

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2020 г.

Участок механической обработки детали «Вал шлицевой»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2020.186.ПЗ

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности

_____ А.В. Бобылев, доцент
_____ 2020 г.

Строительный раздел
Гордеев Е.Н.

_____ 2020 г.

Руководитель ВКР
А.В. Бобылев, доцент

_____ 2020 г.

Автор ВКР
студент группы
Д.В. Галузин

_____ 2020 г.

Нормоконтролер
И.Н. Миронова

_____ 2020 г.

Златоуст 2020

АННОТАЦИЯ

Галузин Д.В. Участок механической обработки детали «Вал шлицевой» – Златоуст: филиал ЮУрГУ, факультет техники и технологии, ФТТ–401, 86 с., 9 ил., 2 табл., библиогр. список – 12 наим., графическая часть: 4 л. ф. А1, 3 л. ф. А2

Представленная выпускная квалификационная работа посвящена проектированию участка механической обработки детали «Вал шлицевой».

В ходе выполнения разделов работы мною было описано служебное назначение детали, произведен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс обработки данной детали. В работе спроектировано станочное приспособление на фрезерную операцию 040. Данное приспособление обеспечивает точность установки и базирования детали. Разработан чертеж контрольного приспособления, которое позволяет проверить отклонение от симметричности шпоночного паза. Рассчитан специальный инструмент – шлицевая червячная фреза. Разработана планировка участка, на котором оборудование расставлено по ходу выполнения операций, средства пожаротушения на участке. В разделе безопасности жизнедеятельности мною было рассчитано искусственное освещение участка. В экономическом разделе была определена себестоимость изготовления детали.

В графической части работы приведены чертеж детали, чертеж заготовки, размерная схема первой проекции, чертежи станочного и контрольного приспособлений, чертеж червяной шлицевой фрезы и планировка участка.

					15.03.05.2020.186.ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Участок механической обработки детали «Вал шлицевой» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		Галузин						
<i>Провер.</i>		Бобылев					2	
<i>Т. Контр.</i>		Сергеев				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст кафедра ТМСИ		
<i>Н. Контр.</i>		Миронова						
<i>Утверд.</i>		Бобылев						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	8
2.1 Анализ технологичности детали	8
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	8
2.2.1 Исходные данные по детали	8
2.2.2 Исходные данные для расчета	8
2.2.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали	11
2.2.4 Табличный метод.	12
2.2.5 Формирование операций и технологического маршрута изготовления детали	15
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.	18
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали	18
2.3.2 Составление таблицы технологического маршрута	20
2.4 Выводы по второму разделу	30
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	31
3.1 Проектирование станочного приспособления для фрезерование шпоночного паза.....	31
3.1.1 Подготовка исходных данных	31
3.1.2 Назначение режимов резания, определение сил резания.	31
3.1.3 Расчет требуемых сил закрепления.....	35
3.1.4 Расчет приспособления на точность	37
3.1.5 Описание работы устройства.....	38
3.2 Расчёт и проектирование червячной фрезы.	38
3.2.1 Исходные данные.....	38
3.2.2 Расчетные размеры шлицевого вала	38
3.2.3 Радиус и координаты центра заменяющей окружности	40
3.2.4 Расчет остальных размеров профиля фрезы	41
3.3 Проектирование приспособления для проверки отклонения от симметричности шпоночного паза.....	45

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		3

3.3.1	Компоновка приспособления.....	45
3.3.2	Расчет контрольно–измерительного приспособления на точность.....	46
3.4	Выводы по третьему разделу	47
4	СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	48
4.1	Расчет приведенной программы выпуска	48
4.2	Выбор и определение количества оборудования и рабочих по каждой операции.....	49
4.2.1	Расчет по операциям.....	50
4.2.2	Определение состава и количества работающих	59
4.3	Выбор типов и определения количества транспортных средств	62
4.3.1	Расчет подвешного конвейера	62
4.3.2	Выбор и определение потребного количества мостовых кранов	64
4.3.3	Определение потребного количества электротележек	66
4.4	Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей.....	67
4.5	Выбор способа транспортирования стружки	68
4.6	Выводы по четвертому разделу.....	69
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	70
5.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	70
5.2	Проектирование искусственного освещения на участке	72
5.3	Техника безопасности на территории предприятия.....	75
5.4	Выводы по пятому разделу	77
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	78
6.1	Расчет себестоимости изготовления детали.....	78
6.2	Выводы по шестому разделу	81
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	83

ВВЕДЕНИЕ

Современное машиностроение требует ускорения научно–технического прогресса путем широкого внедрения в промышленность передовой техники, прогрессивных технологических процессов и гибких производств. Ключевая роль в материализации новейших достижений науки и техники отводится машиностроению. Ускорение темпов его роста основа научно–технического процесса во всех отраслях народного хозяйства, магистральное направление развития экономики.

Решение этой задачи невозможно без широкого использования высокоавтоматизированного станочного оборудования. Дальнейшее развитие автоматизации производства базируется на применении металлообрабатывающих станков, оснащенных системами числового программного управления (ЧПУ), создание которых стало возможным благодаря достижениям станкостроения, электромашиностроения и других отраслей промышленности.

О возрастающей роли оборудования с программным управлением свидетельствует тот факт, что применение его в промышленности только за последние десятилетия увеличилось в несколько раз. Эффективность станков с ЧПУ объясняется высокой производительностью; повышением производительности труда обслуживающего персонала; сокращением оборотных средств, вкладываемых в незавершенное производство; высвобождением значительной части производственных площадей.

Внедрение станков с ЧПУ для автоматизации технологических процессов механической обработки позволяет обрабатывать с меньшими затратами детали такой же широкой номенклатуры, как и в универсальных станках соответствующих типов. Создание и внедрение станков с ЧПУ положило начало качественно новым процессам механической обработки, которые в дальнейшем будут совершенствоваться и развиваться. Уже сейчас при переходе от станков с ручным управлением к станкам с ЧПУ производительность труда значительно повышается в результате сокращения вспомогательного времени на перестановку

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата					

15.03.05.2020.186.ПЗ

и измерение обрабатываемой детали, оптимизации режимов резания, одно временного использования в работе нескольких режущих инструментов. Ведущее место в росте экономики страны принадлежит отраслям машиностроения, которые обеспечивают материальную основу технического прогресса всех отраслей народного хозяйства. Опережающее развитие машиностроения и металлообработки в условиях растущего дефицита трудовых, энергетических ресурсов и металла предусмотрено с одновременным увеличением выпуска продукции машиностроения не менее чем в 1,4 раза при прогрессивных тенденциях как по увеличению номенклатуры изделий, так и по обновлению ее структуры.

Моральное старение продукции машиностроения зачастую наступает значительно быстрее их физического старения, при этом сроки устойчивого массового или серийного производства изделий сократились, а для постановки на производство новых изделий на каждую тысячу деталей требуется разработать свыше 15 тыс. единиц различной технической документации и изготовить множество различных видов технологического оснащения. Все это требует дальнейшего повышения научно–технического уровня и качества изделий, всестороннего совершенствования технологии методов организации и управления процессами производства.

