

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

Институт: Кибернетики
Направление подготовки: Машиностроение
Кафедра : ТАМП

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления опоры шасси

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Голубев Иван Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин И.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Конотопский В.Ю.	кандидат наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Мезенцева И. Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов А.Ю.	кандидат наук		

Томск – 2016 г.

Техническое задание

- 1) Разработка технологического процесса.
- 2) Определение допусков на технологические размеры, проверка обеспечения точности конструкторских размеров.
- 3) Расчет минимальных припусков, диаметральных размеров, линейных размеров.
- 4) Расчет режимов резания.
- 5) Выбор оборудования и режущего инструмента.
- 6) Расчет норм времени.
- 7) Разработка специального приспособления для вертикально-сверлильной операции.

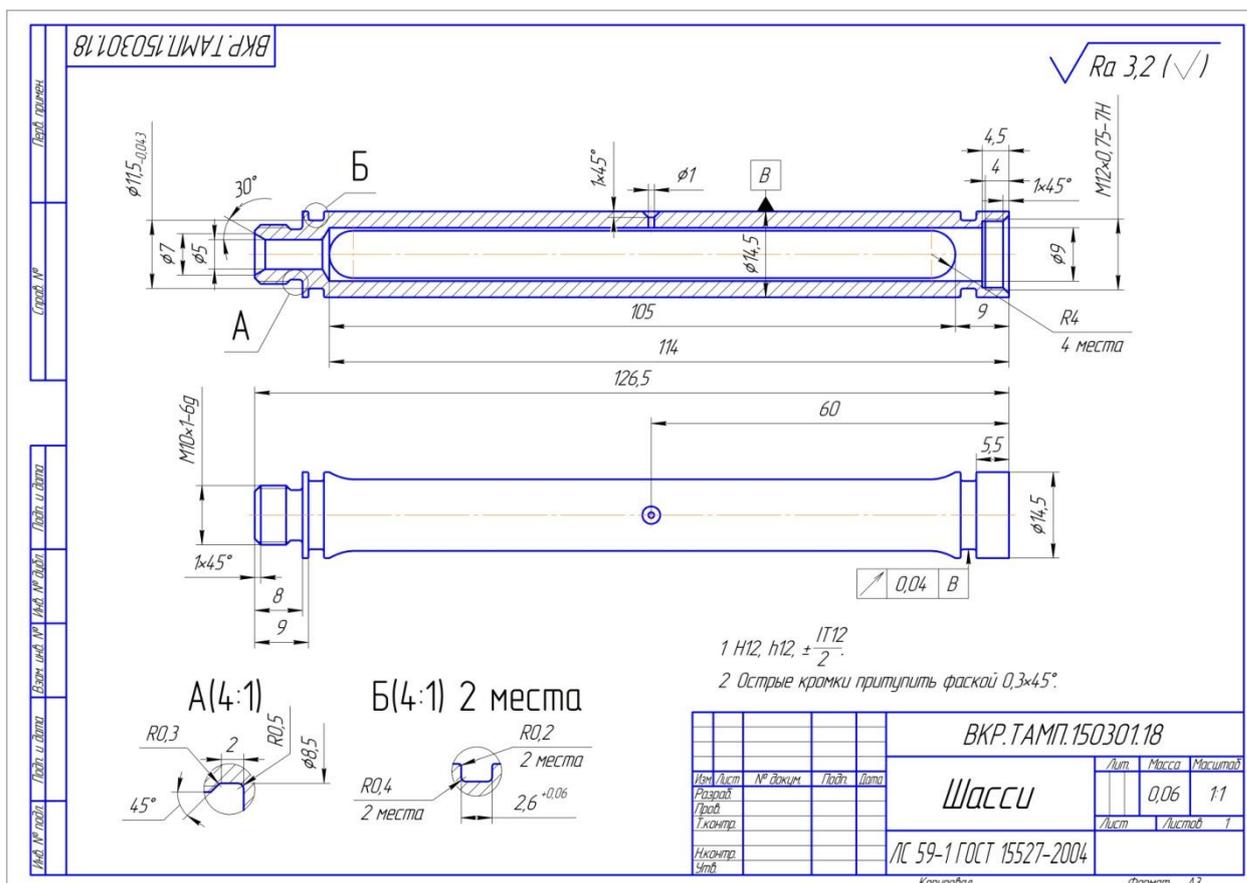


Рисунок 1 – Задание на выполнение ВКР

Более подробный чертеж детали «опора-шасси» представлен в приложении А.

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Л21	Голубев Иван Сергеевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>	
2. <i>Матрица SWOT</i>	
3. <i>Альтернативы проведения НИ</i>	
4. <i>График проведения и бюджет НИ</i>	
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ</i>	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	Кандидат наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л21	Голубев Иван Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л121	Голубеву Иван Сергеевичу

Институт	ИК	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования является деталь «опора шасси».
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>1) При производстве детали «опора шасси» в цеху используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок, сверлильный станок. Вредные производственные факторы встречающиеся в цеху (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенный уровень шума на рабочем месте; - Повышенный уровень вибрации; - Недостаточная освещенность рабочей зоны. <p>2) Выявленные опасные производственные факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Электрический ток, так как в цехе будет использоваться сеть с напряжением 380/220 В; - Незащищенные подвижные элементы металлообрабатывающих станков: вращение заготовки, движение различных элементов станков.
2. Экологическая безопасность	Анализ влияния производства на окружающую среду.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Рассмотрение возможных ЧС и способы их ликвидации.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	В данном разделе приводятся требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л121	Голубев И.С.		

Аннотация

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления опоры шасси для подтверждения квалификации «бакалавр техники и технологии» по направлению 15.03.01 «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

В работе сделан анализ технологического процесса, выполнен размерный анализ технологических размеров, рассчитаны минимальные припуски, технологические размеры, рассчитаны режимы резания и нормы времени на обработку по каждой операции, спроектировано приспособление для сверлильной операции, рассмотрены вопросы финансового менеджмента, ресурсоэффективности, ресурсосбережения и социальной ответственности.

Оглавление

1. Технологическая часть	7
1.1. Анализ технологичности детали	7
1.2. Определение типа производства	7
1.3. Выбор исходной заготовки	9
1.4. Разработка маршрута технологии изготовления	11
1.5. Назначение допусков на технологические размеры	14
1.6. Расчет минимальных припусков на обработку	15
1.7. Расчет диаметра проката	17
1.8. Расчет продольных технологических размеров	20
1.9. Расчет режимов резания	24
1.10. Выбор оборудования	40
1.11. Определение норм времени	44
1.12. Определение норм вспомогательного времени	47
1.13. Определение штучно-калькуляционного времени	49
2. Конструкторская часть	51
2.1. Описание и принцип работы приспособления	51
2.2. Расчет сил закрепления	52
3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	53
4. Раздел «Социальная ответственность»	69
Список использованных источников	80
Приложение А	81
Приложение Б	82

1. Технологическая часть

1.1. Анализ технологичности детали

Деталь имеет простую конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, так как большинство поверхностей являются наружными. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

Форма детали позволяет использовать круглый прокат в качестве заготовки и не целесообразно применение литья или штамповки в условиях серийного производства.

1.2. Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций

$$K_{з.о} = \frac{t_{\epsilon}}{t_{ум}^{cp}}, \quad (1)$$

где t_{ϵ} – такт выпуска деталей;

$t_{ум}^{cp}$ – среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$t_{\epsilon} = \frac{60\Phi_{\delta}}{N} = \frac{60 \cdot 2070}{5000} = 24.84 \text{ мин.}$$

где Φ_{δ} – действительный годовой фонд времени оборудования;

$N = 5000$ – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при односменном режиме работы $\Phi_{\delta} = 2070$ ч.

Среднее штучное время рассчитывают по формуле

$$t_{um}^{cp} = \sum_{i=1}^n t_{umi} / n, \quad (2)$$

где t_{umi} – штучное время i -ой операции изготовления детали;
 n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяется как:

$$t_{um} = \varphi_k \cdot T_0, \quad (3)$$

где φ_k – коэффициент, зависящий от вида станка;

T_0 – основное технологическое время.

Находим основное технологическое время на первой токарной операции с ЧПУ (состоящей из 7 переходов).

$$\begin{aligned} T_{01} &= 0.052(D^2 - d^2) + 0.52dl + 0.52dl + 0.1dl + 0.1dl + 0.19(D^2 - d^2) + \\ &+ 19dl + 0.19D^2 = 0.052 \cdot 16^2 + 0.52 \cdot 5 \cdot 9.23 + 0.52 \cdot 5 \cdot 14 + 0.1 \cdot 14.5 \cdot \\ &\cdot 130 + 0.1 \cdot 10 \cdot 8 + 0.19(14.5^2 - 11.5^2) + 0.19(10^2 - 8.5^2) + 19 \cdot 10 \cdot 6 + \\ &+ 0.19 \cdot 14.5^2 = 1470.25 \cdot 10^{-3} \text{ мин.} \end{aligned}$$

Основное технологическое время на второй токарной операции с ЧПУ (состоящей из 4 переходов).

$$\begin{aligned} T_{02} &= 0.052D^2 + 0.19(D^2 - d^2) + 0.52dl + 0.18dl + 0.4dl = 0.052 \cdot 14.5^2 + \\ &+ 0.19(14.5^2 - 11.5^2) + 0.52 \cdot 9 \cdot 114 + 0.18 \cdot 12 \cdot 4.5 + 0.4 \cdot 12 \cdot 4 = \\ &= 588.2 \cdot 10^{-3} \text{ мин.} \end{aligned}$$

Основное технологическое время на третьей сверлильной операции.

$$T_{03} = 0.52dl = 0.52 \cdot 8 \cdot 15 = 62.4 \cdot 10^{-3} \text{ мин.}$$

На четвертой и пятой фрезерных операциях.

$$T_{04} = 6l = 6 \cdot 97 = 582 \cdot 10^{-3} \text{ мин.};$$

$$T_{05} = 6l = 6 \cdot 97 = 582 \cdot 10^{-3} \text{ мин.}$$

Основное технологическое время на шестой сверлильной операции.

$$T_{06} = 0.52dl = 0.52 \cdot 1 \cdot 3 = 1.56 \cdot 10^{-3} \text{ мин.}$$

Далее посчитаем штучное время на каждой операции с учетом коэффициента зависящего от вида станка, по формуле (3).

$$t_{ум1} = \varphi_{к1} \cdot T_{01} = 2.14 \cdot 1470.25 \cdot 10^{-3} = 3.15 \text{ мин};$$

$$t_{ум2} = \varphi_{к2} \cdot T_{02} = 2.14 \cdot 588.2 \cdot 10^{-3} = 1.26 \text{ мин};$$

$$t_{ум3} = \varphi_{к3} \cdot T_{03} = 1.72 \cdot 62.4 \cdot 10^{-3} = 0.11 \text{ мин};$$

$$t_{ум4} = \varphi_{к4} \cdot T_{04} = 1.84 \cdot 582 \cdot 10^{-3} = 1.07 \text{ мин};$$

$$t_{ум5} = \varphi_{к5} \cdot T_{05} = 1.84 \cdot 582 \cdot 10^{-3} = 1.07 \text{ мин};$$

$$t_{ум6} = \varphi_{к6} \cdot T_{06} = 1.72 \cdot 1.56 \cdot 10^{-3} = 0.003 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2).

$$t_{ум}^{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{3.15 + 1.26 + 0.11 + 1.07 + 1.07 + 0.003}{6} = 1.1105 \text{ мин.}$$

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, по формуле (1).

$$K_{з.о} = \frac{24.84}{1.1105} = 22.37.$$

$20 \leq K_{з.о} \leq 40$, что соответствует мелкосерийному типу производства.

1.3. Выбор исходной заготовки

С учетом материала и серийности, заготовкой для детали будет являться прокат круглый- ЛС 59-1 ГОСТ 15527-2004, обычной точности, диаметром $\phi 16_{-0.5}^{+0.3}$ (рисунок 2).

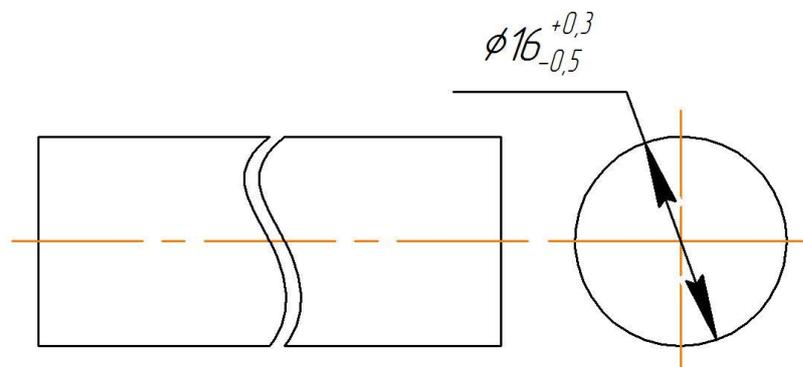


Рисунок 2 – Заготовка (круглый прокат ЛС 59-1)

Сведения о материале ЛС 59-1 ГОСТ 15527-2004 представлены в таблицах 1, 2, 3, 4, 5.

Таблица 1 - Химический состав в %

Fe	P	Cu	Pb	Zn	Sb	Bi	Sn	Примесей
до 0.5	до 0.02	57-60	0.8-1.9	37.05-42.2	до 0.01	до 0.003	до 0.3	всего 0.75

Таблица 2 - Литейно-технологические свойства

Температура плавления:	900 \oplus C
Температура горячей обработки:	780-820 \oplus C
Температура отжига:	600-650 \oplus C

Таблица 3 - Механические свойства при T=20 \oplus C

Сортамент	σ_B	δ_5	HB ⁻¹
-	МПа	%	МПа
Прутки тверд.	490	7	150-160

σ_B - предел кратковременной прочности;

δ_5 - относительное удлинение при разрыве.

