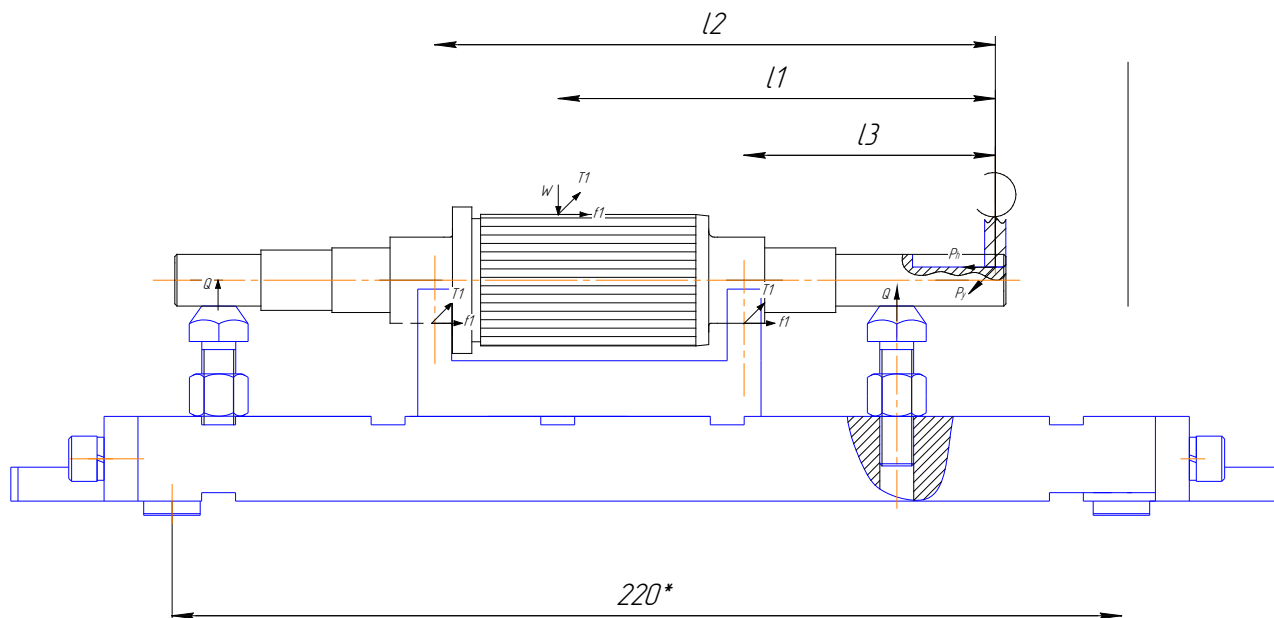


Рис. 31 - схема силового взаимодействия фрезы, заготовки и приспособления при обработке шпоночного паза.

Как видно из рисунка 31, сила подачи P_h стремится сдвинуть заготовку с призмы, но этому препятствуют силы трения T и T_1 , возникающие на зажимаемой шейке вала и на рабочей поверхности призмы.

Сила P_v стремится повернуть заготовку вокруг оси вращения фрезы, но этому препятствуют моменты от сил трения T и T_1 .

Сила P_y представляет то усилие (противодавление), с которым обрабатываемая заготовка стремится оттолкнуть от себя фрезу; эта сила изгибает фрезерную оправку и давит на опоры шпинделя.

2.6. Выбор зажимных элементов и расчёт усилий зажима

Из расчётов в пункте 1.8 видим что $P_z = 168,3 \text{ Н}$

Величины остальных составляющих силы резания найдём через окружную силу:

Горизонтальная сила (подачи)

$$P_h = 0,4 \cdot P_z = 67,32 \text{ Н}$$

Вертикальная сила

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 151,47 \text{ Н}$$

Радиальная сила

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 67,32 \text{ Н}$$

Осевая сила

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 87,5 \text{ Н}$$

Из уравнения равновесия сил определим величину усилия зажима:

$$W^1 = \frac{K \cdot P_h}{f + 2 \cdot f_1}$$

где f и f_1 - коэффициенты трения в местах приложения усилия W и на призмах.

K - коэффициент запаса, в свою очередь находится по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, равный 1,5;

K_1 - коэффициент, учитывающий вид технологической базы, для чистовых баз, как в данном случае, $K_1 = 1$;

K_2 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента, при фрезеровании чугуна и стали $K_2 = 1,2$;

K_3 - коэффициент, учитывающий прерывистость резания, при фрезеровании $K_3 = 1,3$.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 2,34$$

Коэффициент трения f примем равным 0,14, тогда $f_1 = 1,41 \times 0,14 = 0,1974$.

$$W = \frac{2,34 \cdot 168,3}{0,14 + 2 \cdot 0,1974} = 755,7 \text{ Н}$$

На следующей операции выбираем привод обеспечивающий расчётное усилие зажима.

2.7. Выбор и расчёт силового привода

В качестве привода зажимного устройства применяем гидроцилиндр.

После определения усилия закрепления рассчитывается исходное усилие на приводе $W_{пр}$.

При расчетах используется уравнение $W = iW_{пр}$,

где i - коэффициент усиления, величина которого определяется кинематической схемой приспособления.