Целью моего курсового проекта является создание участка механической обработки детали «Вал–шестерня», обеспечивающего наиболее выгодный способ изготовления данного изделия, соблюдая Единую систему конструкторской и технологической документации, государственные и отраслевые стандарты. Разрабатываемый технологический процесс должен отвечать требованиям серийного производства, т.е. изготавливаемые детали должны обладать низкой стоимостью, высокой технологичностью и отвечать всем требованиям, установленным стандартам.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	<i>Лист</i>
						6
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Служебное назначение детали: объектом проектирования технологического процесса является деталь "Вал шлицевой", с годовой программой выпуска 500 шт. Детали типа тел вращения широко распространены в машиностроении.

Вал шлицевой используется для передачи крутящего момента. Обычно они устанавливаются в корпусе редуктора, в качестве опор используются шейки вала, на которые устанавливаются подшипники. Шейки имеют высокую точность.

Функциональным назначением данной детали является передача крутящего момента от шлицевого соединения другому шлицевому соединению.

Таким образом, исполнительными поверхностями данной детали являются шлицы $d-8x36e8x40h10x7f8$ и $d-6x52e8x60h10x14h9$. Основными конструкторскими базами являются шейки $\varnothing45k6$ и $\varnothing45k6$; геометрическая ось которых является основной конструкторской базой, и торцы этих шеек, определяющих положение вала в механизме вдоль оси. Остальные поверхности, в том числе и торцы вала, являются свободными поверхностями. Все поверхности данной детали являются обрабатываемыми. Основной технологической базой для деталей типа валы является поверхность центровых отверстий, получаемых на первых операциях.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали

1) Конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов.

2) Деталь изготавливается из стандартных унифицированных заготовок - Штамповка на ГКМ.

3) Заданные качества соответствуют шероховатости.

4) Мало жесткая деталь (не технологична)

5) Показатели базовой поверхности детали обеспечивают точность установки, обработки и контроля

6) Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых, стандартных технологических процессов для ее изготовления

Таким образом, делаем вывод, что деталь не технологична из-за малой жесткости, для ее обработки будем использовать люнет

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

Заготовку получаем с помощью штамповки на ГКМ, точностью IT 14, Ra 50.

Проектирование поковки детали «Вал шлицевой». по ГОСТ 7505–85

2.2.1 Исходные данные по детали

Материал – сталь 40X (по ГОСТ 2590–2006).

Химический состав: 0,42...0,50% C; 0,17...0,37% Si; 0,5...0,8% Mn; до 0,25% Cr; до 0,25% Ni; до 0,035 P; до 0,04% S; до 0,25% Cu; до 0,08 As; ~97 Fe

Механические свойства $\sigma_T=1325$ МПа, $\sigma_B=1470$ МПа, $\Delta l=7\%$, при 500°C – 14%, 600°C – 19%, 700°C – 24%

Масса детали – 8 кг.

Штамповочное оборудование – ГКМ

Нагрев заготовок индукционный.

2.2.2 Исходные данные для расчета

Масса поковки (расчетная)

ГОСТ 7505–85. Прил. 3, стр. 31

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		8

Расчетный коэффициент массы $K_p=1,6$;

$$m_{\text{поковки}}=8 \times 1,6=12,8 \text{ кг.} \quad (2.1)$$

Класс точности

ГОСТ 7505–85. Прил. 13. Табл. 19. Стр. 28.

Открытый штамп – облойная штамповка.

Назначаем класс точности Т4

Группа стали.

ГОСТ 7505–85. Табл. 1. Стр. 7.

Средняя массовая доля углерода в стали 40Х 0,46% С; суммарная массовая доля легирующих элементов – 2,075% (0,37% Si; 0,8% Mn; 0,25% Cr; 0,25% Ni; 0,035 P; 0,04% S; 0,25% Cu; 0,08 As).

Назначаем группу стали – М2

Степень сложности

ГОСТ 7505–85. Прил. 2. Стр. 29.

Размеры описывающей поковку фигуры (цилиндр), мм:

диаметр $60 \times 1,05=63$:

высота $632 \times 1,05=663,6$ (где 1,05 – коэффициент).

Масса описывающей фигуры (расчетная):

$$G_{\text{Ф}} = S_{\text{кр}} \cdot h \cdot \rho = \pi \cdot D_{\text{max}}^2 \cdot h \cdot \rho / 4 = \left[\frac{\text{мм}^2 \cdot \text{мм} \cdot \text{г}}{\text{см}^3} \right] = \left[\frac{\text{мм}^3 \cdot 0,001 \text{кг}}{1000 \cdot \text{мм}^3} \right] = \quad (2.2)$$
$$= 3,14 \cdot 63^2 \cdot 663,6 \cdot 7,825 \cdot 10^{-6} / 4 = 16,17 \text{ кг}$$

$$G_{\text{П}}:G_{\text{Ф}}=12,8:16,17=0,79 \quad (2.3)$$

Назначаем степень сложности – С1.

Конфигурация поверхности разъема штампа.

ГОСТ 7505–85. Табл. 1. Стр. 7.

Назначаем П (плоскую) конфигурацию поверхности разъема штампа.

Исходный индекс.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ГОСТ 7505–85. Табл. 2. Стр. 10.

Назначаем исходный индекс – 13

Припуски и кузнечные напуски:

Основные припуски на размеры, мм

ГОСТ 7505–85. Табл. 3. Стр. 12-13.

В методичке – табл. П.3, стр.29.

Ø 45 мм и чистота поверхности 25 – 1,5 мм;

Ø 60 мм и чистота поверхности 25 – 1,5 мм;

Ø 45 мм и чистота поверхности 25 – 1,5 мм;

188 мм и чистота поверхности 25 – 1,9;

128 мм и чистота поверхности 25 – 1,7;

286 мм и чистота поверхности 25 – 2,0;

Дополнительные припуски, учитывающие:

а) смещение по поверхности разъема штампа – 0,4 мм

ГОСТ 7505–85. Табл. 4. Стр. 14.

б) отклонение от плоскостности – 1,0 мм

ГОСТ 7505–85. Табл. 5. Стр. 14.

Штамповочный уклон

ГОСТ 7505–85. Табл. 18. Стр. 26.

На наружной поверхности – не более 5° принимается 5°;

На внутренней поверхности – не более 7° принимается 7°.

Размеры поковки (см. чертеж "Вал шлицевой")

Размеры поковки, мм:

Ø 45+(1,5+0,4)·2= 48,8 принимается 49;

Ø 60+(1,5+0,4)·2= 63,8 принимается 64

Ø 45+(1,5+0,4)·2= 48,8 принимается 49;

длина 188+(1,9+1,0) = 190,9 принимается 191;

длина 158+(1,7+1,0) = 160,7 принимается 161;

длина 286+(2,0+1,0) = 289 принимается 289;

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

Радиус закругления наружных углов:

ГОСТ 7505–85. Табл. 7. Стр. 15.

Допускается минимальный радиус закругления наружных углов – 2,0 мм.

Назначаем – 3,0 мм.