Таблица 4 - Физические свойства

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
град	МПа	1/град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1.05		104.7	8400		66
100		20.6			376.8	

T- температура при которой получены данные;

E- модуль упругости первого рода;

α - коэффициент температурного расширения;

λ - коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала);

ρ - плотность материала;

C- удельная теплоемкость материала;

R- удельное электросопротивление.

Таблица 5 - Коэффициент трения

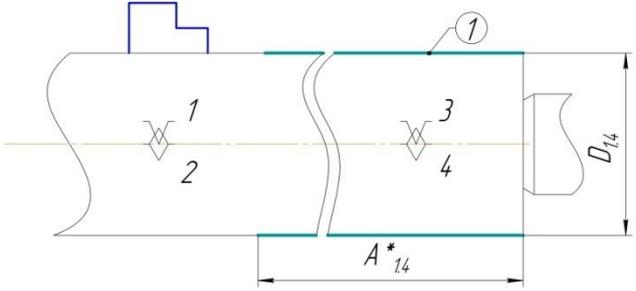
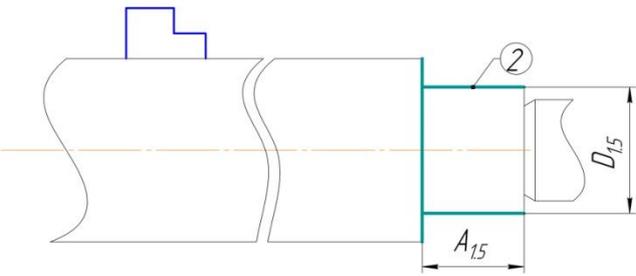
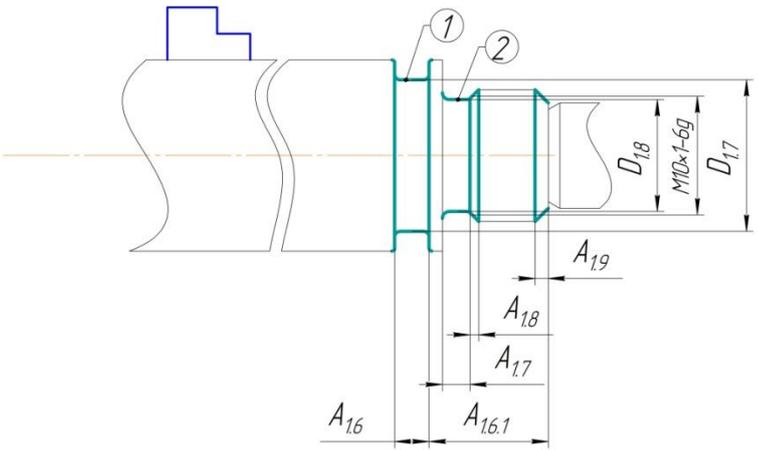
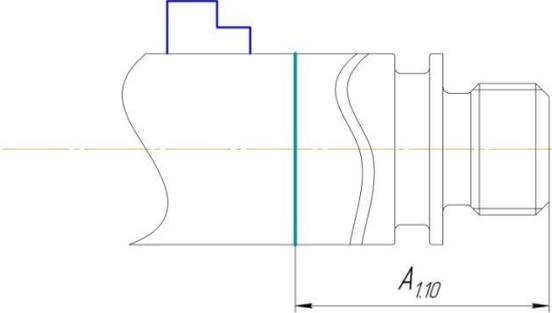
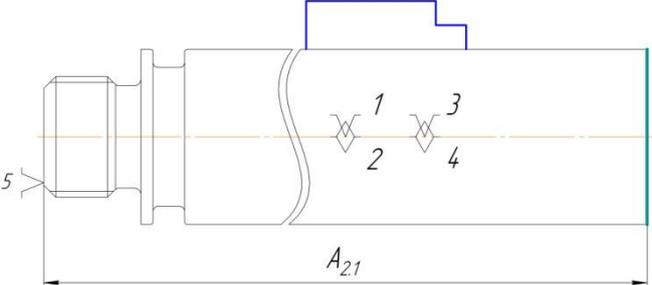
Коэф-т трения со смазкой:	0.0135
Коэф-т трения без смазки:	0.17

1.4. Разработка маршрута технологии изготовления

Таблица 6 – Технологический процесс изготовления детали «опора-шасси»

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
0		Заготовительная (пруток 3м, $D_{0.1}$)	
1	1	Токарная с ЧПУ Точить торец 1 предварительно установив люнет	
	2	Сверлить центровое отверстие диаметром $D_{1.2}$ выдерживая размер $D_{1.1}$ на глубину $A_{1.2}^*$	
	3	Сверлить отверстие диаметром $D_{1.3}$ на глубину $A_{1.3}^*$	

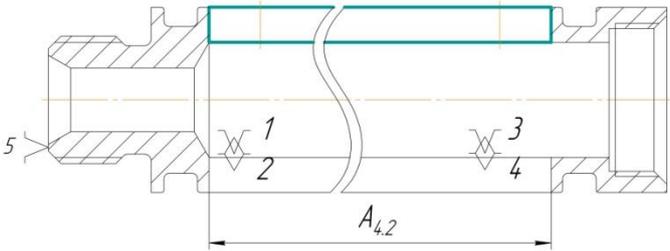
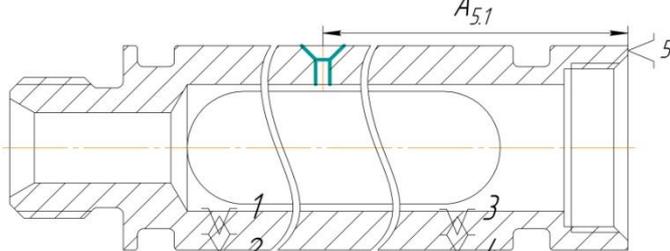
Продолжение таблицы 6

	4	<p>Убрать люнет и установить центр, точить поверхность 1 до диаметра $D_{1.4}$ на длину $A_{1.4}^*$</p>	
	5	<p>Точить поверхность 2 до диаметра $D_{1.5}$ выдерживая длину $A_{1.5}$</p>	
	6	<p>Точить канавку 1 выдерживая $A_{1.6}$ и $D_{1.6}$ - Точить канавку 2 выдерживая $A_{1.7}$ и $D_{1.7}$ - Точить фаски выдерживая размеры $A_{1.8}$ и $A_{1.9}$ - Нарезать резьбу $M10 \times 1 - 6g$</p>	
	7	<p>Убрать центр и отрезать в размер $A_{1.10}$</p>	
2	1	<p>Токарная с ЧПУ Точить торец 2 выдерживая размер $A_{2.1}$</p>	

Продолжение таблицы 6

	2	Точить канавку 3 выдерживая $A_{2.2}$ и $D_{2.2}$	
	3	Сверлить на глубину $A_{2.3}$ диаметром $D_{2.3}$	
	4	Растачивать отверстие на глубину $A_{2.4}$ на диаметр $D_{2.4}$ - Точить фаску выдерживая размер $A_{2.5}$ - Нарезать резьбу $M12 \times 0.75 - 7H$ на глубину $A_{2.6}$	
3	1	Сверлильная Выдерживая размер $A_{3.1}$ сверлить $D_{3.1}$ в специальном приспособлении	
4	1	Фрезерная Фрезеровать в специальном приспособлении фрезой $\varnothing 8$ мм на длину $A_{4.1}$	

Продолжение таблицы 6

2	Повернуть деталь на 180°, фрезеровать идентичный паз выдерживая размер $A_{4.2}$	
5	1 Сверлильная Сверлить отверстие $\varnothing 1$ мм и зенкеровать фаску $1 \times 45^\circ$ в специальном приспособлении выдерживая размер $A_{5.1}$	

1.5. Назначение допусков на технологические размеры

Назначим допуски по [1].

В допуск на технологический размер входят ω_{ci} - статистическая погрешность; $\rho_{и}$ - пространственное отклонение; ε_6 - погрешность базирования, которая входит в статистическую точность.

Допуски на диаметральные размеры, а также допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической точности.

$$TA_{1.1} = \omega_{1.1} + \rho_{0.1} = 0.2 + 0.2 = 0.4$$

$$TA_{1.5} = \omega_{1.5} = 0.08$$

$$TA_{1.6} = \omega_{1.6} = 0.06$$

$$TA_{1.6.1} = \omega_{1.6.1} = 0.1$$

$$TA_{1.7} = \omega_{1.7} = 0.1$$

$$TA_{1.8} = \omega_{1.8} = 0.08$$

$$TA_{1.9} = \omega_{1.9} = 0.08$$

$$TA_{1.10} = \omega_{1.10} = 0.3$$

$$TA_{2.1} = \omega_{2.1} + \rho_{1.1} = 0.12 + 0.25 = 0.37$$

$$TA_{2.2} = \omega_{2.2} = 0.06$$

$$TA_{2.2.1} = \omega_{2.2.1} = 0.1$$

$$TA_{2.3} = \omega_{2.3} = 0.2$$

$$\begin{array}{ll}
TA_{2.4} = \omega_{2.4} = 0.1 & TD_{1.4} = \omega_{1.4} = 0.12 \\
TA_{2.5} = \omega_{2.5} = 0.08 & TD_{1.5} = \omega_{1.5} = 0.06 \\
TA_{2.6} = \omega_{2.6} = 0.1 & TD_{1.6} = \omega_{1.6} = 0.04 \\
TA_{3.1} = \omega_{3.1} = 0.06 & TD_{1.7} = \omega_{1.7} = 0.04 \\
TA_{4.1} = TA_{4.2} = \omega_{4.1} = 0.1 & TD_{1.8} = \omega_{1.8} = 0.06 \\
TA_{5.1} = \omega_{5.1} = 0.12 & TD_{2.3} = \omega_{2.3} = 0.12 \\
TD_{1.1} = \omega_{1.1} = 0.12 & TD_{2.4} = \omega_{2.4} = 0.12 \\
TD_{1.2} = TD_{1.3} = \omega_{1.2} = 0.1 &
\end{array}$$

1.6. Расчет минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку плоскости 1:

$$z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{\phi-1} + \rho_{p-1}, \quad (4)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного на предшествующем переходе (операции) обработки данной поверхности, мкм;

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

$\rho_{\phi-1}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм;

ρ_{p-1} – погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз, возникшая на предшествующем переходе (операции) ее обработки, мкм.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения 1:

$$z_{imin} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), \quad (5)$$

где ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе, мкм.

По формуле (4) посчитаем минимальный припуск на подрезку

торца 1.

По (приложению 2 [1]) шероховатость поверхности и толщина дефектного слоя (для проката обычной точности) составляют:

$$Rz_{i-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм} \text{ и } h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм.}$$

Суммарное пространственное отклонение торца 1:

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{pi-1} = 20 + 50 = 70 \text{ мкм,}$$

где $\rho_{\phi i-1}$ и ρ_{pi-1} назначены из (приложения 3 [1]).

Таким образом, минимальный припуск на подрезку торца 1:

$$z_{1.1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 100 + 100 + 70 = 270 \text{ мкм.}$$

Далее, посчитаем минимальный припуск на подрезку торца (2) этим же способом.

$$z_{2.1min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 15 + 20 + 45 = 150 \text{ мкм,}$$

где $\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{pi-1} = 20 + 25 = 45 \text{ мкм.}$

Необходимо рассчитать минимальный припуск на обточку шасси по формуле (5).

По (приложению 2 [1]) шероховатость поверхности и толщина дефектного слоя проката составляют:

$$Rz_{i-1} = 80 \dots 150 \text{ мкм} \text{ и } h_{i-1} = 100 \dots 150 \text{ мкм.}$$

Пространственное отклонение обрабатываемой поверхности определим по формуле (6):

$$\rho_{i-1} = \rho_{pi-1} + \rho_{\phi i-1}; \quad (6)$$

В нашем случае сама обрабатываемая поверхность является технологической базой, следовательно $\rho_{pi-1} = 0$, а $\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1}$.

Погрешность формы определим по (приложению 3 [1]), $\rho_{\phi i-1} = 50 \text{ мкм.}$

Погрешность установки заготовки находим по формуле (7):

$$\varepsilon_{yi} = \sqrt{\varepsilon_{\phi i}^2 + \varepsilon_{zi}^2}; \quad (7)$$

В нашем случае погрешность базирования заготовки в радиальном направлении $\varepsilon_{\phi i} = 0$, значит $\varepsilon_{yi} = \varepsilon_{zi}$. Погрешность закрепления заготовки в

радиальном направлении найдем по (табл.1 приложения 4 [1]). Она составит 270 мкм, т.е. $\varepsilon_{yi} = \varepsilon_{zi} = 270$ мкм.

Минимальный припуск на обработку шасси по формуле (5):

$$z_{1.4min}^D = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \cdot \left(80 + 100 + \sqrt{50^2 + 270^2} \right) \approx \approx 900 \text{ мкм.}$$

1.7. Расчет диаметра проката

Для определения диаметра проката ($D_{0.1}$) необходимо рассмотреть технологическую размерную цепь $D_{0.1}, D_{1.4}, z_{1.4}^D$ (рисунок 3). В этой цепи известно: полностью составляющее звено $D_{1.4} = K_1^D$, предельные отклонения составляющего звена $D_{0.1}$ и минимальное значение замыкающего звена-припуска $z_{1.4}^D$.

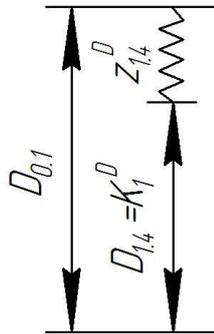


Рисунок 3 – Технологическая размерная цепь $D_{0.1}, D_{1.4}, z_{1.4}^D$

Находим среднее значение звена $D_{1.4}$:

$$D_{1.4}^{cp} = D_{1.4} + \frac{es D_{1.4} + ei D_{1.4}}{2} = 14.5 + \frac{0 - 0.18}{2} = 14.41 \text{ мм;}$$

Звено $D_{1.4}$ записывается в виде $D_{1.4} = 14.41 \pm 0.09$ мм.