Для данной принципиальной схемы коэффициент усиления равен 1, т.к. зажим заготовки производится непосредственно с помощью штока без применения рычажного, передаточного и др. механизма.

$$i = 1$$

Следовательно, усилие на приводе равно $W = W_{пр} = 755,7 \text{ Н}$

Зная усилие на приводе, рассчитаем параметры гидропривода, к которым относятся диаметры цилиндра и штока.

Диаметр цилиндра определим согласно формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4W_{пр}}{\pi p}} \cdot k = \sqrt{\frac{4 \cdot 755,7}{3,14 \cdot 10}} \cdot 1,3 = 22,78 \text{ мм}$$

$W_{пр}$ – усилие на приводе,

p – давление в гидросети, $p = 10 \text{ Мпа}$,

k - коэффициент запаса, $k = 1,3$

Принимаем диаметр цилиндра согласно ГОСТ 6540-68 равным 25 мм.

Диаметр штока определяется по следующей зависимости

$d_{шт} = 0,35D_{ц}$, подставив все необходимые значения, получаем:

$$d_{шт} = 0,35 \cdot 25 = 8,75 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр штока равный $d_{шт} = 8 \text{ мм}$

Определяем фактические значения усилия на приводе и усилия закрепления:

$$W_{ц} = \frac{D_{ц}^2 \cdot \pi \cdot p \cdot \eta}{4} = \frac{25^2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 0,9}{4} = 4415 \text{ Н}$$

2.8. Проектирование сборки приспособления

Устройство состоит из плиты УСП, на которой установлены базирующий элемент призма и зажимной элемент - прихват. Опорная призма 11 центрируются в пазах плиты УСП 10 с помощью шпонок 20, и закрепляются винтами с внутренним шестигранником 4. Аналогичным образом устанавливается и закрепляется на плите гидроцилиндр и прижим. Рабочие поверхности опорных призм после установления шлифуются в одну плоскость. На столе станка устройство центрируется с помощью двух шпонок, а закрепляется винтами, устанавливаются в пазы уголки.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Киселёву Сергею Сергеевичу

Институт	ИНЭО	Кафедра	ТМСИР
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	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-Анализ конкурентных технических решений
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценочная карта конкурентных технических решений
2. График Гантта
3. Расчет бюджета затрат НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38Л22	Киселёв Сергей Сергеевич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Потенциальные потребители технологического процесса

В качестве потенциальных потребителей нового технологического процесса на изготовление детали «Вал электродвигателя» является технологическое бюро АО «НПЦ «Полюс». Новый технологический процесс позволит сократить затраты на приобретение материалов, заработной плате для рабочих, электроэнергии.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- выполнить оценку по технологии QuaD
- структурировать работу в рамках НИ;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения разработки НИ;
- рассчитать бюджет научно-технической разработки.

3.2. Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD (QQuality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица - 16 оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

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. Производительность труда рабочего	0,1	80	100	0,8	0,082
2. Время изготовления детали	0,09	87	100	0,87	0,074
3. Качество изготовления детали	0,11	100	100	1	0,115
4. Вид получения заготовки детали	0,08	52	100	0,52	0,043
5. Уровень квалификации рабочего	0,2	100	100	1	0,240
6. Количество операция технологического процесса	0,1	63	100	0,63	0,063
7. Гибкость технологического процесса	0,02	20	100	0,2	0,004
8. Цена детали	0,08	40	100	0,4	0,064
9. Уровень сложности изготовления детали	0,2	72	100	0,72	0,144
10. Уровень автоматизации технологического процесса	0,02	35	100	0,35	0,007
Итого	1	649	100	6.49	0,836

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot B_i,$$

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

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{\text{ср}} = 8.2 + 7.4 + 11.5 + 4.3 + 24 + 6.3 + 0.4 + 14.4 + 0.7 + 8.3 = 83.6$$

Значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя $P_{\text{ср}}$ получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Значение $P_{\text{ср}} = 83,6$ показывает, что разработка технологического процесса изготовления детали «Вал электродвигателя» на рынке перспективна.

3.3. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 17 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя ВКР	Студент
	2	Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель Студент
	7	Выполнение конструкторской части	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, Студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	Студент

3.4. Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения разработки технологического процесса оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

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

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{(3*2) + (2*3)}{5} = 2,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{ож2} = \frac{(3*1) + (2*2)}{5} = 1,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{ож3} = \frac{(3*3) + (2*4)}{5} = 3,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{ож4} = \frac{(3*2) + (2*4)}{5} = 2,4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 5-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{(3*15)+(2*16)}{5} = 15.4 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 6-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{(3*3)+(2*5)}{5} = 3,8 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 7-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{(3*5)+(2*10)}{5} = 7 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 8-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{(3*3)+(2*5)}{5} = 3,8 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 9-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{(3*12)+(2*15)}{5} = 12.8 \text{ чел.-дн.}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 10-й работы

составило:

$$t_{\text{ож}10} = \frac{(3*5)+(2*6)}{5} = 5.4 \text{ чел.-дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

3.5. Разработка графика проведения научного исследования

В данном разделе на примере диаграммы Ганта разработан график проведения ВКР с целью расчета времени на проделанные работы. В работе задействованы 2 человека, руководитель и непосредственно студент.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

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

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.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{k1} = 2,4 * 1,48 = 4 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{k2} = 0,7 * 1,48 = 1 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{k3} = 3,4 * 1,48 = 5 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{k4} = 2,4 * 1,48 = 4 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{k5} = 15,4 * 1,48 = 23 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 1.9 * 1,48 = 3 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 9.6 * 1,48 = 14 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 1.9 * 1,48 = 3 \text{ дней}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 12.8 * 1,48 = 19 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{к10} = 5.4 * 1,48 = 8 \text{ дня}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 18).