Допускаемые отклонения размеров, мм Допустимая величина остаточного облоя

ГОСТ 7505–85. Табл. 8. Стр. 17–19

Диаметры $49_{-0,9}^{+1,6}$; $64_{-0,9}^{+1,6}$; $49_{-0,9}^{+1,6}$;

Длины $191_{-1,1}^{+2,1}$; $161_{-1,0}^{+1,8}$; $289_{-1,2}^{+2,4}$.

Допустимая величина остаточного облоя

ГОСТ 7505–85. по п. 5.8. Табл.10. Стр.28.

Назначаем допускаемую величину остаточного облоя 1,2 мм

Допускаемое смещение по поверхности разъема штампа

ГОСТ 7505–85. Табл. 9. Стр. 28.

Назначаем допускаемое смещение по поверхности разъема штампа 1,0 мм

Допускаемая величина высоты заусенца

ГОСТ 7505–85. по п. 5.10. Стр.21.

Назначаем допустимую величину высоты заусенца 5,0 мм

Не указанные предельные отклонения размеров – по п. 5.5

Неуказанные допуски радиусов закругления:

ГОСТ 7505–85 По п. 5.23.

Допускаемые отклонения от плоскостности.

ГОСТ 7505–85 По п. 5.16.

Назначаем допускаемые отклонения от плоскостности 1,6 мм.

Выполняется чертеж поковки

2.2.3 Разработка последовательности обработки поверхностей детали

На первой операции выполняем подготовку базовых поверхностей:

1. Предварительная обработка левого и правого торца размера 632
2. Выполнение центровых отверстий

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

На последующей операции базируемся по центровым отверстиям и предварительно обрабатываем все наружные поверхности кроме левого Ø45 и Ø40.

На последующей операции базируемся по предварительно обработанному Ø60 и левому торцу размера 127 и обрабатываем:

1. Правый торец размера 85
2. Правый торец размера 103
3. Левый Ø45
4. Левый Ø40
5. Левый торец размера 103
6. Отверстие Ø20 L97.

На последующей операции выполняем промежуточную обработку диаметральных размеров детали с обеспечением линейных размеров, включая обработку резьбы M16.

На последующей операции выполняем обработку шлицевых поверхностей.

На последующей операции выполняем обработку сквозных пазов.

На последующей операции выполняем обработку шпоночного паза.

На последующей операции выполняем сверление отверстий Ø6.

На последней операции выполняем окончательную обработку двух Ø45.

2.2.4 Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали методы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [5].

1) Обработка наружного диаметра $\varnothing 40h9$, IT8, Ra3,2:

– черновое обтачивание IT12, Ra25

– получистовое обтачивание IT11, Ra12,5

– чистовое обтачивание IT8, Ra3,2

2) Обработка наружного диаметра $\varnothing 45k6$, IT6, Ra1,6:

– черновое обтачивание IT12, Ra25

– получистовое обтачивание IT11, Ra12,5

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		12

– чистовое обтачивание IT8, Ra3,2

– тонкое обтачивание IT6, Ra1,6

3) Обработка шлицевой поверхности $\varnothing 60$, $\varnothing 52$

– черновое обтачивание IT12, Ra25

– получистовое обтачивание IT10, Ra12,5

– фрезерование шлицев червячной фрезой IT9, Ra6,3

4) Обработка наружного диаметра $\varnothing 45k6$ (правый), IT6, Ra1,6:

– черновое обтачивание IT12, Ra25

– получистовое обтачивание IT11, Ra12,5

– чистовое обтачивание IT8, Ra3,2

– тонкое обтачивание IT6, Ra1,6

5) Обработка наружного диаметра $\varnothing 40$, IT10, Ra6,3:

– черновое обтачивание IT12, Ra25

– получистовое обтачивание IT11, Ra12,5

– фрезерование шлицев червячной фрезой IT9, Ra6,3

6) Обеспечение линейного размера 632, левый торец Ra25; правый торец

Ra25:

6.1 Обработка левого торца:

– черновое фрезерование IT13, Ra25

6.2 Обработка правого торца:

– черновое фрезерование IT13, Ra25

7) Обеспечение линейного размера 85, левый торец Ra6,3; правый торец

Ra3,2:

7.1 Обработка левого торца:

– черновое торцевое точение IT14, Ra25

– получистовое торцевое точение IT12, Ra12,5

– чистовое торцевое точение IT9, Ra6,3

7.2 Обработка правого торца:

– черновое торцевое точение IT14, Ra25

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

– получистовое торцевое точение IT12, Ra12,5

– чистовое торцевое точение IT9, Ra6,3

– тонкое торцевое точение IT7, Ra3,2

8) Обеспечение линейного размера 127, левый торец Ra12,5; правый торец Ra3,2:

8.1 Обработка левого торца:

– черновое торцевое точение IT14, Ra25

– получистовое торцевое точение IT12, Ra12,5

– чистовое торцевое точение IT9, Ra6,3

– тонкое торцевое точение IT7, Ra3,2

8.2 Обработка правого торца:

– черновое торцевое точение IT14, Ra25

– получистовое торцевое точение IT12, Ra12,5

9) Обработка отверстия $\varnothing 20 \times 97$, Ra25:

– сверление IT12, Ra25

10) Обработка сквозного паза 90×12 , Ra6,3:

– черновое фрезерование IT13, Ra25

– чистовое фрезерование IT9, Ra6,3

11) Обработка шпоночного паза $70 \times 12 \times 5$, Ra6,3:

– черновое фрезерование IT13, Ra25

– чистовое фрезерование IT9, Ra6,3

12) Обработка отверстия $\varnothing 6$, Ra25:

– сверление IT12, Ra25

13) Обработка сквозного паза 42×14 , Ra6,3:

– черновое фрезерование IT13, Ra25

– чистовое фрезерование IT9, Ra6,3

14) Обработка резьбового отверстия M16x46x40, Ra12,5:

– сверление IT12, Ra25

– нарезание резьбы метчиком IT7, Ra12,5

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

15) Обработка отверстия $\varnothing 17 \times 7$, Ra25:

– черновое зенкерование IT12, Ra25

16) Обработка отверстия $\varnothing 6$, Ra3,2:

– сверление IT12, Ra25

– чистовое зенкерование IT10, Ra6,3

– нормальное развёртывание IT9, Ra3,2

2.2.5 Формирование операций и технологического маршрута изготовления детали

Наметив последовательность обработки поверхностей, количество переходов, способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [1,2,4].