Определяем допуск звена $D_{0.1}$:

$$TD_{0.1} = es D_{0.1} + ei D_{0.1} = 0.3 + (-0.5) = 0.8 \text{ мм.}$$

Находим среднее значение припуска $z_{1.4}^{D(cp)}$:

$$z_{1.4}^{D(cp)} = z_{1.4min}^D + \frac{TD_{1.4} + TD_{0.1}}{2} = 0.9 + \frac{0.18 + 0.8}{2} = 1.39 \text{ мм.}$$

Рассчитываем среднее значение звена $D_{0.1}^{cp}$:

$$D_{0.1}^{cp} = D_{1.4}^{cp} + z_{1.4}^{D(cp)} = 14.41 + 1.39 = 15.8 \text{ мм.}$$

Далее, вычисляем номинальное значение звена $D_{0.1}$:

$$D_{0.1} = D_{0.1}^{cp} - \frac{es D_{0.1} + ei D_{0.1}}{2} = 15.8 - \frac{0.3 - 0.5}{2} = 15.9 \text{ мм.}$$

Таким образом, расчетное значение этого звена составляет $15.9_{-0.5}^{+0.3}$ мм. Выбираем прокат диаметром $D_{0.1(\phi)} = 16_{-0.5}^{+0.3}$ мм. Фактическое значение припуска $z_{1.4}^D$ будет:

$$z_{1.4}^D = D_{0.1(\phi)} - D_{1.4} = 16_{-0.5}^{+0.3} - 14.5_{-0.18} = 1.5_{-0.50}^{+0.48} \text{ мм.}$$

Определим напуски $N_{1.5}^D, N_{1.6}^D = N_{1.7}^D, N_{1.8}^D, N_{2.3}^D$ из технологических размерных цепей (рисунок 4).

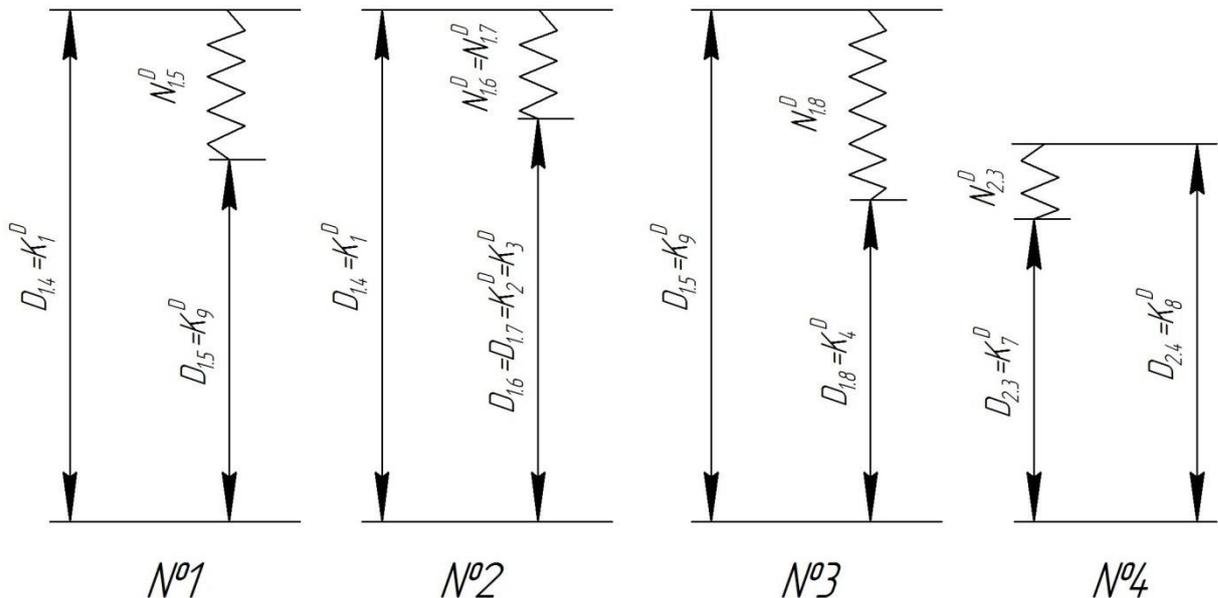


Рисунок 4 – Технологические размерные цепи №1, №2, №3, №4

Из размерной цепи №1:

$$N_{1.5}^D = D_{1.4} - D_{1.5} = 14.5_{-0.18} - 10_{-0.206}^{-0.026} = 4.5 \pm 0.206 \text{ мм;}$$

Из размерной цепи №2:

$$N_{1.6}^D = N_{1.7}^D = D_{1.4} - D_{1.6} = 14.5_{-0.18} - 11.5_{-0.04} = 3_{-0.18}^{+0.04} \text{ мм;}$$

Из размерной цепи №3:

$$N_{1.8}^D = D_{1.5} - D_{1.8} = 10_{-0.206}^{-0.026} - 8.5_{-0.06} = 1.5_{-0.206}^{+0.034} \text{ мм;}$$

Из размерной цепи №4:

$$N_{2.3}^D = D_{2.4} - D_{2.3} = 12^{+0.18} - 9^{+0.12} = 3_{-0.12}^{+0.18} \text{ мм.}$$

Выпишем диаметры которые непосредственно выдерживаются и примем их равными конструкторским размерам.

$$D_{1.1} = K_5^D = 7^{+0.15} \text{ мм}$$

$$D_{1.2} = D_{1.3} = K_6^D = 5^{+0.12} \text{ мм}$$

$$D_{1.4} = K_1^D = 14.5_{-0.18} \text{ мм}$$

$$D_{1.5} = K_9^D = 10_{-0.206}^{-0.026} \text{ мм}$$

$$D_{1.6} = D_{1.7} = K_2^D = K_3^D =$$

$$= 11.5_{-0.043} \text{ мм}$$

$$D_{1.8} = K_4^D = 8.5_{-0.15} \text{ мм}$$

$$D_{2.3} = K_7^D = 9^{+0.15} \text{ мм}$$

$$D_{2.4} = K_8^D = 12^{+0.18} \text{ мм}$$

1.8. Расчет продольных технологических размеров

Для расчета строится размерная схема технологического процесса изготовления опоры шасси в продольном направлении (рисунок 5) и граф технологических размерных цепей (рисунок 6), облегчающие выявление технологических размеров.

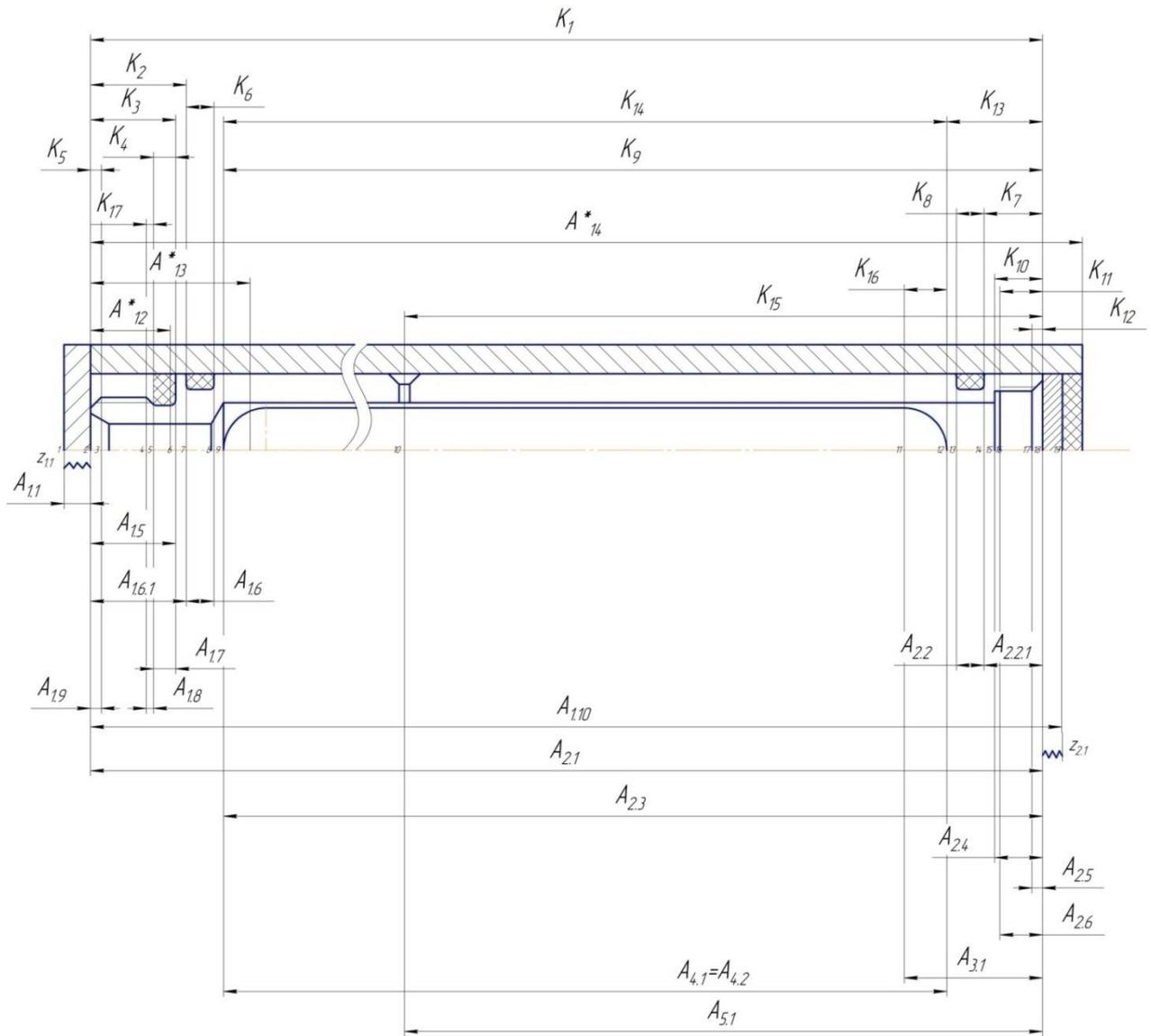


Рисунок 5 – Размерная схема технологического процесса изготовления опоры шасси (продольное направление)

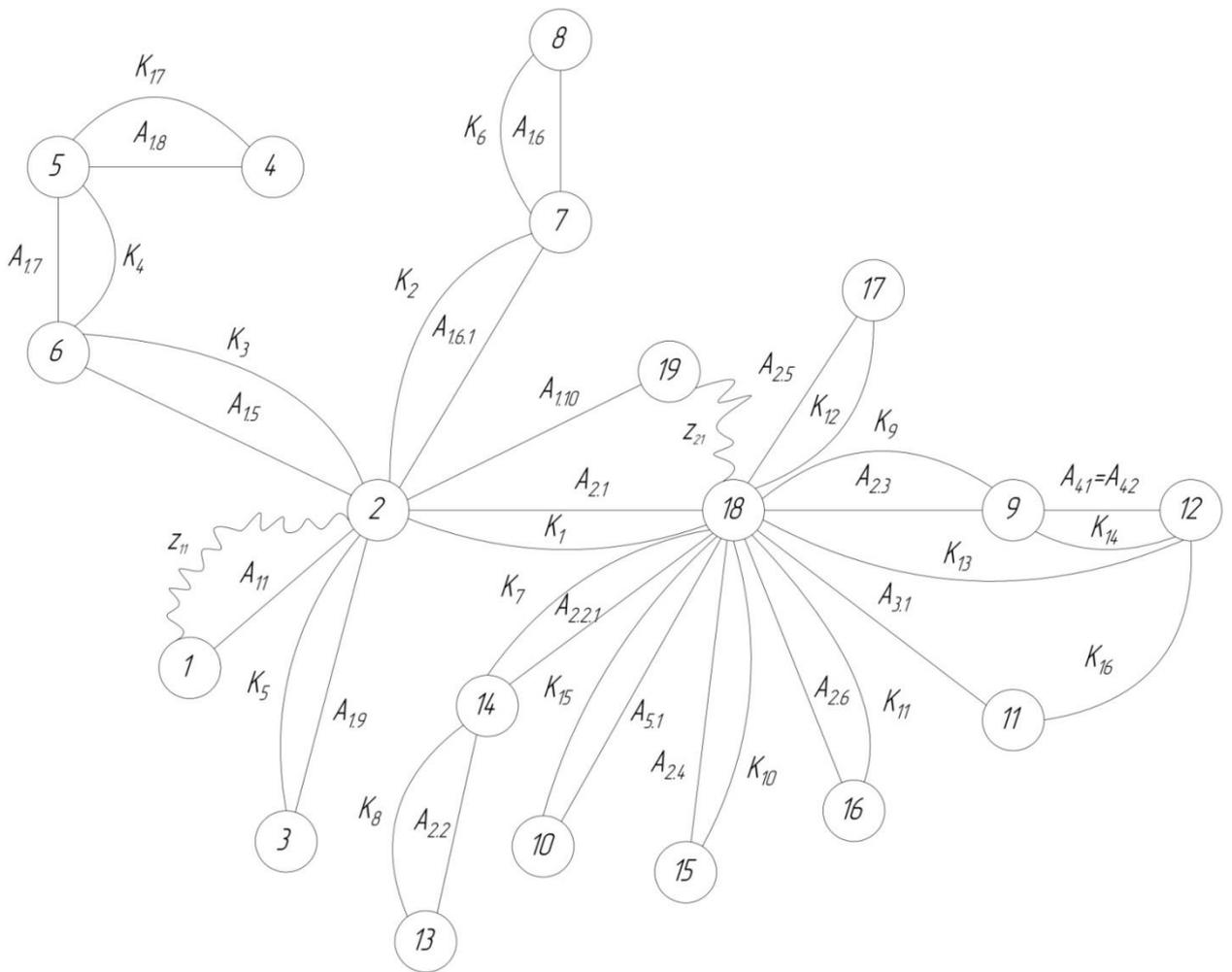


Рисунок 6 - Граф технологических размерных цепей, формирующихся при изготовлении опоры шасси (продольное направление)