Таблица 18 - Временные показатели проведения научного исследования

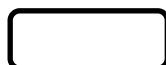
Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя ВКР	2	3	2.4	Студент	2.4	4
Составление и утверждение темы ВКР	1	2	1.4	Научный руководитель, студент	0.7	1
Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	3	4	3.4	Научный руководитель	3.4	5
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	2	4	2.4	Студент	2.4	4
Выполнение технологической части работы	15	16	15.4	Студент	15.4	23
Согласование	3	5	3.8	Научный		3

выполненной технологической части с научным руководителем				руководитель, Студент	1.9	
Выполнение конструкторской части	8	10	9.6	Студент	9.6	14
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	3	5	3.8	Научный руководитель, Студент	1.9	3
Выполнение других частей работы	12	15	12.8	Студент	12.8	19
Подведение итогов, оформление работы по стандарту	5	6	5.4	Студент	5.4	8

На основе табл. 18 построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

№ рабо т	Вид работ	Кол- во дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни												
			Февраль 2017			Март 2017			Апрель 2017			Май 2017			Июнь 2017
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Выбор научного руководителя ВКР	4													
2	Составление и утверждение темы ВКР	1													
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	5													
4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	4													
5	Выполнение технологической части работы	23													
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	3													
7	Выполнение конструкторской части	14													

8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	3								 					
9	Выполнение других частей работы	19													
10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	2													



- студент,



научный руководитель,

По календарному плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было в первой половине декады февраля. Первые две работы выполняются одновременно. По графику видно, что некоторые виды работы выполняются 3 декады в одном месяце. Такие работы, как составление и утверждение темы работы, выбор объекта исследования и согласование работы, выполнялись двумя исполнителями. Окончание работы во второй половине мая.

3.6. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.6.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = \sum_{i=1}^m Ц_i * N_{расхi} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, скоросшиватель, дырокол

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 20.

Таблица 20 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага для офисной техники	лист	200	1,5	300
Ручка	Шт.	4	25	100
Скоросшиватель	Шт.	1	250	250
Дырокол	Шт.	1	70	70
Корректор	Шт	1	35	35
Итого:				755

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 755 рублей.

3.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 6.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением РНИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

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

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн} ,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} ,$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Таблица 21 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	68
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	179

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}},$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Таблица 22 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, тыс. руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, тыс. руб.	$З_{\text{дн}}$, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, тыс. руб.
Руководитель	26,3	0,3	0	1,3	44,4	2,49	12	18,4
Студент	17,0	0,2	0	1,3	28,7	1,79	79	142,5
Итого $З_{\text{осн}}$:								160,9

Основная заработная плата научного руководителя составила 18,4 тыс. рублей, заработная плата студента – 142,5 тыс. рублей. Общая основная заработная плата составила 160,9тыс. рублей.

3.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной: $З_{\text{доп}} = 0,12 * 18,4 = 2,208$ тыс. руб., а для студента $З_{\text{доп}} = 0,12 * 142,5 = 17,1$ тыс. руб.

3.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году вводится пониженная ставка – 30%.

Таблица 23 - Отчисления во внебюджетный фонды

Исполнитель	Основная ЗП, тыс.р	Дополнительная ЗП, тыс. р.	$З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}$	Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	Итого:
Руководитель	18,4	2,2	20,6	0,30	6,1
Студент	142,5	17,1	159,6		47,8

По расчетам из таблицы 23 отчисления во внебюджетные фонды от научного руководителя – 6180 рублей, от студента – 47880 рублей. Общие отчисления составляют 54360 рублей.

3.6.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы равны: $Z_{\text{накл}} = (160,9 + 19,3 + 0,78 + 54,36) \cdot 0,16 = 37\,650$ рублей.

3.6.6. Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на научное исследование является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на проект приведен в таблице 24.

Таблица 24 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат %
1. Материальные затраты РНИ	785	0,0029%
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей ВКР	160900	0,589%
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19300	0,07%
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54360	0,199%

5.	Накладные расходы	37650	0,137%
6.	Бюджет затрат на НТИ	272335	100%

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 272335 рублей.

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

В результате выполнения работы будут достигнуты поставленные задачи по сокращению расходов на изготовление детали «Вал электродвигателя»

При выполнении задания по расчету ресурсосбережения и ресурсоэффективности выполнения работ по созданию технологического процесса были определены:

- перспективность выполнения работ;
- структура и очередность выполнения работ по проекту;
- трудоемкость выполнения работ;
- бюджет затрат на выполнение проекта которые составили 272995 рублей.