00 Заготовительная. Поковка (2171)

05 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX G200* с интегрированным фрезерным шпинделем

– черновое торцевое точение правого торца размера 159, IT14, Ra50

– сверление центрального отверстия на правом торце размера 159

– черновое обтачивание $\varnothing 40$ (правый) IT12, Ra25

– черновое торцевое точение правого торца размера 127, IT14, Ra50

– черновое обтачивание $\varnothing 45$ (правый) IT12, Ra25

– черновое торцевое точение левого торца размера 127, IT14, Ra50

– черновое обтачивание $\varnothing 60$ IT12, Ra25

10 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX G200* с интегрированным фрезерным шпинделем

– черновое торцевое точение левого торца размера 103, IT14, Ra50

– сверление центрального отверстия на левом торце размера 103

– черновое обтачивание $\varnothing 40$ (левый) IT12, Ra25

– черновое торцевое точение левого торца размера 85, IT14, Ra50

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		15

– черновое обтачивание $\varnothing 45$ (левый) IT12, Ra25

– черновое торцевое точение правого торца размера 85, IT14, Ra50

15 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX* G200 с интегрированным фрезерным шпинделем

– получистовое торцевое точение правого торца размера 159, IT12, Ra25

– получистовое обтачивание $\varnothing 40$ (правый) IT10, Ra12,5

– получистовое торцевое точение правого торца размера 127, IT12, Ra25

– получистовое обтачивание $\varnothing 45$ (правый) IT11, Ra12,5

– получистовое торцевое точение левого торца размера 127, IT12, Ra25

– получистовое обтачивание $\varnothing 60$ IT10, Ra12,5

20 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX* G200 с интегрированным фрезерным шпинделем

– получистовое торцевое точение левого торца размера 103, IT12, Ra25

– получистовое обтачивание $\varnothing 40$ (левый) IT11, Ra12,5

– сверление отверстия $\varnothing 20 \times 97$ IT12, Ra25

– получистовое торцевое точение левого торца размера 85, IT12, Ra25

– получистовое обтачивание $\varnothing 45$ (левый) IT11, Ra12,5

– получистовое торцевое точение правого торца размера 85, IT12, Ra25

25 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX* G200 с интегрированным фрезерным шпинделем

– чистовое торцевое точение левого торца размера 103, IT9, Ra12,5

– чистовое обтачивание $\varnothing 40$ (левый) IT8, Ra6,3

– чистовое торцевое точение левого торца размера 85, IT9, Ra12,5

– чистовое обтачивание $\varnothing 45$ (левый) IT8, Ra6,3

– чистовое торцевое точение правого торца размера 85, IT9, Ra12,5

30 Токарная с ЧПУ (4233)

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX G200* с интегрированным фрезерным шпинделем

- получистовое торцевое точение правого торца размера 159, IT9, Ra12,5
- чистовое обтачивание $\varnothing 40$ (правый) IT8, Ra6,3
- чистовое торцевое точение правого торца размера 127, IT9, Ra12,5
- чистовое обтачивание $\varnothing 45$ (правый) IT8, Ra6,3
- чистовое торцевое точение левого торца размера 127, IT9, Ra12,5

35 Токарно-револьверная (4111)

Станок токарно-револьверный мод. 1П365

- сверление отверстия $\varnothing 16 \times 46$ IT12, Ra25
- нарезание резьбы метчиком M16x40 IT7, Ra12,5
- черновое зенкерование отверстия $\varnothing 17 \times 7$ IT12, Ra25
- ещё что-то

40 Шпоночно-фрезерная (4271)

Станок шпоночно-фрезерный вертикальный мод. 692P

- черновое фрезерование шпоночного паза $70 \times 12 \times 5$, IT13, Ra25
- чистовое фрезерование шпоночного паза $70 \times 12 \times 5$, IT9, Ra6,3

45 Сверлильная с ЧПУ (4232)

Вертикально-сверлильный станок 2P135Ф2 с ЧПУ

- сверление двух отверстий $\varnothing 6$ IT12, Ra25

50 Шпоночно-фрезерная (4271)

Станок шпоночно-фрезерный вертикальный мод. 692P

Обработка сквозного паза 90×12 :

- черновое фрезерование IT13, Ra25
- чистовое фрезерование IT9, Ra6,3

55 Шпоночно-фрезерная (4271)

Обработка сквозного паза 42×14 :

- черновое фрезерование IT13, Ra25
- чистовое фрезерование IT9, Ra6,3

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		17

60 Шлицефрезерная (4165)

Станок шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат мод. 5350А

– фрезерование шлицев червячной фрезой в размеры $\varnothing 60$, $\varnothing 52$, IT9, Ra6,3

65 Шлицефрезерная (4165)

Станок шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат мод. 5350А

– фрезерование шлицев червячной фрезой в размеры $\varnothing 40$, $\varnothing 36$, IT9, Ra6,3

70 Токарная с ЧПУ (4233)

Токарно-фрезерный обрабатывающий центр *INDEX G200* с интегрированным фрезерным шпинделем

– тонкое обтачивание $\varnothing 45$ (левый) IT6, Ra1,6

– чистовое торцевое точение правого торца размера 85, IT7, Ra3,2

75 Токарная с ЧПУ (4233)

– тонкое обтачивание $\varnothing 45$ (правый) IT6, Ra1,6

– чистовое торцевое точение левого торца размера 127, IT7, Ra3,2

80 Промывка растворителем (0127)

85 Контрольная (0260)

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.

На данном этапе выполняем размерный анализ разработанного технологического процесса по методике проф. Матвеева В.В.

2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Преобразованный чертеж детали в первой и во второй проекциях приведен на рисунках 2.1 и 2.2