Вынесем технологические размерные цепи (продольного направления) на (рисунок 7)

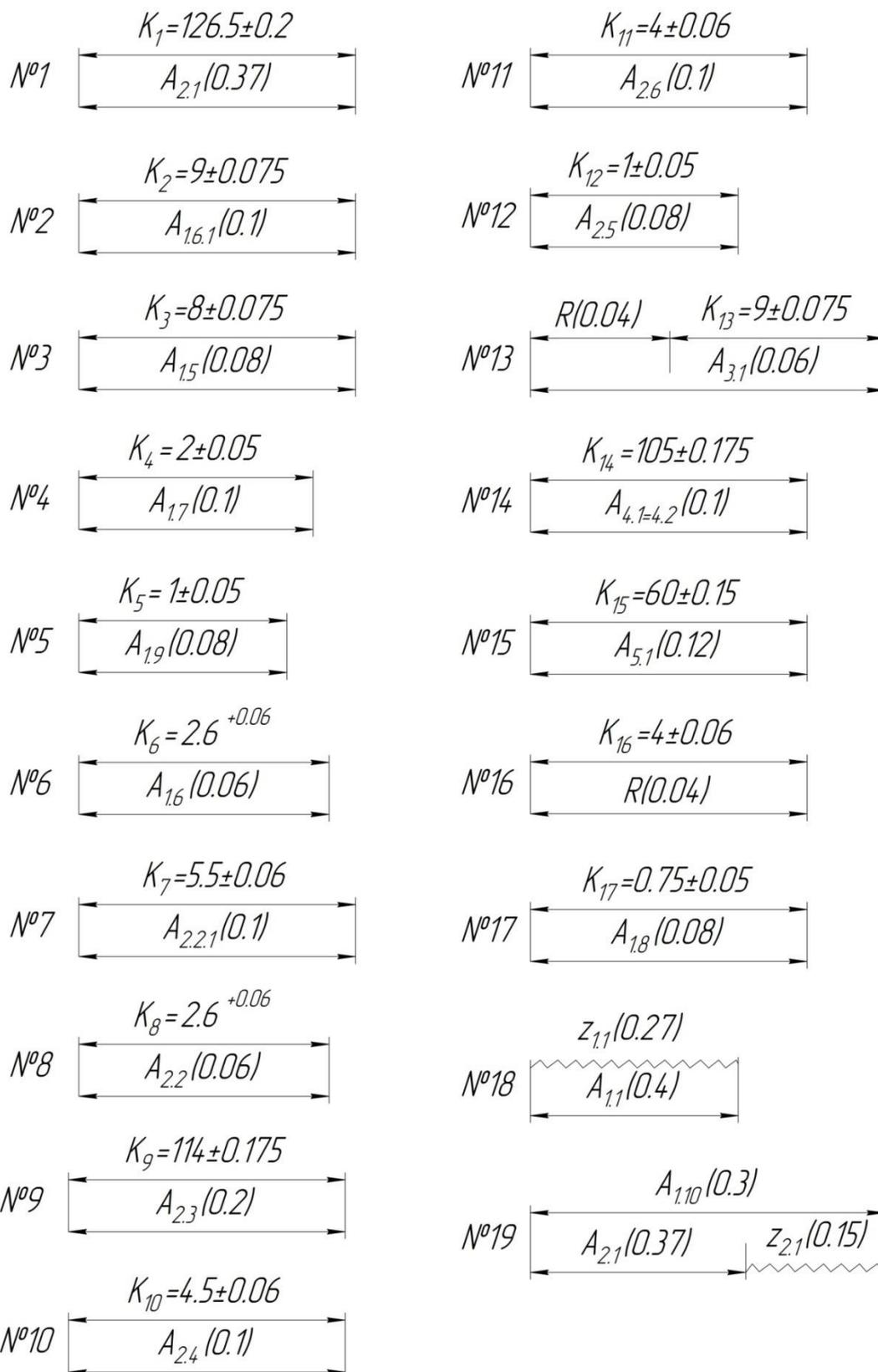


Рисунок 7 - Технологические размерные цепи, формирующиеся при изготовлении опоры шасси (продольное направление)

Как видно из (рисунка 7), число составляющих звеньев в подавляющем большинстве технологических размерных цепей не превышает двух, и поэтому расчет будем вести методом максимума-минимума.

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающим звеном которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры, и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью, используя формулу (8).

$$TK_i \geq \sum_{i=1}^n TA_i; \quad (8)$$

Как видно из цепи 13 (рисунок 7), непосредственно не выдерживается размер K_{13} :

$$TK_{13} = 0.12 > 0.1 = 0.06 + 0.04 = TA_{3.1} + R.$$

Затем можно перейти к анализу двухзвенной цепи №18 (рисунок 7). Из цепи определяем технологический размер $A_{1.1}$, совпадающий с припуском $z_{1.1}$:

$$\begin{aligned} A_{1.1min} &= z_{1.1min} = 0.27 \text{ мм}; \\ A_{1.1max} &= z_{1.1max} + TA_{1.1} = 0.27 + 0.4 = 0.67 \text{ мм}; \\ A_{1.1}^{cp} &= \frac{A_{1.1min} + A_{1.1max}}{2} = \frac{0.27 + 0.67}{2} = 0.47 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Так как размер $A_{1.1}$ получается при механической обработке и не относится ни к отверстиям, ни к валам, то в качестве его номинального значения принято использовать среднее значение. Учитывая это, окончательно запишем $A_{1.1} = 0.47 \pm 0.2$ мм.

Из цепи №19 (рисунок 7) определим технологический размер $A_{1.10}$. Для этого посчитаем среднее значение припуска $z_{2.1}$:

$$z_{2.1}^{cp} = z_{2.1min} + \frac{TA_{2.1} + TA_{2.1}}{2} = 0.15 + \frac{0.3 + 0.37}{2} = 0.485 \text{ мм}.$$

Затем найдем среднее значение размера $A_{2.1}$:

$$A_{2.1}^{cp} = A_{2.1} + \frac{esA_{2.1} + eiA_{2.1}}{2} = 126.5 + \frac{0.185 + (-0.185)}{2} = 126.5 \text{ мм.}$$

Посчитаем среднее значение размера $A_{1.10}$:

$$A_{1.10}^{cp} = A_{2.1}^{cp} + z_{2.1}^{cp} = 126.5 + 0.485 = 126.985 \text{ мм.}$$

Предварительно запишем $A_{1.10} = 126.985 \pm 0.15$ мм. Так как этот размер относится к валам, то примем $A_{1.10} = 127.135_{-0.3}$ мм.

После округления номинального значения окончательно получим

$$A_{1.10} = 127.1_{-0.3} \text{ мм.}$$

А оставшиеся технологические размеры и их допуски примем равными конструкторским размерам.

$$K_1 = A_{2.1} = 126.5 \pm 0.2 \text{ мм;}$$

$$K_9 = A_{2.3} = 114 \pm 0.175 \text{ мм;}$$

$$K_2 = A_{1.6.1} = 9 \pm 0.075 \text{ мм;}$$

$$K_{10} = A_{2.4} = 4.5 \pm 0.06 \text{ мм;}$$

$$K_3 = A_{1.5} = 8 \pm 0.075 \text{ мм;}$$

$$K_{11} = A_{2.6} = 4 \pm 0.06 \text{ мм;}$$

$$K_4 = A_{1.7} = 2 \pm 0.05 \text{ мм;}$$

$$K_{12} = A_{2.5} = 1 \pm 0.05 \text{ мм;}$$

$$K_5 = A_{1.9} = 1 \pm 0.05 \text{ мм;}$$

$$K_{14} = A_{4.1} = 105 \pm 0.175 \text{ мм;}$$

$$K_6 = A_{1.6} = 2.6^{+0.06} \text{ мм;}$$

$$K_{15} = A_{5.1} = 60 \pm 0.15 \text{ мм;}$$

$$K_7 = A_{2.2.1} = 5.5 \pm 0.06 \text{ мм;}$$

$$K_{16} = R = 4 \pm 0.02 \text{ мм;}$$

$$K_8 = A_{2.2} = 2.6^{+0.06} \text{ мм;}$$

$$K_{17} = A_{1.8} = 0.75 \pm 0.05 \text{ мм.}$$

1.9. Расчет режимов резания

➤ Подрезка торца 1.

1) Назначаем тип резца и режущий материал:

Резец проходной (Sandvik coromant- STDCR 2020K 16) с материалом режущей пластины (Sandvik coromant- TCGX 16 T3 08-AL H10)- H10 (современный аналог T15K6).

Назначаем максимальную глубину резания.

Максимальная глубина резания составляет $t_{max} = 2$ мм.

2) Рассчитаем количество рабочих ходов:

$$i = \frac{2 \cdot z_{max}}{2 \cdot t_{max}} = \frac{2 \cdot 0.67}{2 \cdot 2} = 0.335 \approx 1$$

3) Геометрия резца.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 75^\circ$

Главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$

Радиус при вершине: $r = 0.7938$ мм

Размер державки (высота, ширина): 20×20

Толщина пластины: 3.96875 мм

4) Назначаем величину подачи S .

а) По диаметру детали и размеру державки из (страница 266, таблица 11, [2]):

$$S_a = 0.4 \text{ мм/об};$$

б) По прочности режущей пластины:

$$S_b = 1.3 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0.4$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

б) Рассчитываем скорость резания v_p (страница 268 [2]).

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v, \quad (9)$$

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (10)$$

где K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала (страница 261, таблица 1 [2]);

K_{iv} - поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал(страница 263, таблица 6 [2]);

K_{pv} - поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки(страница 263, таблица 5 [2]).

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^1 = 1.53;$$

где, K_{Γ} - поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости;

n_v - показатель степени при обработке.

$$K_{пв} = 0.9; K_{ив} = 1.0.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 1.53 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.377;$$

$$\vartheta_p = \frac{C_{\vartheta}}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_{\vartheta} = \frac{182}{60^{0.32} \cdot 0.4^{0.3} \cdot 0.47^{0.12}} \cdot 1.377 = 94.86 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot \vartheta_p}{\pi \cdot d_{заг}} = \frac{1000 \cdot 94.86}{3.14 \cdot 16} = 1888.14 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

8) По паспорту выбранного станка $n_{расч} \leq n_{пр}$.

$$n_{пр} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

9) Пересчитываем скорость резания ϑ_p .

$$\vartheta_{пр} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{пр}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 16 \cdot 2000}{1000} = 100.48 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

10) Расчет силы и мощности резания.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0.75} = 0.727;$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot \\ &\cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 10 \cdot 55 \cdot 0.47^{1.0} \cdot 0.4^{0.66} \cdot 94.86^0 \cdot 0.727 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0.9 = \\ &= 101.58 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{101.58 \cdot 94.86}{1020 \cdot 60} = 0.16 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1.1 \dots 1.5); K_N = 1.5;$$

$$N_{ст} = 0.16 \cdot 1.5 = 0.24 \text{ кВт.}$$

➤ Продольное точение поверхности 1.

Для расчета режимов резания при точении воспользуемся методикой (страница 265 [2]).

1) Назначаем тип резца и режущий материал.

Резец проходной (Sandvik coromant- SCLCR 2020K 09) с материалом режущей пластины (Sandvik coromant- CCGX 09 T3 04-AL H10)- H10 (современный аналог T15K6).

Назначаем максимальную глубину резания.

Максимальная глубина резания составляет $t_{max} = 2$ мм для $\phi d < 20$ (14-11 квалитет).

2) Рассчитаем количество рабочих ходов:

$$i = \frac{2 \cdot z_{max}}{2 \cdot t_{max}} = \frac{2 \cdot 1.98}{2 \cdot 2} = 0.99 \approx 1$$

3) Геометрия резца.

Главный и вспомогательный углы в плане: $\varphi = 95^\circ$, $\varphi_1 = 5^\circ$

Главный задний угол: $\alpha = 7^\circ$

Радиус при вершине: $r = 0.3969$ мм

Размер державки (высота, ширина): 20×20

Толщина пластины: 3.96875 мм

4) Назначаем величину подачи S.

а) По диаметру детали и размеру державки из (страница 266, таблица 11, [2]):

$$S_a = 0.3 \text{ мм/об};$$

б) По прочности режущей пластины:

$$S_b = 1.3 \text{ мм/об};$$

По рекомендациям выбираем наименьшую подачу: $S = 0.3$ мм/об.

5) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

б) Рассчитываем скорость резания v_p (страница 268 [2]).

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

где K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала (страница 261, таблица 1 [2]);

K_{iv} - поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал(страница 263, таблица 6 [2]);

K_{pv} - поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки(страница 263, таблица 5 [2]).

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^1 = 1.53;$$

где K_r - поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости;

n_v - показатель степени при обработке.

$$K_{pv} = 0.9; K_{iv} = 1.0.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1.53 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.377;$$

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot S_y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{182}{60^{0.32} \cdot 0.3^{0.3} \cdot 1.5^{0.12}} \cdot 1.377 = 92.31 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

7) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 92.31}{3.14 \cdot 16} = 1837.38 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

8) По паспорту выбранного станка $n_{\text{расч}} \leq n_{\text{пр}}$

$$n_{\text{пр}} = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

9) Пересчитываем скорость резания v_p .

$$v_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 16 \cdot 2000}{1000} = 100.48 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

10) Расчет силы и мощности резания.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0.75} = 0.727;$$

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 10 \cdot 55 \cdot 1.5^{1.0} \cdot 0.3^{0.66} \cdot 92.31^0 \cdot 0.727 \cdot 1 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0.9 = 268.39 \text{ Н.}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{268.39 \cdot 92.31}{1020 \cdot 60} = 0.405 \text{ кВт.}$$

11) Расчет мощности станка.

$$N_{\text{ст}} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1.1 \dots 1.5); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{\text{ст}} = 0.405 \cdot 1.5 = 0.6 \text{ кВт.}$$

➤ Точение поверхности 2.