Социальная ответственность

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Киселёву Сергею Сергеевичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Проектирование технологического процесса изготовления вала электродвигателя.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является технологический процесс детали «Вал электродвигателя»
-------------------------------------	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

4. Производственная безопасность: Анализ выявленных вредных и опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения, расчёт освещения.	Движущиеся машины и механизмы; повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, повышенные уровни шума и вибрации на рабочем месте; недостаточная освещенность рабочей зоны; электрический ток.
5. Экологическая безопасность:	Источники загрязнения атмосферы: Утилизация отходов: бумага
6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные чрезвычайные ситуации на производстве: пожар, природные катаклизмы, несанкционированное проникновение посторонних,
7. Правовые и организационные вопросы 8. Обеспечения безопасности	Правовые и организационные нормы трудового законодательства

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

4. Расчёт освещённости
5. План эвакуации

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Киселёв Сергей Сергеевич		

4. Социальная ответственность

Введение

Сущность данной выпускной квалификационной работы бакалавра заключается в проектировании технологического процесса детали типа «Вал электродвигателя».

В данном разделе будут рассматриваться вопросы, связанные с правилами эксплуатации помещения, техникой безопасности и охраной труда в лаборатории, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС. А также будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека, что позволит определить средства индивидуальной и коллективной защиты, и решить вопросы обеспечения безопасности в целом, как для помещения, так и для организации в целом.

Социальная ответственность при разработке новых решений должна обеспечивать:

- исключение несчастных случаев;
- защиту здоровья работников;
- снижение вредных воздействий на окружающую среду;
- экономное расходование невозобновимых природных ресурсов.

Разработки должны базироваться на требованиях законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды, на владении способами и мероприятиями по защите в чрезвычайных ситуациях и понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности.

Рабочим местом будет являться отдельное помещение, которое находится внутри производственного здания. На рабочем месте находится оборудование для проектирования технологических процессов - персональные компьютеры (ПК). При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) согласно ГОСТу 12.0.003-74 "ССБТ, могут иметь место следующие вредные и опасные факторы:

- движущиеся машины и механизмы
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень статического электричества;

- повышенный уровень электромагнитных излучений в рабочей зоне;
- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание;
- повышенная напряженность электрического поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1 Производственная безопасность

Анализ вредных производственных факторов

Опасным называется фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если производственный фактор приводит к заболеванию либо к снижению трудоспособности, то он считается вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Элементы условий труда, выступающих в роли опасных и вредных производственных факторов, можно разделить на четыре группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

К группе физических опасных факторов относятся:

- движущиеся машины и механизмы ;
- повышенный уровень статического электричества;

- повышенное значение напряжения в электрической цепи;

К группе физических вредных факторов относятся:

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень электромагнитных излучений в рабочей зоне
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;

К химическим опасным производственным факторам относятся:

- многочисленные пары и газы

К биологическим вредным производственным факторам относятся:

- микроорганизмы (бактерии, вирусы и др.)

К группе психофизических вредных факторов относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

4.2. Анализ опасных факторов воздействующих на человека работающего в технологическом бюро.

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а также подъемно-транспортных устройств.
- Статическое электричество, возникающее на поверхности корпусов и кинескопов персональных компьютеров.

Таблица 25 Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Разработка технологического процесса	Психофизиологические (эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение) Физические - (повышенный уровень шума и вибрации, превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны)	Физические - повышенный уровень статического электричества	ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82
Контроль выполнения работ по ТП	Физические - (превышение уровня шума и вибраций, повышенная запыленность загазованность воздуха рабочей зоны).	Физические - движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

4.2.1. Недостаточная освещённость

Приводит к напряжению органов зрения, в результате чего человек быстрее устает, что может привести к браку, а главное, к травмам. Длительное воздействие данного фактора приводит к болезням (близорукость и др.) [Расчёт освещения тех. бюро приведён в Приложении 1]

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий].

В кабинете используется совместное освещение – искусственное и естественное (через окна). Система освещения общая.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы], при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общеравномерного освещения установка светильников местного освещения, которое 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.

Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70. Одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (K_p), который не должен превышать 5 %, что обеспечивается применением газоразрядных ламп в светильниках общего и местного освещения с высокочастотными пускорегулирующими аппаратами (ВЧ ПРА) для любых типов светильников. Загрязнение окон приводит к недостатку естественного света.

По СНиП 23-05-95 данная проблема решается установкой дополнительного осветительного оборудования на территории цеха.

4.2.2. Повышенный уровень шума

Шум создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания.

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБ, снижается слуховая чувствительность. По ГОСТ 12.1.003-83, предельно допустимый уровень шума для помещений, типа: «технологическое бюро» не более 50 дБ. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБ.