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

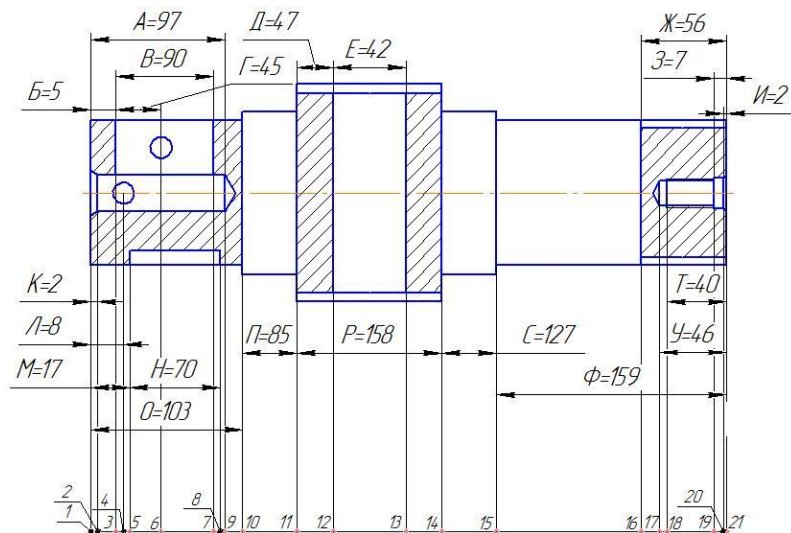


Рисунок 2.1 – Преобразованный чертёж детали в первой проекции

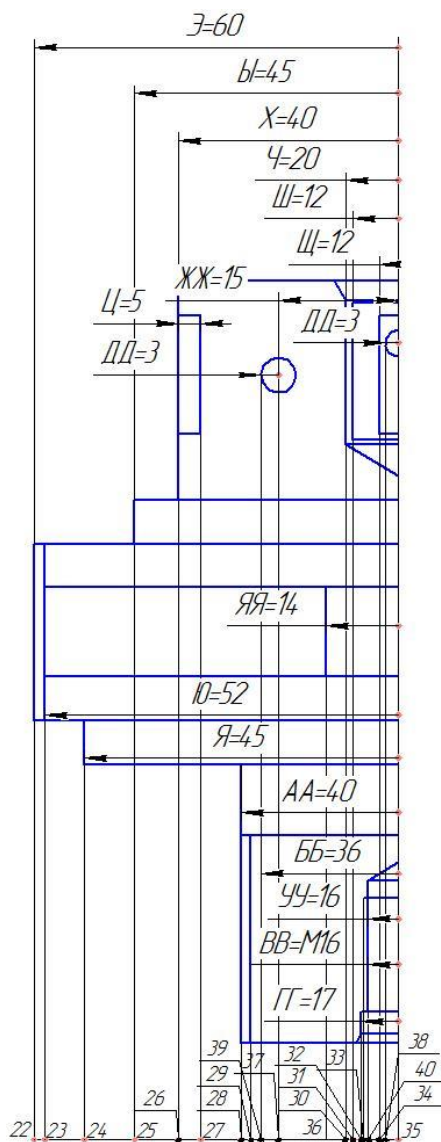


Рисунок 2.2 – Преобразованный чертёж детали во второй проекции

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

19

2.3.2 Составление таблицы технологического маршрута.

На основе сформированных операций составляем таблицу технологического маршрута изготовления детали (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Технологический маршрут изготовления детали

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
00		<p> $T2Ы^0=0,62$ $T2Э^0=0,74$ $T2Я^0=0,62$ $TФФ^0=1,15$ $TP^0=1,0$ $TУУ^0=1,3$ $\perp 1^0,35^0=1,0$ $\textcircled{O} 25^0,35^0=1,0$ $\textcircled{O} 22^0,35^0=1,0$ $\textcircled{O} 24^0,35^0=1,0$ </p>
05		<p> $T2Э^5=0,3$ $T2Я^5=0,25$ $T2АА^5=0,25$ $TP^5=TP_{\text{табл}}^5 + \Delta_1^0 = 1,0 + 1,0 = 2,0$ $TC^5=1,0$ $TФ^5=1,0$ $\perp 21^5,28^5=0,25$ $\textcircled{O} 22^5,35^0=0,6$ $\textcircled{O} 24^5,35^0=0,6$ $\textcircled{O} 28^5,35^0=0,6$ </p>

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
10		$T2Y^{10} = 0,25$ $T2X^{10} = 0,25$ $TP^{10} = 0,87$ $TO^{10} = 0,87$ $TДДД^{10} = TДДД_{табл}^{10} + \Delta_{21}^5 = 1,55 + 0,25 = 1,8$ $\odot 25^{10}, 35^0 = 0,6$ $\odot 26^{10}, 35^0 = 0,6$ $\perp 1^{10}, 26^{10} = 0,25$
15		$TДДД^{15} = TДДД_{табл}^{15} + \Delta_1^{10} = 0,63 + 0,25 = 0,88$ $T2AA^{15} = 0,16$ $T2YA^{15} = 0,16$ $T2Э^{15} = 0,19$ $TP^{15} = 0,4$ $TC^{15} = 0,4$ $TФ^{15} = 0,4$ $\perp 21^{15}, 28^{15} = 0,16$ $\odot 22^{15}, 35^0 = 0,4$ $\odot 24^{15}, 35^0 = 0,4$ $\odot 28^{15}, 35^0 = 0,4$

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
20		$T_{2Y}^{20} = 0,16$ $T_{2X}^{20} = 0,16$ $T_{2Ч}^{20} = 0,13$ $T_{П}^{20} = 0,35$ $T_{O}^{20} = 0,35$ $T_{A}^{20} = 0,35$ $T_{ДДД}^{20} = T_{ДДД}^{20}_{табл} + \Delta_{21}^{15} = 0,63 + 0,16 = 0,79$ $\text{O}30^{20}, 35^0 = 0,4$ $\text{O}25^{20}, 35^0 = 0,4$ $\text{O}26^{20}, 35^0 = 0,4$ $\perp 1^{20}, 26^{20} = 0,16$
25		$T_{ДДД}^{25} = T_{ДДД}^{25}_{табл} + \Delta_1^{20} = 0,155 + 0,16 = 0,315$ $T_{П}^{25} = 0,087$ $T_{O}^{25} = 0,087$ $T_{2Y}^{25} = 0,039$ $T_{2X}^{25} = 0,039$ $\text{O}25^{25}, 35^0 = 0,25$ $\text{O}26^{25}, 35^0 = 0,25$ $\perp 1^{25}, 26^{25} = 0,1$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

22

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
30		$T_{ДД}^{30} = T_{ДД}^{30}_{табл} + \Delta_1^{25} = 0,155 + 0,1 = 0,255$ $T_C^{30} = 0,1$ $T_{2AA}^{30} = 0,039$ $T_{2Я}^{30} = 0,039$ $T_{\Phi}^{30} = 0,1$ $\perp_{21}^{30}, 28^{30} = 0,1$ $\textcircled{24}^{30}, 35^0 = 0,25$ $\textcircled{28}^{30}, 35^0 = 0,25$
35		$T_{ДД}^{35} = T_{ДД}^{35}_{табл} + \Delta_{21}^{30} = 0,155 + 0,1 = 0,255$ $T_{2ГГ}^{35} = 0,18$ $T_{2ВВ}^{35} = 0,018$ $T_{2УУ}^{35} = 0,18$ $T_T^{35} = 0,1$ $T_U^{35} = 0,25$ $T_3^{35} = 0,15$ $T_{И}^{35} = 0,1$ $\textcircled{33}^{35}, 35^0 = 0,06$ $\textcircled{40}^{35}, 35^0 = 0,06$ $\textcircled{32}^{35}, 35^0 = 0,06$ $\perp_{21}^{35}, 36^{35} = 0,01$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

23

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
40 (1п)		$ТМ^{40(1)}=0,27$ $ТН^{40(1)}=0,46$ $ТЦ^{40(1)}=0,27$ $ТЦ^{40(1)}=0,18$
40 (2п)		$ТМ^{40(2)}=0,043$ $ТН^{40(2)}=0,074$ $ТЦ^{40(2)}=0,043$ $ТЦ^{40(2)}=0,018$

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
45		$TL^{45}=0,15$ $TBG^{45}=0,25$ $T2EE^{45}=0,12$ $T2DD^{45}=0,12$ $TJJ^{45}=0,18$
50 (1п)		$TB^{50(1)}=0,18$ $TB^{50(1)}=0,54$ $TШ^{50(1)}=0,27$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
50 (2п)		$ТБ^{50(2)}=0,03$ $ТВ^{50(2)}=0,087$ $ТШ^{50(2)}=0,043$
55 (1п)		$ТД^{55(1)}=0,39$ $ТЕ^{55(1)}=0,39$ $ТЯЯ^{55(1)}=0,27$

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

Продолжение таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
55 (2п)		<p>ТД⁵⁵⁽²⁾=0,062</p> <p>ТЕ⁵⁵⁽²⁾=0,062</p> <p>ТЯЯ⁵⁵⁽²⁾=0,043</p>
60		<p>Т2Ю⁶⁰=0,074</p> <p>Ø23⁶⁰,35⁰=0,01</p>

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

27

Окончание таблицы 2.1

№	Эскиз	Допуски и тех. требования
65		$T_{2ББ}^{65}=0,062$ $T_{Ж}^{65}=0,074$ $\text{O}29^{65},35^0=0,01$
70		$T_{2Я}^{70}=0,016$ $T_{С}^{70}=0,04$ $T_{АУ}^{70}=0,057$ $\text{O}24^{70},35^0=0,01$ $\perp 24^{70},14^{70}=0,01$
75		$T_{2Ы}^{75}=0,016$ $T_{П}^{75}=0,035$ $T_{МР}^{75}=0,063$ $\text{O}25^{75},35^0=0,01$ $\perp 25^{75},10^{75}=0,01$

Размерный анализ первой проекции представлен на чертеже.