Режимы резания и геометрию резца назначаем такие же как и при точении поверхности 1, но посчитаем только число рабочих ходов.

$$i = \frac{2 \cdot z_{\text{max}}}{2 \cdot t_{\text{max}}} = \frac{2 \cdot 4.616}{2 \cdot 2} = 2.308 \approx 3$$

Следовательно $t_1 = 2 \text{ мм}, t_2 = 1.5 \text{ мм}, t_3 = 1.116 \text{ мм}.$

➤ Растачивание отверстия на диаметр $D_{2.4}$.

Режимы резания такие же как и при точении поверхности 1 и 2. Назначим только резец расточной для глухих отверстий типа 1, исполнения 1 20x20x170, l=50 (ГОСТ 18883-73), ВК8.

➤ Нарезание резьбы $M12 \times 0.75 - 7H$.

Примем скорость резания $v = 180 \text{ м/мин}$. А обратную подачу $S = 0.05 \text{ мм/об}$. Твердосплавная резцофреза $\varnothing 4.5 \text{ мм}$ (MT09045C10.0.75), T15K6.

➤ Точение канавок 1 и 3.

1) Назначаем тип резца и режущий материал.

Резец канавочный для наружных канавок с напайной пластиной Р6М5, 25x16x140 с шириной режущей части $a=2.6$ мм.

2) Геометрия резца.

Вспомогательные углы в плане: $\varphi'_1 = \varphi''_1 = 1^\circ$

Главный передний и задний углы: $\gamma = 15^\circ$ и $\alpha = 10^\circ$

Радиусы при вершинах: $r = 0.4$ мм

3) Назначаем величину подачи S .

По диаметру детали и размеру державки из (страница 266, таблица 11, [2]):

$S = 0.3$ мм/об;

4) Назначаем стойкость резца $T=60$ мин.

5) Рассчитываем скорость резания v_p (стр. 268 [2]).

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

Общий поправочный коэффициент K_v учитывает фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv};$$

где K_{mv} - поправочный коэффициент учитывающий группу обрабатываемого материала (страница 261, таблица 1 [2]);

K_{iv} - поправочный коэффициент учитывающий инструментальный материал(страница 263, таблица 6 [2]);

K_{pv} - поправочный коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки(страница 263, таблица 5 [2]).

$$K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^{1.75} = 2.11;$$

где K_Γ - поправочный коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости;

n_v - показатель степени при обработке.

$$K_{пв} = 0.9; K_{ив} = 1.0.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{пв} \cdot K_{ив} = 2.11 \cdot 0.9 \cdot 1 = 1.899;$$

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{47}{60^{0.2} \cdot 0.3^{0.8} \cdot 3^0} \cdot 1.899 = 102.94 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

6) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d_{заг}} = \frac{1000 \cdot 102.94}{3.14 \cdot 16} = 2048.96 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

7) По паспорту выбранного станка $n_{расч} \leq n_{пр}$.

$$n_{пр} = 2100 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

8) Пересчитываем скорость резания v_p .

$$v_{пр} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{пр}}{1000} = \frac{3.14 \cdot 16 \cdot 2100}{1000} = 105.5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

9) Расчет силы и мощности резания (страница 264, таблица 9 [2]).

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.727;$$

$$P_z = 10 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 10 \cdot 75 \cdot 3^{1.0} \cdot 0.3^1 \cdot 102.94^0 \cdot 0.727 \cdot 0.89 \cdot 1.15 \cdot 1 \cdot 0.87 = 436.96 \text{ Н}.$$

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{436.96 \cdot 102.94}{1020 \cdot 60} = 0.735 \text{ кВт}.$$

10) Расчет мощности станка.

$$N_{ст} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1.1 \dots 1.5); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{ст} = 0.735 \cdot 1.5 = 1.1025 \text{ кВт}.$$

➤ Точение канавки 2.

Геометрию, материал и режимы резания оставляем такие же, меняем только ширину главной режущей кромки на $a=2$ мм (ГОСТ 18874-73) и радиусами при вершинах $r_1 = 0.3$ мм, а $r_2 = 0.5$ мм.

➤ Нарезание резьбы $M10 \times 1 - 6g$.

1) Назначаем тип резца и режущий материал.

Резец резьбовой наружный 20x12x120 BK8 (ГОСТ 18885-82).

2) Определение подача.

Продольная подача (S) принимается равной шагу резьбы (P).

$S=P=1$ мм/об.

Если шаг резьбы $P \leq 2.5$, то поперечная подача имеет разиальное направление S_p .

3) Стойкость резца.

$T=80$ мин.

4) Число рабочих ходов.

Выбирают по (таблица 46, страница 294, [2]) для резцов из твердого сплава:

Число черновых и чистовых рабочих ходов: $i_{\text{черн}} = 4, i_{\text{чист}} = 2$

5) Глубина резания.

$t_{\text{черн}} = 0.25$ мм, $t_{\text{чист}} = 0.1135$ мм.

6) Скорость резания.

$$v_p = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{14.8}{80^{0.11} \cdot 0.25^{0.7} \cdot 1^{0.3}} \cdot 0.63 = 15.15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

7) Сила резания и мощность станка.

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_p = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1^{1.7}}{6^{0.71}} \cdot 0.727 = 301.4 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{301.4 \cdot 15.15}{1020 \cdot 60} = 0.075 \text{ кВт}.$$

➤ Отрезка в размер $A_{1.10}$.

Режимы резания как при точении канавок. Отрезной резец (ГОСТ 18874-73) $a=4$ мм, P6M5.

➤ Сверление центрального отверстия.

Для расчета режимов резания при сверлении воспользуемся методикой (страница 276 [2]).

1) Назначение типа, диаметра и материала сверла.

Выберем сверло центровочное комбинированное (2317-0108 d5 ГОСТ 14952), диаметром $\varnothing d = 5$ мм из Р6М5.

Тип центровочного сверла: 60 градусов без предохранительного конуса.

2) Определяем S по (таблица 25, страница 277 [2]).

В зависимости от диаметра и материала сверла назначим

$$S = 0.2 \text{ мм/об.}$$

3) Назначаем стойкость (T) по (таблица 30, страница 279 [2]).

При диаметрах до 5 мм, стойкость $T = 20$ мин.

4) Рассчитываем скорость резания (страница 276 [2]).

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

Данные для расчета скорости резания возьмем из (таблица 28, страница 278, [2]).

Посчитаем общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

где $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^{-0.9} = 0.63$ – коэффициент на обрабатываемый материал (таблица 1-2, страница 261-262 [2]),

K_{pv} - коэффициент на инструментальный материал (таблица 6, страница 263 [2]),

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления (таблица 31, страница 280 [2]).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.63 \cdot 1 \cdot 1 = 0.63.$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{28.1 \cdot 5^{0.25}}{20^{0.125} \cdot 0.2^{0.55}} \cdot 0.63 = 44.1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5) Расчет силы резания и крутящего момента (таблица 32, страница 281 [2]).

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 31.5 \cdot 5^1 \cdot 0.2^{0.8} \cdot 0.727 = 315.96 \approx 316 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.012 \cdot 5^2 \cdot 0.2^{0.8} \cdot 0.727 \approx 0.6 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.727$$

б) Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot v_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 44.1}{3.14 \cdot 5} = 2809 \text{ об/мин}$$

$$n_{пр} = 3000 \geq n_{расч}$$

7) Расчет эффективной мощности резания и необходимой мощности станка.

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0.6 \cdot 2809}{9750} = 0.17 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{см} = 0.17 \cdot 1.5 = 0.255 \text{ кВт}.$$

➤ Сверление отверстия $\varnothing 5$ мм.

Режимы резания оставляем такие же, но вместо центрального сверла возьмем ГОСТ 10902-77 сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком $\varnothing 5$, Р6М5.

➤ Сверление отверстия $\varnothing 9$ мм.

Для расчета режимов резания при сверлении воспользуемся методикой (страница 276 [2]).

1) Назначение типа, диаметра и материала сверла.

Выберем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 10902-77), диаметром $\varnothing d = 9$ мм из Р6М5.

2) Определяем S по (таблица 25, страница 277, [2]).

В зависимости от диаметра и материала сверла назначим

$$S = 0.36 \text{ мм/об.}$$

3) Назначаем стойкость (T) по (таблица 30, страница 279, [2]).

При диаметрах от 6 до 10 мм, стойкость $T = 35$ мин.

4) Рассчитываем скорость резания (страница 276, [2]).

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

Данные для расчета скорости резания возьмем из (таблица 28, страница 278, [2]).

Посчитаем общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

где $K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^{-0.9} = 0.63$ – коэффициент на обрабатываемый материал (таблица 1-2, страница 261-262, [2]),

K_{pv} - коэффициент на инструментальный материал (таблица 6, страница 263, [2]),

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления (таблица 31, страница 280, [2]).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.63 \cdot 1 \cdot 1 = 0.63$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{32.6 \cdot 9^{0.25}}{35^{0.125} \cdot 0.36^{0.4}} \cdot 0.63 = 34.3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

5) Расчет силы резания и крутящего момента (таблица 32, страница 281, [2]).

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 31.5 \cdot 9^1 \cdot 0.36^{0.8} \cdot 0.727 \approx 910.2 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.012 \cdot 9^2 \cdot 0.36^{0.8} \cdot 0.727 \approx 3.1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{490}{750} \right)^{0.75} = 0.727.$$

6) Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot v_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 34.3}{3.14 \cdot 9} = 1214 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

$$n_{пр} = 1500 \geq n_{расч}$$

7) Расчет эффективной мощности резания и необходимой мощности станка.

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3.1 \cdot 1214}{9750} = 0.4 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{cm} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{cm} = 0.4 \cdot 1.5 = 0.6 \text{ кВт}.$$

➤ Сверление отверстия $\varnothing 8$ мм.

Режимы резания оставляем такие же, но возьмем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком $\varnothing 8$ (ГОСТ 10902-77), Р6М5.

➤ Фрезерование пазов.

Назначаем фрезу концевую с цилиндрическим хвостовиком $\varnothing 8$ (ГОСТ 17025-71), марка инструментального материала Р6М5.

1) Уточняем глубину и ширину фрезерования (рисунок 1, страница 282, [2]).

$$t=4 \text{ мм}; \quad B=5.5 \text{ мм}.$$

2) Выбираем подачу на зуб (таблица 34, страница 283, [2]).

$$S_z=0.15 \text{ мм}.$$

3) Рассчитываем скорость резания по формуле (страница 282, [2]).

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (11)$$

Данные для расчета скорости резания возьмем из (таблица 39, страница 286, [2]).

Стойкость фрезы определяем по (таблица 40, страница 290, [2]).

$$T=40 \text{ мин.}$$

Посчитаем общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

где $K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^{-0.9} = 0.63$ – коэффициент на обрабатываемый материал (таблица 1-2, страница 261-262, [2]),

K_{pv} - коэффициент на инструментальный материал (таблица 6, страница 263, [2]),

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления (таблица 31, страница 280, [2]).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.63 \cdot 1 \cdot 1 = 0.63$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{46.7 \cdot 8^{0.45}}{40^{0.33} \cdot 4^{0.5} \cdot 0.15^{0.5} \cdot 5.5^{0.1} \cdot 6^{0.1}} \cdot 0.63 =$$

$$= 20 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$$

4) Рассчитываем частоту вращения шпинделя.

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \cdot \vartheta}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20}{3.14 \cdot 8} = 786.2 \text{ об/мин}$$

$$n_{\text{пр}} = 1000 \geq n_{\text{расч}}$$

5) Рассчитываем минутную подачу.

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot z \cdot n = 0.15 \cdot 6 \cdot 786.2 = 716.5 \frac{\text{ММ}}{\text{МИН}}$$

б) Расчет силы резания P_z .

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{\text{мр}} = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 4^{0.86} \cdot 0.15^{0.72} \cdot 5.5^1 \cdot 6}{8^{0.86} \cdot 786.2^0} \cdot 0.727 = 2250.5 \text{ Н.}$$

Коэффициенты и показатели степеней выбраны по (таблица 41, страница 291, [2]).

7) Расчет мощности станка.

$$N = \frac{P_z \cdot \vartheta}{1020 \cdot 60} = \frac{2250.5 \cdot 20}{1020 \cdot 60} = 0.74 \text{ кВт.}$$

➤ Сверление отверстия $\varnothing 1$ мм.

Для расчета режимов резания при сверлении воспользуемся методикой (страница 276, [2]).

1) Назначение типа, диаметра и материала сверла.

Выберем сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком (ГОСТ 10902-77), диаметром $\varnothing d = 1$ мм из Р6М5.

2) Определяем S по (таблица 25, страница 277, [2]).

В зависимости от диаметра и материала сверла назначим

$$S = 0.18 \text{ мм/об.}$$

3) Назначаем стойкость (T) по (таблица 30, страница 279, [2]).

При диаметрах до 5 мм, стойкость $T = 20$ мин.

4) Рассчитываем скорость резания (страница 276, [2]).

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

Данные для расчета скорости резания возьмем из (таблица 28, страница 278, [2]).

Посчитаем общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

где $K_{mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{490}\right)^{-0.9} = 0.63$ – коэффициент на обрабатываемый материал (таблица 1-2, страница 261-262, [2]),

K_{pv} - коэффициент на инструментальный материал (таблица 6, страница 263, [2]),

K_{iv} - коэффициент учитывающий глубину сверления (таблица 31, страница 280, [2]).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0.63 \cdot 1 \cdot 0.75 = 0.4725$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{28.1 \cdot 1^{0.25}}{20^{0.125} \cdot 0.18^{0.55}} \cdot 0.4725 = 23.8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5) Расчет силы резания и крутящего момента (таблица 32, страница 281, [2]).

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 31.5 \cdot 1^1 \cdot 0.1^{0.8} \cdot 0.727 \approx 37 \text{ Н};$$

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.012 \cdot 1^2 \cdot 0.1^{0.8} \cdot 0.727 \approx 0.014 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{490}{750}\right)^{0.75} = 0.727$$

б) Расчет частоты вращения шпинделя.

$$n_{расч} = \frac{1000 \cdot v_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23.8}{3.14 \cdot 1} = 7580 \text{ об/мин}$$

$$n_{пр} = 2000 \geq n_{расч}$$

7) Расчет эффективной мощности резания и необходимой мощности станка.