Таблица 26 ПДУ шум СанПин 2.2.4.3359-16

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	легкая физическая нагрузка	средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80 дБ	80 дБ	75 дБ	75 дБ	75 дБ
Напряженность средней степени	70 дБ	70 дБ	65 дБ	65 дБ	65 дБ
Напряженный труд 1 степени	60 дБ	60 дБ	-	-	-
Напряженный труд 2	50 дБ	50 дБ	-	-	-

Средства и методы коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на:

- акустические (звукоизолирующие кожухи, кабины, акустические экраны, выгородки, звукопоглощающие облицовки, объемные поглотители звука и др.). выполнение из войлока поролона, и других пористых материалов.
- архитектурно-планировочные (создание шумозащищенных зон, рациональное размещение оборудования рабочих мест, рациональные акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов и др.).
- Организационно-технические (применение малошумных технологических процессов и машин, оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля, использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях и др.)

Средства индивидуальной защиты от шума подразделяют на:

- противошумные наушники, закрывающие ушную раковину;
- противошумные вклады, перекрывающие наружный слуховой канал;
- противошумные шлемы и каски;
- противошумные костюмы.

По ГОСТ 12.1.029-80

4.2.3. Отклонение показателей микроклимата

Повышенная температура поверхностей оборудования и воздуха в рабочей зоне характеризуется возрастанием температуры тела, тканей и органов вследствие перехода ПК в тепловую энергию. Интенсивность нагрева зависит от количества поглощенной энергии и скорости оттока тепла от облучаемых участков тела. Отток тепла затруднен в

органах и тканях с плохим кровоснабжением. В первую очередь относится хрусталик глаза, последствием чего возможно развитие катаракты. Нагревание их может вызвать обострение хронических заболеваний.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (по ГОСТ 12.1.005–88)

Таблица 27 Показатели микроклимата

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин		для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Ia (до 139)	20-21	24-25	15-75	0,1	0,1
	Iб (140-174)	19-20	23-24	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	17,0-18	21-23	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15,0-16	19-2	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	13,0-15	18-21	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22	25-28	15-75	0,1	0,2
	Iб (140-174)	20,0-21	24-28	15-75	0,1	0,3
	IIa (175-232)	18,0-19	22-27	15-75	0,1	0,4
	IIб (233-290)	16,0-18	21-27	15-75	0,2	0,5
	III (более 290)	15,0-17	20-26	15-75	0,2	0,5

Как средства коллективной защиты используется отопление, увлажнение воздуха установка систем вентиляции.

4.2.4. Повышенный уровень электромагнитных излучений

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Источниками электромагнитных излучений являются компьютеры, трансформаторы, сетевое оборудования, источники индукционного тока.

В случаях, указанных в Санитарных норм и правил [СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96], энергетическая экспозиция за рабочий день (рабочую смену) не должна превышать значений, указанных в таблице 5.

Таблица 28 Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

	Предельно допустимая энергетическая экспозиция	
Диапазон частот	По электрической составляющей (В/м) ² × ч	По магнитной составляющей (А/м) ² × ч
30 кГц – 3 МГц	20000,0	200,0
3 – 30 МГц	7000,0	Не разработаны
30 – 50 МГц	800,0	0,72
50 – 300 МГц	800,0	Не разработаны
300МГц – 300ГГц	-	-

Основными видами средств коллективной защиты от воздействия электромагнитного поля токов промышленной частоты являются стационарные или переносные заземленные экранирующие устройства.

В качестве средств индивидуальной защиты используют индивидуальные экранирующие комплекты. В состав комплекта входят: спецодежда, спецобувь, средства защиты головы, а также рук и лица выполненные из материала армированного мелкой металлической сеткой. Составные элементы комплектов объединяются в единую электрическую цепь и через обувь или с помощью специального проводника со струбиной обеспечивают качественное заземление. По ГОСТ 12.1.002—84, ССБТ.

4.2.5. Электробезопасность

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости. Но в процессе деятельности с установкой и компьютером, работающим от источника тока, может возникнуть опасность поражения электрическим током. Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением компьютера и установки в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера или станину установки;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер и установку;
- запрещается при включенном компьютере или установке одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

Среди распространенных способов коллективной защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- -защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжении

шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;

- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

Напряжения и токи протекающие через тело человека при нормальном режиме электроустановки, не должны превышать значений указанных в таблице 6.

Таблица 23 ПДУ напряжений, токов, и $R_{\text{зз}}$

Род тока	U, В	I,мА	$R_{\text{зз}}$, Ом
	Не более		
Постоянный	12/36	0,1	4 Ом

Чаще всего в качестве средства индивидуальной защиты в электроустановках используют диэлектрические перчатки, изолирующие и измеряющие электроэнергию клещи, инструменты с изолирующими рукоятками, эффективные штанги. Вышеуказанные перчатки бывают 3 размеров. Их делают из резины

толщиной от 0,7 до 1,2 мм. Надевать их надо полностью, при этом натягивая раструб на рукава одежды.

Согласно ПУЭ (6-е изд.) в разд. 1.1.13 определяют в отношении опасности поражения людей электрическим током следующие классы помещений:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность:
 - a. сырости (влажность более 75 %) или токопроводящей пыли;
 - b. токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.);
 - c. высокой температуры (выше 35 °С);
 - d. возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т.п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, характеризующиеся наличием одного из следующих условий, создающих особую опасность:
 - a. особой сырости;
 - b. химически активной или органической среды;
 - c. одновременно двух или более условий повышенной опасности.
4. Территории размещения наружных электроустановок. В отношении опасности поражения людей электрическим током эти территории приравниваются к особо опасным помещениям.