Размерная схема второй проекции представлен на рисунке 2.3.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

28

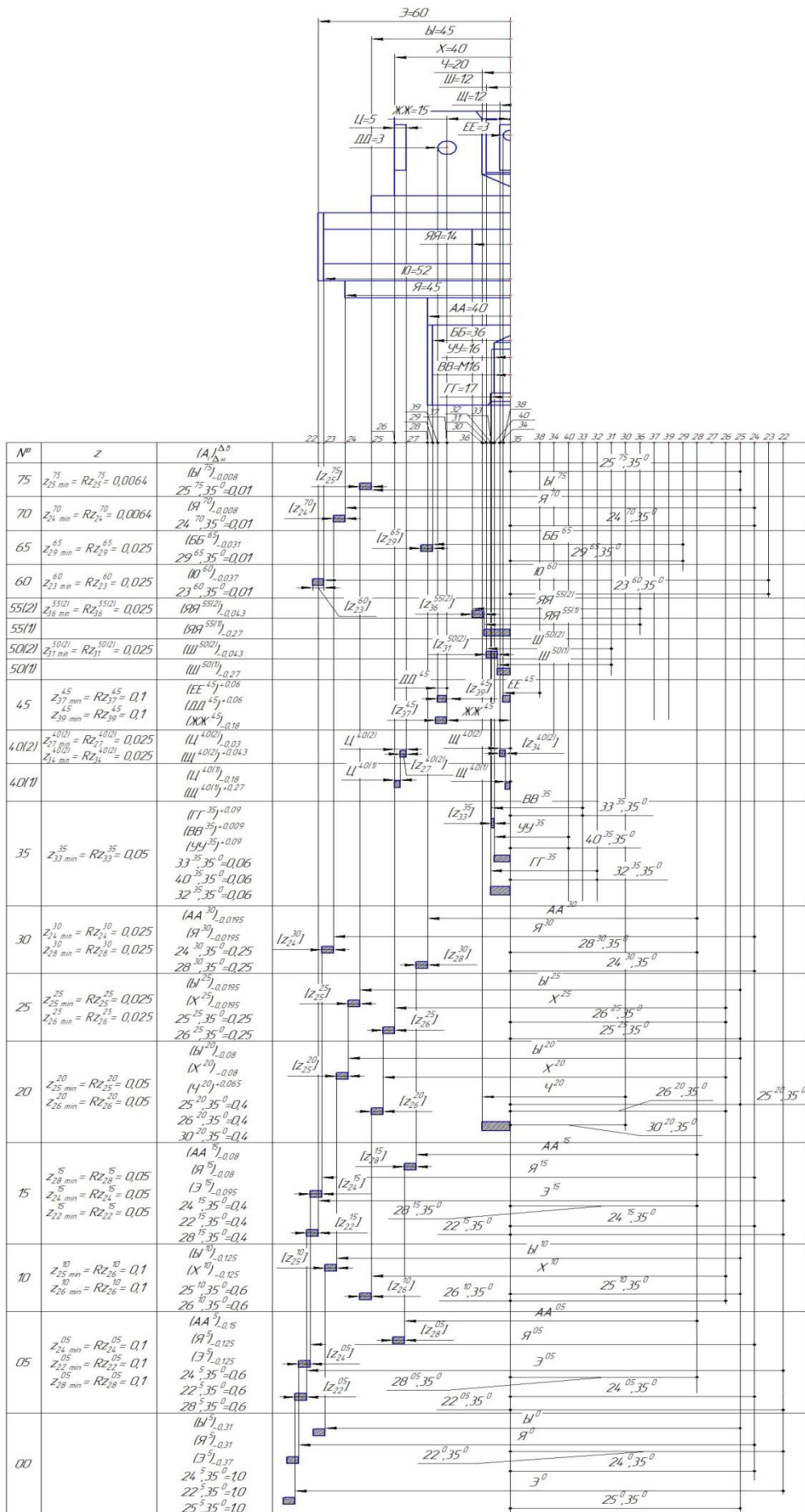


Рисунок 2.3-Размерная схема второй проекции

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

29

2.4 Выводы по второму разделу

В данном разделе произведен анализ технологичности детали, разработан технологический процесс детали и произведен размерный анализ технологического процесса детали, созданы размерные схемы.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование станочного приспособления для фрезерование шпоночного паза

3.1.1 Подготовка исходных данных

Данная деталь "Вал шлицевой" имеет форму цилиндра. Номинальные габаритные размеры $L=632$; $D=60$.

Не плохие технологические свойства детали дают возможность применения высокопроизводительных методов обработки. Размеры и поверхность детали имеют оптимальные степени точности и шероховатости.

Обработка осуществляется на шпоночно–фрезерном станке 692Р.

При фрезеровании должны быть выдержаны три размера 12f9, 70, 5 и обеспечена симметричность и параллельность паза к оси детали. Обработка выполняется концевой фрезой диаметром 12 мм из Р6М5 с числом зубьев $Z = 2$ (ГОСТ 9140–78), стойкость инструмента $T=60$ мин., при следующих режимах резания: $t = 5$ мм, $S = 0,024$ мм/зуб, $n = 1000$ об/мин. Тип производства – мелкосерийный, при годовой программе выпуска 500 шт.

Как видно из эскиза ко времени выполнения фрезерной операции деталь имеет все габаритные размеры. Таким образом, нет необходимости специально подготавливать базовые поверхности при установке и закреплении детали в разрабатываемом приспособлении. Тогда в качестве базовых поверхностей используем диаметры 45к6, а так же впадину шлицевой поверхности.

3.1.2 Назначение режимов резания, определение сил резания.