Эффективная мощность резания:

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0.014 \cdot 7580}{9750} = 0.011 \text{ кВт};$$

Необходимая мощность станка:

$$N_{см} > K_N \cdot N_E \quad (K_N = 1 \dots 2); \quad K_N = 1.5;$$

$$N_{см} = 0.015 \cdot 1.5 = 0.0165 \text{ кВт}.$$

1.10.Выбор оборудования

1) Вертикально-сверлильный станок 2Н125

Таблица 7 - Технические характеристики 2Н125

Наименование параметра	2Н125
Основные параметры станка	
Наибольший диаметр сверления в стали 45, мм	25
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола, мм	60...700
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	690...1060
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет), мм	250
Рабочий стол	
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400 x 450
Число Т-образных пазов Размеры Т-образных пазов	3
Наибольшее вертикальное перемещение стола (ось Z), мм	270
Перемещение стола на один оборот рукоятки, мм	
Шпиндель	
Наибольшее перемещение (установочное) шпиндельной головки, мм	170
Наибольшее перемещение (ход) шпинделя, мм	200
Перемещение шпинделя на одно деление лимба, мм	1,0
Перемещение шпинделя на один оборот маховичка-рукоятки, мм	122,46
Частота вращения шпинделя, об/мин	45...2000
Количество скоростей шпинделя	12
Наибольший допустимый крутящий момент, Нм	250
Конус шпинделя	Морзе 3
Механика станка	
Число ступеней рабочих подач	9
Пределы вертикальных рабочих подач на один оборот шпинделя, мм	0,1...1,6
Управление циклами работы	Ручное
Наибольшая допустимая сила подачи, кН	9

Продолжение таблицы 7

Динамическое торможение шпинделя	Есть
Привод	
Электродвигатель привода главного движения, кВт	2,2
Электронасос охлаждающей жидкости Тип	X14-22M
Габарит станка	
Габариты станка, мм	2350 x 785 x 915
Масса станка, кг	880

2) Токарный станок с ЧПУ DMC DL 25SY (2 шт.)

Таблица 8 - Технические характеристики DMC DL 25SY

Технические данные	Ед.изм.	DL 25SY
Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над станиной	мм	Ø 760
Макс. диаметр заготовки устанавливаемый над суппортом	мм	Ø 630
Макс. диаметр точения	мм	Ø 400
Макс. длина точения	мм	1080
Перемещение по оси X	мм	230
Перемещение по оси Z	мм	1130
Перемещение по оси Y	мм	± 55
Ускоренное перемещение по оси X	м/мин	20
Ускоренное перемещение по оси Z	м/мин	24
Ускоренное перемещение по оси Y	м/мин	10
Частота вращения главного шпинделя	об/мин	3500
Присоединительный торец главного шпинделя	ASA	A2-8
Диаметр отверстия в главном шпинделе	мм	Ø86
Размер патрона главного шпинделя	мм	Ø250
Количество инструментальных позиций	шт	12 (BMT 55)
Размеры инструмента для наружной обработки	мм	25x25
Размеры инструмента для внутренней обработки	мм	Ø50
Время смены инструментальных позиций	сек	0,15
Частота вращения приводных позиций инструмента	об/мин	5000

Продолжение таблицы 8

Частота вращения противозпинделя	об/мин	6000
Размер патрона противозпинделя	мм	Ø200
Мощность двигателя главного шпинделя	кВт	18,2/22
Мощность двигателя противозпинделя	кВт	5,5/7,5
Мощность серводвигателей оси X	кВт	3
Мощность серводвигателей оси Z	кВт	3
Мощность серводвигателей оси Y	кВт	3
Мощность двигателя приводного инструмента	кВт	2,2/3,0
Вес	кг	7500
Длина × ширина	мм	4100x1762
Высота	мм	2025
Общая потребляемая мощность	кВт	50

3) Фрезерный станок 6М12П

Таблица 9 - Технические характеристики 6М12П

Наименование параметра	6М12П
Основные параметры станка	
Размеры поверхности стола, мм	1250 x 320
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	250
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	30..400
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины (вылет), мм	350
Рабочий стол	
Наибольший продольный ход стола (X), мм	700
Наибольший поперечный ход стола механический/ ручной (Y), мм	240/ 260
Наибольший вертикальный ход стола (Z), мм	370
Пределы продольных и поперечных подач стола (X, Y), мм/мин	25..1250
Пределы вертикальных подач стола (Z), мм/мин	8,3..416,6
Количество подач продольных/ поперечных/ вертикальных	18
Скорость быстрых перемещений продольных (X), поперечных (Y), м/мин	3
Скорость быстрых перемещений вертикальных (Z), м/мин	1

Продолжение таблицы 9

Шпиндель	
Мощность привода главного движения, кВт	7,5
Частота вращения шпинделя, об/мин	31,5..1600
Количество скоростей шпинделя	18
Перемещение пиноли шпинделя, мм	
Конус фрезерного шпинделя по ГОСТ 836-62	№ 3
Конец шпинделя ГОСТ 24644-81, ряд 4, исполнение 6	
Отверстие фрезерного шпинделя, мм	29
Поворот шпиндельной головки вправо и влево, град	±45
Механика станка	
Выключающие упоры подачи (продольной, поперечной, вертикальной)	Есть
Блокировка ручной и механической подач (продольной, поперечной, вертикальной)	Есть
Блокировка отдельного включения подач	Есть
Торможение шпинделя	Есть
Предохранительная муфта от перегрузок	Есть
Автоматическая прерывистая подача	Есть
Электрооборудование, привод	
Количество электродвигателей на станке	3
Электродвигатель привода главного движения, кВт	7,5
Электродвигатель привода подач, кВт	2,2
Электродвигатель зажима инструмента, кВт	-
Электродвигатель насоса охлаждающей жидкости, кВт	0,125
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт	9,825
Габарит и масса станка	
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2395 x 1745 x 2000
Масса станка, кг	3000

1.11.Определение норм времени

1) Расчет основного времени на 1 токарной с ЧПУ.

Подрезка торца (операция 1, переход 1)

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i, \quad (12)$$

где T_o – основное время на операцию (мин),
 L_p – длина рабочего хода инструмента (мм),
 n – частота вращения шпинделя (об/мин),
 S_0 – подача на оборот шпинделя (мм/об),
 i – число проходов.

$$L_p = l + l_1 + l_2, \quad (13)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности,
 l_1 – величина врезания инструмента,
 l_2 – величина перебега инструмента.

Исходя из ранее принятых значений, определяем величины l_1 и l_2 (страница 620, таблица 2[4]).

Тогда

$$L_p = 7.25 + 2 + 1 = 10.25 \text{ мм};$$
$$t_{o1.1} = \frac{10.25}{2000 \cdot 0.4} \cdot 1 = 0.013 \text{ мин.}$$

В следующих расчетах будем пользоваться этой же методикой расчета.

Сверление центрального отверстия (операция 1, переход 2)

$$L_p = 9.23 + 2 = 11.23 \text{ мм};$$
$$t_{o1.2} = \frac{11.23}{3000 \cdot 0.2} = 0.019 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия (переход 3)

$$L_p = 14 + 2 = 16 \text{ мм};$$

$$t_{o1.3} = \frac{16}{3000 \cdot 0.2} = 0.027 \text{ мин.}$$

Продольное точение поверхности 1 (переход 4)

$$L_p = 130 + 3 + 0 = 133 \text{ мм;}$$

$$t_{o1.4} = \frac{133}{2000 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.222 \text{ мин.}$$

Продольное точение поверхности 2 (переход 5)

$$L_p = 8 + 3 + 0 = 11 \text{ мм;}$$

$$t_{o1.5} = \frac{11}{2000 \cdot 0.3} \cdot 3 = 0.055 \text{ мин.}$$

Точение контура и нарезание резьбы (переход 6)

Точение канавок 1 и 2

Припуск на обработку на одну сторону (мм)

$$a_1 = \frac{D - d}{2} = \frac{14.5 - 11.5}{2} = 1.5 \text{ мм;}$$

$$a_2 = \frac{D - d}{2} = \frac{9.884 - 8.5}{2} = 0.692 \text{ мм.}$$

$$t_{o1.6.1} = \frac{a_1 + l_2}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{1.5 + 3}{2100 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.007 \text{ мин;}$$

$$t_{o1.6.2} = \frac{a_2 + l_2}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{0.692 + 3}{2100 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.006 \text{ мин.}$$

Снятие фасок

$$t_{o1.6.3} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{1}{2000 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.002 \text{ мин;}$$

$$t_{o1.6.4} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{0.75}{2000 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.001 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы

$$t_{o1.6.5} = \frac{L}{n \cdot P} (i + 0.5) = \frac{8}{500 \cdot 1} (6 + 0.5) = 0.104 \text{ мин.}$$

Следовательно основное время:

$$t_{o1.6} = 0.007 + 0.006 + 0.002 + 0.001 + 0.104 = 0.12 \text{ мин.}$$

Отрезка (переход 7)

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{14.5 - 0}{2} = 7.25 \text{ мм};$$

$$t_{o1.7} = \frac{a + l_2}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{7.25 + 2}{2100 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.015 \text{ мин.}$$

Основное время на первой операции:

$$t_{o1} = 0.591 \text{ мин.}$$

2) Расчет основного времени на 2 токарной с ЧПУ.

Подрезка торца (операция 2, переход 1)

$$L_p = 7.25 + 2 + 1 = 10.25 \text{ мм};$$

$$T_{o2.1} = \frac{10.25}{2000 \cdot 0.4} \cdot 1 = 0.013 \text{ мин.}$$

Точение канавки 3 (переход 2)

$$a_1 = \frac{D - d}{2} = \frac{14.5 - 11.5}{2} = 1.5 \text{ мм};$$

$$T_{o2.2} = \frac{a + l_2}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{1.5 + 3}{2100 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.007 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия (переход 3)

$$L_p = 114 + 2 = 116 \text{ мм};$$

$$T_{o2.3} = \frac{116}{1500 \cdot 0.38} = 0.204 \text{ мин.}$$

Растачивание отверстия и снятие фаски (переход 4)

$$L_p = 4.5 + 3 + 0 = 7.5 \text{ мм};$$

$$T_{o2.4.1} = \frac{7.5}{2000 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.0125 \text{ мин};$$

$$T_{o2.4.2} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} \cdot i = \frac{1}{2000 \cdot 0.3} \cdot 1 = 0.002 \text{ мин};$$

$$T_{o2.4} = 0.0125 + 0.002 = 0.0145 \text{ мин.}$$

Основное время на второй операции:

$$t_{o2} = 0.253 \text{ мин.}$$

3) Расчет основного времени на 3 сверлильной операции.

$$L_p = 14.5 + 5 = 19.5 \text{ мм};$$

$$t_{o3} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} = \frac{19.5}{1500 \cdot 0.36} = 0.036 \text{ мин.}$$

4) Расчет основного времени на 4 фрезерной операции.

$$t_{o4.1} = \frac{L_p}{S_M} = \frac{97}{716.5} = 0.135 \text{ мин;}$$

$$t_{o4.2} = \frac{L_p}{S_M} = \frac{97}{716.5} = 0.135 \text{ мин;}$$

$$T_{o4} = 0.135 + 0.135 = 0.27 \text{ мин.}$$

5) Расчет основного времени на 5 сверлильной операции.

$$L_p = 2.75 + 2 = 4.75 \text{ мм;}$$

$$t_{o5.1} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} = \frac{4.75}{2000 \cdot 0.18} = 0.0132 \text{ мин;}$$

$$t_{o5.2} = \frac{L_p}{n \cdot S_0} = \frac{1}{2000 \cdot 0.18} = 0.003 \text{ мин;}$$

$$t_{o5} = 0.0132 + 0.003 = 0.0162 \text{ мин.}$$

1.12. Определение норм вспомогательного времени

1) Токарная операция с ЧПУ.

1.1) Закрепление заготовки в трехкулачковом патроне с неподвижным люнетом + установка и снятие резца:

$$t_{всп1.1} = 0.41 + 0.12 = 0.53 \text{ мин.}$$

1.2) Сверление центрального отверстия + смена инструмента:

$$t_{всп1.2} = 0.07 + 0.12 = 0.19 \text{ мин.}$$

1.3) Сверление отверстия + смена инструмента:

$$t_{всп1.3} = 0.07 + 0.12 = 0.19 \text{ мин.}$$

1.4) Уборка люнета и поджатие центром + смена инструмента:

$$t_{всп1.4} = 0.2 + 0.12 = 0.32 \text{ мин.}$$

1.5) Время на смену инструмента при точении контура и нарезание резьбы:

$$t_{всп1.5} = 0.12 + 0.12 + 0.12 + 0.33 = 0.69 \text{ мин.}$$

1.6) Смена инструмента:

$$t_{\text{всп1.6}} = 0.12 \text{ мин.}$$

1.7) Контроль диаметра микрометром:

$$t_{\text{всп1.7}} = 0.22 \text{ мин.}$$

Общее вспомогательное время на 1 операции:

$$t_{\text{всп1}} = 0.53 + 0.19 + 0.19 + 0.32 + 0.69 + 0.12 + 0.22 = 2.26 \text{ мин.}$$

2) Токарная операция с ЧПУ.

2.1) Установка заготовки в трехкулачковом патроне с упором +смена инструмента:

$$t_{\text{всп2.1}} = 0.08 + 0.12 = 0.2 \text{ мин.}$$

2.2) Смена инструмента:

$$t_{\text{всп2.2}} = 0.12 \text{ мин.}$$

2.3) Сверление отверстия +смена инструмента:

$$t_{\text{всп2.3}} = 1.35 + 0.12 = 1.47 \text{ мин.}$$

2.4) Смена инструмента:

$$t_{\text{всп2.4}} = 0.12 + 0.12 + 0.12 = 0.36 \text{ мин.}$$

2.5) Контрольные измерения штангенциркулем:

$$t_{\text{всп2.5}} = 0.1 \text{ мин.}$$

Общее вспомогательное время на 2 операции:

$$t_{\text{всп2}} = 0.2 + 0.12 + 1.47 + 0.36 + 0.1 = 2.25 \text{ мин.}$$

3) Сверлильная операция.