Технологическому бюро присвоен 1 класс опасности поражением электрическим током.

4.2.6. Пожарная безопасность

Категории и классы по взрывопожарной и пожарной опасности

Таблица 30 категории пожароопасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28°C, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1-В4 пожароопасная	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии
---	---

Типы огнетушителей и их назначение

Таблица 31 типы огнетушителей и их назначение

Тип	Жидкостные	Порошковые	Углекислотные	Аэрозольные	Воздушно-пенные
Огнетушители	ОВ-1(3) ОВ-8	ОП-5 ОП-8 ОП-2	ОУ-5 ОУ-3 ОУ-10	ВВПА-500 ВВПА-400	ОВП-4 ОВП-8 ОВП-40
Область применения	Используются только при плюсовых температурах. Назначены для тушения горящих твердых веществ	Предназначены для тушения пожаров и загораний нефтепродуктов, ЛВЖ и ГЖ, растворителей, твердых веществ, а также электроустановок под напряжением до 1000 В (1кВ).	Предназначены для тушения загораний различных веществ и материалов, электроустановок под напряжением до 10000 В (10кВ), двигателей внутреннего сгорания, горючих жидкостей.	Служат для автоматического или ручного тушения загораний в производственных и бытовых помещениях объемом до 200 кв.м. При срабатывании выделяется высокодисперсный аэрозоль, который тормозит пламенное горение. Узлы запуска: электрический, тепловой и механический (ручной).	Предназначены для тушения пожаров и загораний твердых веществ и материалов, ЛВЖ и ГЖ, кроме щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок без напряжения.
Класс пожара	А, В	А,В,С,Е	В,С	В,С,Е	А,В,С

Техническому бюро присвоен класс пожароопасности «Д». Тушение горящего электрооборудования под напряжением должно осуществляются имеющимися огнетушителями ОУ-5. Чтобы предотвратить пожар в производственном помещении, необходимо:

- содержать помещение в чистоте, убирать своевременно мусор. По окончании работы проводиться влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании; – на видном месте должен быть вывешен план эвакуации из здания с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;

- уходящий из помещения последним должен проверить выключены ли нагревательные приборы, электроприборы, оборудование и т.д. и отключение силовой и осветительной электрической сети.

Также необходимо соблюдение организационных мероприятий:

- правильная эксплуатация приборов, установок;
- правильное содержание помещения; – противопожарный инструктаж сотрудников;
- издание приказов по вопросам усиления ПБ;
- организация добровольных пожарных дружин, пожарнотехнических комиссий;
- наличие наглядных пособий и т.п.

В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану по номеру 01 и покинуть помещение, руководствуясь планом пожарной эвакуации. Рис. 29