Определение расчетной скорости резания

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S^y \times B^u \times Z^p} \times K_v, \quad (3.1)$$

где Z – число зубьев фрезы;

C_v – коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы;

T – стойкость инструмента, мин ;

S – подача на зуб, мм/зуб;

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		31

B – ширина фрезерования, мм;

q, y, x, u, m, p – показатели степени;

t – глубина резания, мм;

K_V – общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки.

$$V = \frac{12 \times 12^{0,3}}{60^{0,26} \times 10 \times 0,024^{0,25} \times 12^0 \times 2^0} \times 0,77 = \frac{25,29}{2,02} \times 0,77 = 9,64 \text{ мм/мин}$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_V = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{pv}, \quad (3.2)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий инструментальный материал;

K_{pv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя заготовки.

$$K_V = 0,77 \times 1 \times 1 = 0,77$$

Определение расчетной частоты вращения шпинделя станка

$$n_p = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \quad (3.3)$$

где V – скорость резания, мм/мин;

D – наружный диаметр фрезы, мм.

$$n_p = \frac{1000 \times 9,64}{3,14 \times 12} = \frac{9640}{37,6} = 256,38 \text{ об/мин}$$

Фактическая частота вращения шпинделя n_ϕ определяется по паспортным данным станка и равна 315 об/мин

Определение фактической скорости резания

$$V_\phi = \frac{\pi \times D \times n_\phi}{1000}, \quad (3.4)$$

где D – наружный диаметр фрезы, мм;

n_ϕ – фактическая частота вращения шпинделя, об/мин.

$$V_\phi = \frac{3,14 \times 12 \times 315}{1000} = 11,86 \text{ мм/мин}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

Определение минутной подачи

$$S_m = S \times Z \times n_\phi, \quad (3.5)$$

где S – подача на зуб, мм/зуб;

Z – число зубьев фрезы;

n_ϕ – фактическая частота вращения шпинделя, об/мин.

$$S_m = 0,024 \times 2 \times 315 = 15,12 \text{ мм/мин}$$

Определение фактической подачи на зуб

$$S_\phi = \frac{S_m}{Z \times n_\phi}, \quad (3.6)$$

где Z – число зубьев фрезы;

S_m – минутная подача, мм/мин;

n_ϕ – фактическая частота вращения шпинделя, об/мин.

$$S_\phi = \frac{15,12}{2 \times 315} = 0,024 \text{ мм/зуб}$$

Определение силы резания при фрезеровании шпоночного паза, представлена на рисунке 3.1.

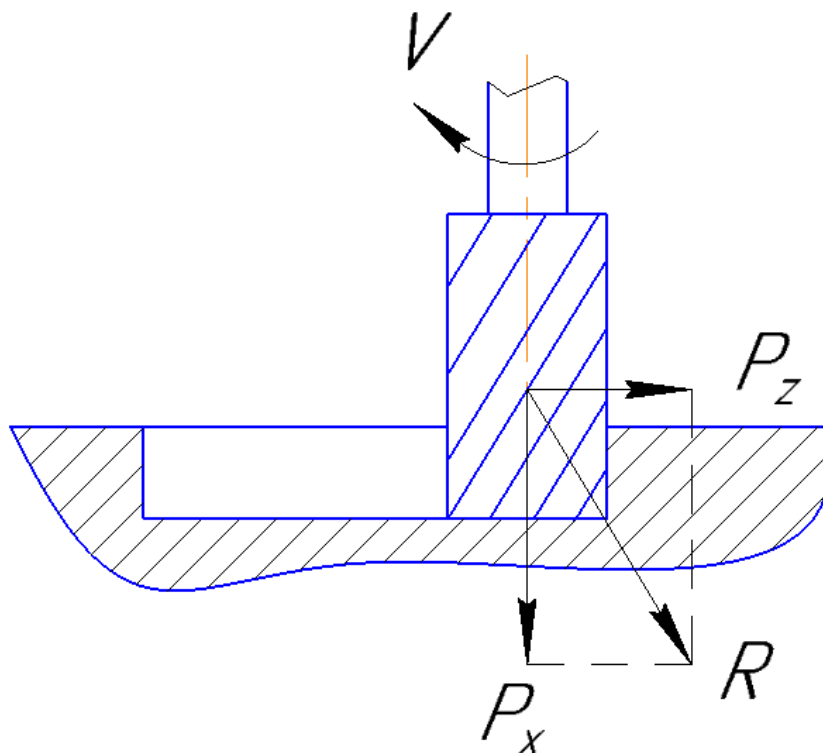


Рисунок 3.1 – Схема резания на рассматриваемой операции

где P_z – вертикальная составляющая силы резания, направленная перпендикулярно к оси вращения фрезы;

P_x – осевая составляющая силы резания, действующая в направлении оси фрезы;

R – результирующая сила сопротивлению перемещения

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_{\phi}^y \times B^u \times Z}{D^q \times n_{\phi}^w} \times K_p, \quad (3.7)$$

где C_p – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и другие условия;

Z – число зубьев фрезы;

t – глубина резания, мм;

S – подача на зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования, мм;

q, y, x, u, m, p – показатели степени;

D – наружный диаметр фрезы, мм;

n_{ϕ} – фактическая частота вращения шпинделя, об/мин;

K_p – общий поправочный коэффициент.

$$P_z = \frac{10 \times 68,2 \times 5^{0,86} \times 0,024^{0,72} \times 12^1 \times 2}{12^{0,86} \times 315^{0,25}} \times 1 = \frac{4455,15}{35,7} = 125 \text{ Н}$$

Общий поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \times K_{vp} \times K_{\gamma p}, \quad (3.8)$$

где K_{mp} - коэффициент, учитывающий свойства материала обрабатываемой заготовки; K_{vp} - коэффициент, учитывающий скорость резания; $K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий величину переднего угла

$$K_p = 1 \times 1 \times 1 = 1$$

Определение мощности, затрачиваемой на резание

$$N_p = \frac{P_z \times V_{\phi}}{1020 \times 60}, \quad (3.9)$$

где P_z – сила резания, Н; V_{ϕ} – фактическая скорость резания, мм/мин.

$$N_p = \frac{125 \times 11,86}{1020 \times 60} = \frac{1482,8}{61200} = 0,025 \text{ кВт}$$

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

15.03.05.2020.186.ПЗ

Проверяется условие возможности обработки

Необходимо, чтобы

$$N_P \leq N_{ст}, \quad (10) \quad (3.10)$$

$$N_{ст} = N_d \times \eta, \quad (11) \quad (3.11)$$

$$N_{ст} = 7,8 \times 0,8 = 6 \text{ кВт},$$

$$0,025 \text{ кВт} \leq 6 \text{ кВт}.$$

3.1.3 Расчет требуемых сил закрепления

Расчет требуемой силы закрепления заготовки необходим для того чтобы определить такое значение силы закрепления, которое гарантированно обеспечит неподвижность в процессе обработки под действием сил резания.

В соответствии с исходными данными обработка выполняется концевой фрезой, схема резания для которого представлена на рисунке 1.

Из анализа схемы резания и схемы установки можно определить, что заготовка при обработке может сместиться в следующих направлениях:

- провернуться вокруг своей оси;
- оторваться от установочных элементов при опрокидывании под действием силы резания;
- сместиться в установочной плоскости

Для предотвращения этих смещений заготовку необходимо закрепить, приложив силу, величину которой требуется рассчитать.

При вычислении силы зажима W для обеспечения надёжного закрепления вводится коэффициент запаса K , который учитывает нестабильность силовых воздействий на заготовку.