3.1) Установка детали в призму и закрепление детали гаечным зажимом:

$$t_{\text{всп3}} = 0.08 + 0.05 = 0.13 \text{ мин.}$$

4) Фрезерная операция.

4.1) Установка детали в призму:

$$t_{\text{всп4.1}} = 0.08 \text{ мин.}$$

4.2) Поворот детали и установка в призму:

$$t_{\text{всп4.2}} = 0.08 \text{ мин.}$$

Общее время на 4 операции:

$$t_{всп4} = 0.16 \text{ мин.}$$

5) Сверлильная операция.

5.1) Установка детали в призму + смена инструмента:

$$t_{всп5} = 0.08 + 0.12 = 0.2 \text{ мин.}$$

6) Контрольная.

Проконтролировать все конструкторские размеры.

1.13. Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время операции определяется как:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + \frac{t_{пз}}{n}, \quad (14)$$

где $t_{шт.}$ - штучное время, мин;

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

n - число деталей в партии, шт.

Число деталей в партии для мелкосерийного производства определим как:

$$n = \frac{N}{k}, \quad (15)$$

где N – годовая программа выпуска, шт;

k – расчетный коэффициент, для мелкосерийного производства принимаем $k = 4.6$.

Тогда число деталей в партии по формуле 15:

$$n = \frac{N}{k} = \frac{5000}{4.6} = 1087 \text{ шт.}$$

В свою очередь штучное время определим как:

$$t_{шт.} = t_{осн} + t_{всп} + t_{оо} + t_{то} + t_{пер},$$

где $t_{оо}$ - время на организационное обслуживание, мин;

$t_{то}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{пер}$ – время перерывов, мин.

Под временем на техническое обслуживание понимается в первую очередь на подналадку станка и смену затупившегося инструмента, а так же на уборку стружки.

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

Время перерывов, организационного и технического обслуживания обычно принимается в процентном отношении к оперативному времени. Для среднесерийного производства эта величина составляет 3..5%.

В таком случае формула расчета штучного времени принимает вид:

$$t_{um.} = t_{on} * \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{on}, \quad (16)$$

где α - процент времени на техническое обслуживание;

β - процент времени на организационное обслуживание;

γ - процент времени перерывов.

Принимаем время перерывов: $\gamma = 3\%$, время на организационное и техническое обслуживание $\alpha = \beta = 5\%$

Оперативное время рассчитывают по формуле 17:

$$t_{оп} = \sum t_o + t_{всп}, \quad (17)$$

Найдем оперативное время для каждой операции:

$$t_{on}^I = \sum t_{o1} + t_{всп1} = 0.591 + 2.26 = 2.851 \text{ мин};$$

$$t_{on}^{II} = \sum t_{o2} + t_{всп2} = 0.253 + 2.25 = 2.503 \text{ мин};$$

$$t_{on}^{III} = \sum t_{o3} + t_{всп3} = 0.036 + 0.13 = 0.166 \text{ мин};$$

$$t_{on}^{IV} = \sum t_{o4} + t_{всп4} = 0.27 + 0.16 = 0.43 \text{ мин};$$

$$t_{on}^V = \sum t_{o5} + t_{всп5} = 0.0162 + 0.2 = 0.2162 \text{ мин}.$$

Тогда штучное время определим как:

$$t_{um.}^I = t_{on}^I \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{on}^I = 2.851 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 2.851 = 3.22 \text{ мин};$$

$$t_{um.}^{II} = t_{on}^{II} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{on}^{II} = 2.503 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 2.503 = 2.83 \text{ мин};$$

$$t_{ум.}^{III} = t_{он}^{III} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{он}^{III} = 0.166 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0.166 = 0.19 \text{ мин};$$

$$t_{ум.}^{IV} = t_{он}^{IV} \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{он}^{IV} = 0.43 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0.43 = 0.49 \text{ мин};$$

$$t_{ум.}^V = t_{он}^V \cdot \left(\frac{\alpha + \beta + \gamma}{100\%} \right) + t_{он}^V = 0.2162 \cdot \left(\frac{5 + 5 + 3}{100\%} \right) + 0.2162 = 0.244 \text{ мин.}$$

Величину подготовительно-заключительного времени для каждой операции определяем на основании рекомендаций [4]:

$$t_{n3}^I = 12 \text{ мин}; \quad t_{n3}^{IV} = 10 \text{ мин};$$

$$t_{n3}^{II} = 12 \text{ мин}; \quad t_{n3}^V = 7 \text{ мин.}$$

$$t_{n3}^{III} = 7 \text{ мин};$$

Тогда величину штучно-калькуляционного времени определим как:

$$t_{ум.к.}^I = t_{ум.}^I + \frac{t_{n3}^I}{n} = 3.22 + \frac{12}{1087} = 3.23 \text{ мин};$$

$$t_{ум.к.}^{II} = t_{ум.}^{II} + \frac{t_{n3}^{II}}{n} = 2.83 + \frac{12}{1087} = 2.84 \text{ мин};$$

$$t_{ум.к.}^{III} = t_{ум.}^{III} + \frac{t_{n3}^{III}}{n} = 0.19 + \frac{7}{1087} = 0.2 \text{ мин};$$

$$t_{ум.к.}^{IV} = t_{ум.}^{IV} + \frac{t_{n3}^{IV}}{n} = 0.49 + \frac{10}{1087} = 0.5 \text{ мин};$$

$$t_{ум.к.}^V = t_{ум.}^V + \frac{t_{n3}^V}{n} = 0.244 + \frac{7}{1087} = 0.25 \text{ мин.}$$

2. Конструкторская часть

2.1. Описание и принцип работы приспособления

Специальное приспособление разработано для сверления отверстия диаметром $\varnothing 8$ мм на вертикально-сверлильном станке 2Н125.

Сборка приспособления производится следующим образом: в призму устанавливаются прижим и откидной болт, которые крепятся двумя штифтами. Далее с помощью двух болтов к торцу призмы крепится пластина,

которая служит упором для детали. Собранный призма свинчивается с основанием четырьмя болтами. И готовое приспособление будет крепится к столу с Т-образным пазом двумя болтами с квадратной головкой и двумя гайками.

Принцип работы данного приспособления заключается в закреплении детали в призме с помощью прижима, который свинчивается с откидным болтом гайкой-барашком.

2.2. Расчет сил закрепления

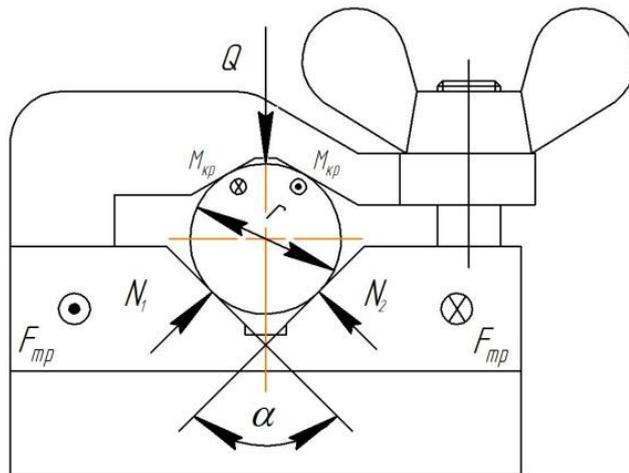


Рисунок 8 – Схема приложения сил закрепления

Составим формулу для расчета силы закрепления

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{r(f \cdot (\sin \alpha / 2) + f_{заж})}, \quad (18)$$

где K - коэффициент запаса,

r - радиус заготовки,

f - коэффициент трения между зажимом и заготовкой.

$$N_1 = N_2 = \frac{Q}{2} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}.$$

По формуле (9) найдем силу закрепления:

$$Q = \frac{2 \cdot 3.1}{0.00725(0.35 \cdot (\sin 45) + 0.35)} = 1431.9 \text{ Н.}$$

Сборочный чертеж и спецификация приспособления в приложении Б.

3. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Цель раздела – расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1. Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;
8. Расходы на подготовку и освоение производства;

9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;

10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;

11. Общецеховые расходы;

12. Технологические потери;

13. Общехозяйственные расходы;

14. Потери от брака;

15. Прочие производственные расходы;

16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;

- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;

- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;

- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;

- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;

- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

3.2. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также

вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле (19):

$$C_{\text{мо}i} = w_i \cdot \Pi_{\text{ми}} \cdot (1 + k_{\text{тз}}), \quad (19)$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь);

$\Pi_{\text{ми}}$ – цена материала i -го вида, ден. ед./кг., $i = 1, \dots, I$;

$k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов

($k_{\text{тз}} = 0,06$)¹.

Цена материалов Π_i принимается на основе преysкурантной (оптовой) цены.

Расчет нормы расходного материала:

$$w = V \cdot \rho = \pi \cdot \left(\frac{D_{01}^{\text{cp}}}{2} \right)^2 \cdot A_{1.10}^{\text{cp}} \cdot \rho; \quad (20)$$

где V – объем заготовки, м³,

ρ – плотность латуни, $\rho = 8400$ кг/м³.

$$w = 3.14 \cdot \left(\frac{0.0156}{2} \right)^2 \cdot 0.126 \cdot 8400 = 0.2 \text{ кг.}$$

Цену материала примем из каталога $\Pi_{\text{ми}} = 250$ руб/кг, с учетом НДС.

Тогда затраты на основной материал по формуле (19) будут равны:

$$C_{\text{мо}} = 0.2 \cdot 250 \cdot (1 + 0.06) = 53 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого (j -го) вида C_{MBj} выполняется по формуле (21):

$$C_{MBj} = N_{MBj} \cdot C_{MBj} \cdot (1 + k_{T3}), \quad (21)$$

где N_{MBj} – норма расхода j -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

C_{MBj} – цена j -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле (21) можно приближенно принять:

$$C_{MB} = C_{MO} \cdot 0,02, \quad (22)$$

$$C_{MB} = 53 \cdot 0,02 = 1,06 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме:

$$C_M = C_{MO} + C_{MB}, \quad (23)$$

$$C_M = 53 + 1,06 = 54,06 \text{ руб.}$$

3.3. Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

3.4. Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Расчет выполняется по формуле (24):

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от}, \quad (24)$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{от}$ – цена отходов, $Ц_{от} = 132$ руб/кг;

$V_{чр}$ – масса заготовки;

$V_{чст}$ – чистая масса детали;

β – доля безвозвратных потерь (принять 0.02).

$$C_{от} = (0.2 - 0.06) \cdot (1 - 0.02) \cdot 132 = 18 \text{ руб.}$$

3.5. Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции.

Расчет следует произвести по формуле (25):

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot ЧТС_i \cdot k_{пр}, \quad (25)$$

где $t_i^{\text{шт.к}}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

K_0 – количество операций в процессе;

$ЧТС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции;

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1.4.

$$C_{\text{озп}} = \frac{7.02}{60} \cdot 82.96 \cdot 1.4 = 13.6 \text{ руб.}$$

3.6. Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле (26):

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}}, \quad (26)$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата, ден. ед.;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату. При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{\text{дзп}} = 13.6 \cdot 0.1 = 1.36 \text{ руб.}$$

3.7. Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование и на другие социальные нужды.

Затраты по данной статье выполняются по формуле (27):

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot (C_{\text{с.н}} + C_{\text{стр}}) / 100, \quad (27)$$

где $C_{\text{озп}}$ – основная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{дзп}}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, ден. ед.;

$C_{\text{с.н}}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{\text{стр}}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%).

$$C_n = \frac{(13.6 + 1.36) \cdot (30 + 0.7)}{100} = 4.6 \text{ руб.}$$

3.8. Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

3.9. Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a. амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b. эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c. ремонт оборудования;
- d. внутризаводское перемещение грузов;
- e. погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f. прочие расходы.

Порядок расчета отдельных элементов данной статьи при выполнении ВКР следующий.

Элемент «а» (амортизация оборудования и ...) определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула 28:

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{aj}, \quad (28)$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$H_{обi}$ и $H_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

Таблица 10 – Стоимость станков

Станок	Балансовая стоимость, руб
Токарный станок DMC DL 25SY (2 шт.)	9000000
Вертикально-сверлильный станок 2Н125	136000
Фрезерный станок 6М12П	100000

Таблица 11 – Стоимость приспособлений

Приспособление	Балансовая стоимость, руб
Специальное приспособление (3 шт.)	15000

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле (29):

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{пи}}}, \quad (29)$$

где $T_{\text{пи}}$ – срок полезного использования, лет.