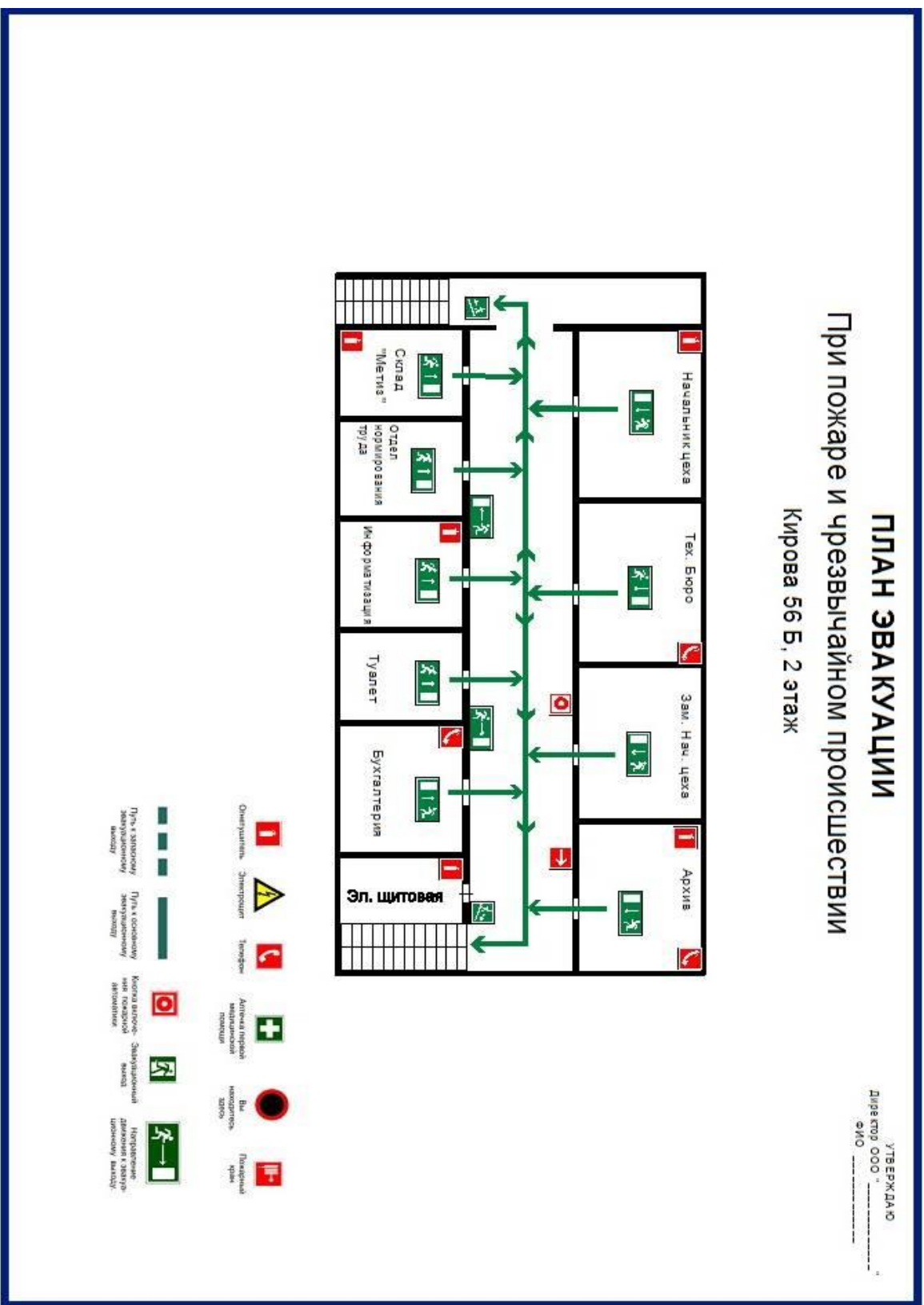


Рис. 29 план эвакуации из технического бюро

4.3. Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды — комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на природу.

Охрана окружающей среды на предприятии характеризуется комплексом принятых мер, которые направлены на предупреждение отрицательного воздействия человеческой деятельности предприятия на окружающую природу, что обеспечивает благоприятные и безопасные условия человеческой жизнедеятельности. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача — охрана важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов. Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Засухи, шквалистые ветры, интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весны и ранние осени.

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы, опасного природного процесса, стихийного бедствия, которая приводит к человеческим жертвам, наносит ущерб здоровью населения и природной среде, а также вызывает значительные материальные потери и нарушение условий жизни людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения - весной. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Для наглядного представления возможных ЧС представленного региона составим таблицу 32.

Таблица 32 возможные ЧС в регионе

ЧС природного характера	ЧС биолого-социального характера	ЧС экологического характера
Землетрясение	Групповые случаи опасных инерционных заболеваний	Повышение ПДК вредных выбросов в атмосфере
Торфяные и лесные пожары	Прогрессирующая эпифитотия	Разрушение озонового слоя атмосферы
Крупный град	Падение воспроизводства населения	Исчезновение видов, чувствительных к изменению среды обитания
Сильный мороз		

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

- Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
- Планы эвакуации рабочих;
- Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;

- Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
- Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
- Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

4. Организационные и правовые мероприятия обеспечения безопасности

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.

Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами для взрослых пользователей в подвальных помещениях не допускается.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м², а объем не менее 20 м³.

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала. В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи. Взрывоопасные и легковоспламеняющиеся материалы должны находиться на расстоянии не менее 5 м от места сварки; их необходимо закрывать огнестойкими материалами (асбест и т. д.)

ЧС при несанкционированном проникновении на территорию предприятия

Для предотвращения подобных ЧС вся территория огорожена высоким забором с металлической колючей проволокой, а все входы и выходы находятся под охраной.

Так же территория находится под круглосуточным видео наблюдением и все наиболее значимые объекты оборудованы сигнализацией в случае срабатывания которой незамедлительно вызывается наряд полиции.

Регулярно проводятся учения ГО и ЧС для отработки действий при подобном ЧС.

4.5. Перечень нормативных документов

В данной работе использовались следующие нормативные акты:

ГОСТ – Государственные стандарты

- ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ

[Опасные и вредные производственные факторы. Классификация]

- ГОСТ 12.1.002—84, ССБТ

[Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах]

- ГОСТ 12.1.003-83

[Шум - Общие требования безопасности]

- ГОСТ 12.1.005–88

[Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне]

- ГОСТ 12.1.012–90

[Вибрационная безопасность]

- ГОСТ 12.1.019–79

[Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты]

- ГОСТ 12.1.029-80

[Средства и методы защиты от шума]

- ГОСТ 12.1.030-81

[Электробезопасность. Защитное заземление, зануление]

- ГОСТ 12.1.038-82

[Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов]

СанПиН - Санитарные правила и нормы

- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03

[Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий]

- СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96

[Санитарные правила и нормы "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)"]

- СанПиН 2.2.4.3359-16

[Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах]

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03

[Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы]

СНиП – строительные правила и нормы

- СНиП 2.2.4/2.1.8.566-96

[Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданиях]

- СНиП 23-05-95

[Естественное и искусственное освещение]

- ПУЭ (6-е изд.) в разд. 1.1.13 (Правила устройства электроустановок; утв. Минэнерго)

[Классификация помещений по опасности поражением электрическим током]

Приложение 1

Расчёт освещения в технологическом бюро

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 4,5$ м, ширина $B = 2,5$ м, высота = 3 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 4,5 \times 2,5 = 11,25 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свеж побеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свеж побеленного потолка $\rho_{\Gamma} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{ЛД}} = 2600$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3500$ мм.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3 - 1 - 0,3 = 1,7 \text{ м}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1.1 \cdot 1.7 = 1900 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$N_b = B/L = 2.5/1.9 = 1.3 = 1$$

Число светильников в ряду:

$$N_a = A/L = 4.5/1.9 = 2.3 = 2$$

Общее число светильников:

$$N = N_a \cdot N_b = 1 \cdot 2 = 2$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = L/2 = 1.9/2 = 950$$

Размещаем светильники в один ряд. На рисунке изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

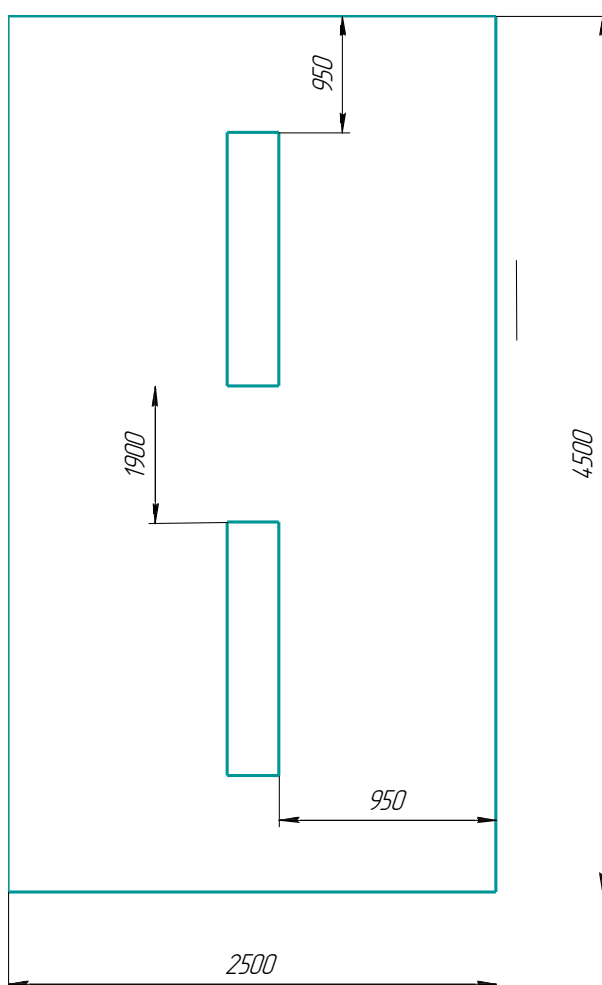


Рисунок 31 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{4.5 \cdot 2.5}{1.9 \cdot (4.5 + 2.5)} = 0.52$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_{\Pi} = 70\%$, $\rho_{\Sigma} = 50\%$ и индексе помещения $i = 0.52$ равен $\eta = 0.49$.

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_n = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 4.5 \cdot 2.5 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{2 \cdot 0.49} = 2841.52$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л}\partial} - \Phi_n}{\Phi_{\text{л}\partial}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$-\frac{\Phi_{\text{л}\partial} - \Phi_n}{\Phi_{\text{л}\partial}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2841.52}{2600} \cdot 100\% = 9.2\%$$

Таким образом: $-10\% \leq 9.2\% \leq 20\%$ необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

Заключение.

В результате выполнения курсового проекта были получены навыки отработки теоретических сведений на практике, при составлении технологического процесса на конкретную деталь. Также был приобретен опыт в работе со справочными материалами.

Подробно были изучены:

программа выпуска и форма организации работ, базирование, экономическое обоснование целесообразности метода получения заготовки и ее последующей механической обработки, статистическое и расчетно-аналитическое определение припусков, разработка маршрутной технологии, выбор технологического оснащения, расчет режимов резания и подсчет норм времени.

В итоге был разработан технологический процесс и оснастка для производства детали «Вал электродвигателя»

Список использованных источников

1. Горбачев А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения.: Учеб. пособие для вузов машиностроительных специальностей. - Минск: Высшая школа, 1975.-283 с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2 – х т./Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.-М.: Машиностроение, 1985 г.
3. Справочник: Прогрессивные конструкции режущих инструментов и режимы резания/ Под ред. А. А. Баранчикова.- М.: Машиностроение, 1984 г.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей.: Учебное пособие.- Томск: Издательство ТПУ, 2006.-98с
5. 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, 1985. 496 с., ил.
7. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. - Мн.: Высш. шк., 1997. – 423 с., ил.
8. Общемашиностроительные укрупненные нормы времени. Металлообрабатывающие станки в мелко- и среднесерийном производстве. М.: Машиностроение, 1977 – 295 с.
9. В. Клепиков, Н. М. Султан-заде, Ф. Солдатов, А. Г. Схиртладзе . ВКР для бакалавров.
10. Техническое нормирование станочных и слесарных работ. Т.В. Толчёнов; под редакцией М. М. Шахназарова. Государственно научно-техническое издательство машиностроительной литературы.
11. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/ В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; под общ. ред. В.И. Баранчикова. - М.:Машиностроение, 1990. - 400 с.: ил.

Рис. 31 Спецификация

Формат А4