Для всех станков примем:

$$H_a = \frac{1}{10} = 0.1.$$

Для приспособлений примем:

$$H_a = \frac{1}{3} = 0.33.$$

По формуле (28) амортизация оборудования:

$$A_{\text{год}} = (9000000 + 136000 + 100000) \cdot 0.1 + 15000 \cdot 0.33 = 928550 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины:

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i}, \quad (30)$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции

процесса, $i = 1, \dots, P$;

F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при односменной работы $F_i = 1160$ часов, при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{\text{кр}} = \frac{5000 \cdot (3.2 + 2.84 + 0.2 + 0.5 + 0.25)/60}{1160} = 0.5$$

Если $l_{\text{кр}} \leq 0,6$, то амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки) $C_a = (A_{\text{г}}/N_{\text{в}}) \cdot (l_{\text{кр}}/\eta_{\text{з.н.}})$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного – 0,85).

$$C_a = \frac{928550}{5000} \cdot \frac{0.5}{0.85} = 109.2 \text{ руб.}$$

Элемент «б» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{\text{экс}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (13,6 + 1,36 + 4,6) \cdot 0,4 = 7,824 \text{ руб.}$$

- стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{\text{мэкс}} = C_{\text{а}} \cdot 0,2 = 109,2 \cdot 0,2 = 21,84 \text{ руб.}$$

- затраты на все виды энергии и воду, потребляемые в процессе работы оборудования. В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле (31):

$$C_{\text{эл.п}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{ми}} \cdot t_i^{\text{маш}} \quad (31)$$

где $\text{Ц}_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05);

W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции;

$K_{\text{ми}}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7).

$$C_{\text{эл.п}} = 5,33 \cdot 1,05 \cdot (18,2 \cdot 0,7 \cdot 3,23) + (18,2 \cdot 0,7 \cdot 2,84) + (2,2 \cdot 0,7 \cdot 0,2) + (7,5 \cdot 0,7 \cdot 0,5) + (2,2 \cdot 0,7 \cdot 0,25) = 451,35 \text{ руб.}$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100–120% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot (1,0 - 1,2) = 13,6 \cdot 1 = 13,6 \text{ руб.}$$

Элемент «d» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей, смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле (32):

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{тз}}) \cdot \sum_{i=1}^P \Pi_{\text{и.и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.и}} \cdot n_i}, \quad (32)$$

где $\Pi_{\text{и.и}}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;
 $t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;
 m_i – количество одновременно используемых инструментов;
 $T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента, мин.;
 n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента;
 $k_{\text{тз}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{тз}}=0,06$).

Таблица 12 – Стоимость инструмента

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез} \cdot m}{T_{ст.и} \cdot n}$
Резец проходной STDCR 2020K 16, с режущей пластиной TCGX 16 T3 08-AL H10	0.026	60	610	0.26
Резец проходной SCLCR 2020K 09, с режущей пластиной CCGX 09 T3 04-AL H10	0.277	60	610	2.82
Резец расточной для глухих отверстий 20x20x170, T15K6	0.0125	60	113	0.024
Цельнотвердосплавная резьбофреза Ø4.5 мм MT09045C10.0.75 ISO	0.12	40	750	2.25
Резец канавочный 25x16x140, P6M5	0.2	60	180	0.6
Резец резьбовой наружный 20x12x120, BK8	0.104	80	89	0.12
Резец отрезной 4x18x125 P6M5	0.015	60	50	0.0125
Центровочное комбинированное (2317-0108 d5 ГОСТ 14952), Ø5 мм, P6M5	0.019	20	53.9	0.05
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø5 мм, P6M5	0.027	20	32	0.043
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком диаметром Ø9 мм, P6M5	0.204	35	82	0.48
Сверло спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø8 мм, P6M5	0.036	35	65	0.067

Продолжение таблицы 12

Фреза концевая с цилиндрическим хвостовиком Ø8 мм, P6M5	0.27	40	134	0.9
Спиральное с цилиндрическим хвостовиком Ø1 мм, P6M5	0.0132	20	10	0.0066
Коническая зенковка с углом 90°, P6M5	0.003	20	438	0.066

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0.06) \cdot (0.26 + 2.82 + 0.024 + 2.25 + 0.6 + 0.12 + 0.0125 + 0.05 + 0.043 + 0.48 + 0.067 + 0.9 + 0.0066 + 0.066) = 8.16 \text{ руб.}$$

Элемент «f» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они не рассчитываются.

3.10. Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оц}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оц}} = C_{\text{озп}} \cdot (0,5 - 0,8) = 13,6 \cdot 0,8 = 10,88 \text{ руб.}$$

Приближенно можно дифференцировать значения $k_{\text{оц}}$ в зависимости от типа производства: мелкосерийное – 0,8.

3.11. Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья не рассчитывается.

3.12. Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента $k_{ох}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ох} = 0,5$, т.е.

$$C_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = C_{озп} \cdot k_{ох} = 13.6 \cdot 0.5 = 6.8 \text{ руб.}$$

3.13. Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты не рассчитываются.

3.14. Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также не рассчитываются.

3.15. Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр. Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_{\text{рлз}} = \sum C_i \cdot 0.01 = (54.06 + 18 + 13.6 + 1.36 + 4.6 + 109.2 + 7.824 + 21.84 + 451.35 + 13.6 + 8.16 + 10.88 + 6.8) \cdot 0.01 = 7.21 \text{ руб.}$$

3.16. Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$\begin{aligned} \Pi &= \sum C_i \cdot 0.2 = (54.06 + 18 + 13.6 + 1.36 + 4.6 + 109.2 + 7.824 + \\ &+ 21.84 + 451.35 + 13.6 + 8.16 + 10.88 + 6.8 + 7.21) \cdot 0.2 = 145.7 \text{ руб;} \\ C_{\text{поли}} &= 728.5 \text{ руб.} \end{aligned}$$

3.17. Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы полной себестоимости изделия и прибыли.

$$\text{НДС} = C_{\text{поли}} \cdot 0.18 = 728.5 \cdot 0.18 = 131.13 \text{ руб.}$$

3.18. Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{поли}} + \Pi + \text{НДС} = 728.5 + 145.7 + 131.13 = 1005.33 \text{ руб.}$$

4. Раздел «Социальная ответственность»

4.1. Аннотация

Социальная ответственность организации включает в себя производство и оказание услуг надлежащего качества, соблюдение прав персонала на труд, выполнение требований к безопасности и гигиене труда, соблюдение промышленной безопасности и охрана окружающей среды.

4.2. Введение

Целью ВКР является разработка эффективного технологического процесса изготовления деталей «опора шасси». Деталь представляет собой тело вращения, изготавливаемое из латуни (ЛС59-1). Используется в системе опор летательных аппаратов.

Раздел «Социальная ответственность» будет посвящен технике безопасности и охране труда в производственном помещении, правилам эксплуатации помещения, как при возникновении опасной ситуации, так и при ЧС.

В этом разделе будет проведен анализ вредных и опасных факторов и их воздействие на человека. И рассмотрены требования к организации рабочего места с точки зрения обеспечения безопасности сотрудника.

4.3. Производственная безопасность

Опасный фактор- это производственный фактор, воздействие которого на рабочего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным.

Таблица 13 - Опасные и вредные факторы возникающие при изготовлении детали «опора шасси»

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)	Нормативные документы
Управление станком (и другие воздействия с оборудованием)	Физические (повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека)	ГОСТ 12.1.038-82
Контроль выполнения работ	Физические (Подвижные части производственного оборудования, которые могут привести к травме рабочего)	ГОСТ 12.1.012-90
	Физические (Повышенный уровень шума и вибраций)	ГОСТ 12.1.003-83
	Недостаточная освещенность рабочего места	
	Повышенная запыленность рабочей зоны	

1) Превышение уровня шума

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. 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. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 регулируются нормы превышения уровня шума.

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;

5. уменьшение шума на пути его распространения.

Конструктивные противозумовые мероприятия (как коллективное средство защиты), применяемые для ограничения уровня шума: звукопоглощающие конструкции, устанавливаемые на стенах и потолке производственных помещений и специальных экранах; виброизоляция источников шума; установка звукоизолирующих экранов; увеличение звукоизоляции ограждений помещений, граничащих с помещениями, где имеют место высокие уровни шума.

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

2) Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность- важнейший параметр на рабочем месте фрезеровщика/токаря, обеспечивающий комфортные условия, повышенную эффективность и безопасность труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

В зависимости от назначения помещения, а также вида зрительных работ нормируются такие показатели освещенности, как естественное освещение или искусственное освещение. Естественное освещение обусловлено прямыми солнечными лучами и рассеянным светом небосвода и меняется в зависимости от географической широты, времени суток, степени облачности, прозрачности атмосферы. Ограниченная прозрачность остекления светопроемов, их затеняемость, а зачастую и несоответствие их размеров площади и глубине помещений, вызывают повышенный дефицит естественного света в помещениях. Недостаток естественного света восполняется искусственным освещением.

В соответствии со СНиП 23-05-95 освещение должно обеспечить: санитарные нормы освещенности на рабочих местах, равномерную яркость в поле зрения, отсутствие резких теней и блескости, постоянство освещенности по времени и правильность направления светового потока. Освещенность на

рабочих местах и в производственных помещениях должна контролироваться не реже одного раза в год.

Освещенность рабочей поверхности в зоне обработки станков с ручным управлением в системе комбинированного освещения (общее плюс местное) должна соответствовать значениям, указанным в таблице 14.

Таблица 14 – Нормы освещенности для станков

Группы и типы станков	Обработка	Наладка
	освещенность, лк	
1 Токарные:		
токарные, токарно-затыловочные, резьбо-накатные	2000	2000
токарно-револьверные, токарно-винторезные,	1500	1500
токарно-карусельные	1500;	2000*;
2 Сверлильные	1000	1000
3 Фрезерные:		
размер стола менее или равен 400×1600 мм	2000	2000

Фактическая освещённость в цехе должна быть больше или равна нормируемой освещенности.

К гигиеническим требованиям, отражающим качество производственного освещения, относятся:

- равномерное распределение яркостей в поле зрения и ограничение теней;
- ограничение прямой и отраженной блескости;
- ограничение или устранение колебаний светового потока.

3) Повышенный уровень вибрации

Вибрация в макросистеме представляет собой возвратно-поступательные движения твердого тела. Источниками вибрации на производстве являются транспортеры, перфораторы, зубчатые передачи, пневмомолотки, двигатели внутреннего сгорания, электромоторы и т. д.

Следует учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму, прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают. Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека. Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. В худшем случае - возникновение вибрационной болезни, которая проявляется со временем.

В последнее время принято различать три формы вибрационной болезни: периферическую — возникающую от воздействия вибрации на руки; церебральную — от преимущественного воздействия вибраций на весь организм человека; смешанную — при совместном воздействии общей и локальной вибрации. Вредность вибраций усугубляется одновременным воздействием на работающих пониженной температуры воздуха рабочей зоны, повышенного уровня шума, охлаждения рук рабочего при работе с ручными машинами, запыленности воздуха, неудобной позы и др.

Вибрация нормируется в соответствии с ГОСТ 12.1.012-90.

Для ослабления передачи вибрации от источников ее возникновения полу, рабочему месту, сиденью, рукоятке и т.п. широко применяют методы виброизоляции в виде виброизоляторов из резины, пробки, войлока, асбеста, стальных пружин. Виброгашением называется гашение вибрации за счет активных потерь или превращения колебательной энергии в другие ее виды, например, в тепловую, электрическую, электромагнитную. Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение

непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации и замены технологических операций.

4) Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне

В процессе работы на станке стружка расплавленного металла может попасть в глаза, складки одежды, карманы, ботинки, прожечь одежду и причинить ожоги. Во избежание ожогов и повреждения зрения рабочий должен работать в спецодежде из брезента или плотного сукна, в рукавицах. Куртку не следует заправлять в брюки. Карманы должны быть плотно закрыты клапанами. Брюки надо носить поверх обуви. И обязательно работать в защитных очках.

5) Повышенное значение напряжения в электрической цепи

Источником повышенной опасности является металлообрабатывающее оборудование, работающее от электрического тока. Следовательно, есть риск поражения электрическим током.

Электрический ток, протекая через организм человека, оказывает тепловое (термическое), электролитическое и биологическое воздействие. Это может вызывать серьезные последствия для здоровья. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги. Электролитическое воздействие проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

Биологическое воздействие выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к произвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания (вплоть до остановки). Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной

их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация», существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

1. Оградительные устройства;
2. Устройства автоматического контроля и сигнализации;
3. Изолирующие устройства и покрытия;
4. Устройства защитного заземления и зануления;
5. Устройства автоматического отключения;
6. Устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
7. Устройства дистанционного управления;
8. Предохранительные устройства;
9. Молниеотводы и разрядники;
10. Знаки безопасности.

б) Незащищенные подвижные элементы металлообрабатывающих станков

Подвижными частями оборудования являются:

- подвижные столы и стойки станков;
- вращающиеся шпиндели с закрепленными в них заготовкой или инструментом;

- ходовые винты;

- передачи (ременные, цепные и др.) расположенные вне корпусов станков.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства.

Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной

скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

1. Устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.). Защитные кожуха которые устанавливаются вокруг рабочей зоны.

2. Крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.

3. На наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4. Устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок, поперечен и др. частей.

5. Устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 с. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

6. При установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные

приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом.

7. Контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

4.4. 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.

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

Из возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому следует проводить профилактические мероприятия, а также проводить инструктажи рабочих. В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы. Так же обязаны присутствовать средства пожаротушения. В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

4.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Данный вид производства подразумевает возможное наличие угроз жизни. Таких как: работа в запылённом помещении, работа с подвижными частями механизмов, следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты:

- 1) рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла;
- 2) очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз;
- 3) спец.одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника;
- 4) другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы – если это сборочное место, то оно должно быть

оснащено всем необходимым для сборки инструментом, должно быть удобным, а также освещённым в зависимости от размера собираемой детали; если это место работника-токаря, то рядом должны находиться инструментальные шкафы со всем необходимым инструментом, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света.

Так же обязательно проведение инструктажей по первой помощи и наличие на каждом рабочем месте аптечки со всем необходимым для оказания первой медицинской помощи пострадавшему (если это возможно).

Список использованных источников

- 1 Скворцов В.Ф. «Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей», издательство ТПУ 2009 г.
- 2 Мещеряков Р.К., Абрамов Ю.А. «Справочник технолога-машиностроителя» под редакцией Косиловой А.Г., 2й том, издательство «Машиностроение» 1985 г.
- 3 Ансеров М.А. «Станочные приспособления» 1975 г.
- 4 Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвёртого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
- 5 Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 22 с
- 6 Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.
- 7 Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г.Бойм и др.; Под общ. ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение. 1988.
- 8 Л.М. Винник, В.Д. Клепиков: «Справочник нормировщика-машиностроителя» т.2- 1961 г.
- 9 «Общемашиностроительные нормативы времени»- 1974 г.

Приложение А

Приложение Б