Расчет зажимного усилия

$$W = \frac{2 \times K \times M_k}{\left(f_1 + \frac{f_2}{\sin \frac{\alpha}{2}}\right) \times d}, \quad (3.12)$$

где K – коэффициент надёжности закрепления;

$f_1 = 0,2$ – коэффициент трения между заготовкой и зажимом;

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

$f_2 = 0,10$ – коэффициент трения между заготовкой и установочными элементами;

M_k – крутящий момент, Н·мм;

d – диаметр фрезы, мм.

$$w = \frac{2 \times 2,55 \times 1500}{\left(0,2 + \frac{0,10}{0,7}\right) \times 12} = 1860 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_k = P_z \times r, \quad (3.13)$$

где P_z – сила резания, Н

r – радиус фрезы, мм.

$$M_k = 125 \times 12 = 1500 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

Коэффициент надежности закрепления

(3.14)

где $K_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемой поверхности заготовки;

$K_2 = 1,2$ - коэффициент, учитывающий увеличения сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий изменение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий непостоянство зажимного усилия;

$K_5 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий удобство расположения рукояток у ручных зажимов;

$K_6 = 1,0$ - коэффициент, учитывающий определенность расположения опорных точек при смещении заготовки моментом сил.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,7 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,55$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		36

3.1.4 Расчет приспособления на точность

Приспособление устанавливается на стол станка и выверяется по техническим требованиям:

- отклонение от параллельности оси контрольного валика, установленного в призму, относительно поверхности стола станка не более 0,005 мм;

- отклонение от перпендикулярности оси контрольного валика, установленного в призму, относительно поверхности направляющей шпонки 0,01 мм.

$$\delta_{\Sigma} = K \times \sqrt{\delta_c^2 + \delta_{пр}^2 + \delta_{оп}^2 + \delta_{биб}^2 + \delta_3^2 + \delta_{и}^2 + \delta_{ри}^2 + \delta_d^2 + \delta_{из}^2}, \quad (3.15)$$

где $K = 1,2$ – коэффициент зависящий от случайных погрешностей;

$\delta_c = 0$ – погрешность станка в ненагруженном состоянии вызываемая погрешностями изготовления и сборки, мм;

$\delta_{пр} = 0,005$ – погрешность расположения на станке посадочных поверхностей, мм; $\delta_{оп} = 0,01$ – погрешность расположения опорных поверхностей относительно посадочных поверхностей приспособления, мм;

$\delta_{биб}$ – погрешность базирования заготовки в приспособлении, мм;

$\delta_3 = 0$ – погрешность вызываемая закреплением заготовки, мм;

$\delta_{и} = 0$ – погрешность изготовления инструмента, мм;

$\delta_{ри} = 0$ – погрешность расположения инструмента на станке, мм;

$\delta_d = 0$ – погрешность вызываемая деформацией при обработке, под действием сил резания, мм;

$\delta_{из} = 0$ – погрешность вызываемая износом инструмента, мм.

Погрешность базирования заготовки

$$\delta_{биб} = \frac{ITd1}{2}, \quad (3.16)$$

где $d1 = 0,075$ - допуск на размер, мм.

$$\delta_{биб} = \frac{0,075}{2} = 0,0375,$$

$$\delta_{\Sigma} = 1,2 \times \sqrt{0,0375^2 + 0,005^2 + 0,01^2} = 0,047 \text{ мм}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

Необходимо соблюдение условия на точность

$$\delta_{\Sigma} = a, \quad (3.17)$$

Где $a = 0,072$ – допуск на симметричность паза, мм

$$0,072 \geq 0,047$$

Условие выполняется.

3.1.5 Описание работы устройства

Деталь устанавливается на призмы 1 и 3 и упирается левым торцом в упор 5, зажимается рычажным зажимом 8 под действием пневмоцилиндра 7. Зажим может регулироваться двумя гайками 14 и пружиной 12.

3.2 Расчёт и проектирование червячной фрезы.

Порядок расчета червячной шлицевой фрезы следующий.

3.2.1 Исходные данные

Спроектировать червячную фрезу для нарезания шлицев на шлицевом валу $D - 8 \times 36e8 \times 40h10 \times 7f8$. Фаска $C = 0,5 \times 45^\circ$.

Определим размеры шлицевого вала

а) число шлицев $n = 8$;

б) наружный диаметр $D = 40h10 = 40^{+0.1}$;

в) малый диаметр $d = 36e8 = 36^{-0.050}_{-0.089}$;

г) ширину шлица $b = 7f8 = 7^{-0.013}_{-0.035}$;

д) центрирование по малому диаметру d .

3.2.2 Расчетные размеры шлицевого вала

Расчетный наружный диаметр:

$$D_p = D_{\max} - 2 \cdot C \quad (3.18)$$

где D_{\max} – наибольший предельный размер наружного диаметра, мм; C – размер фаски, мм.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$D_p = 40,1 - 2 \cdot 0,5 = 39,1$$

Расчетный малый диаметр:

$$d_p = d_{\min} + 0,25Td, \quad (3.19)$$

где d_{\min} – наименьший предельный размер малого диаметра, мм; Td – допуск на изготовление малого диаметра, мм.

$$d_p = 35,911 + 0,25 \cdot 0,139 = 35,94575$$

Расчетная ширина шлица:

$$b_p = b_{\min} + 0,25Tb, \quad (3.20)$$

где b_{\min} – наименьший предельный размер (ширина) шлица, мм; Tb – допуск на ширину шлица, мм.

$$b_p = 6,965 + 0,25 \cdot (-0,048) = 6,977$$

Диаметр начальной окружности

$$D_n = \sqrt{D_p^2 - 0,75b_p^2} \quad (3.21)$$

$$D_n = \sqrt{39,1^2 - 0,75 \cdot 6,977^2} = 38,63$$

Радиус начальной окружности:

$$R_n = \frac{D_n}{2} \quad (3.22)$$

$$R_n = \frac{38,63}{2} = 19,315$$

Синус угла профиля шлица:

$$\sin \gamma = \frac{b_p}{D_n} \quad (3.23)$$

$$\sin \gamma = \frac{6,977}{38,63} = 0,1806$$

Угол профиля шлица:

$$\gamma = \arcsin \frac{b}{D_n} \quad (3.24)$$

$$\gamma = \arcsin 0,1806 = 10,404$$

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата						

3.2.3 Радиус и координаты центра заменяющей окружности

Высота профиля фрезы (расчетная высота шлица):

$$h = \frac{D_n - d_p}{2} \quad (3.25)$$

$$h = \frac{38,63 - 35,945}{2} = 1,3425$$

Ординаты точек A_1 и A_2 :

$$Y_1 = 0,45h, \quad (3.26)$$

$$Y_2 = 0,9h. \quad (3.27)$$

$$Y_1 = 0,45 \cdot 1,3425 = 0,604,$$

$$Y_2 = 0,9 \cdot 1,3425 = 1,208.$$

Углы поворота заготовки вала φ_1 и φ_2 в радианах при соответствующих ординатах Y_1 и Y_2 :

$$\sin(\gamma + \varphi_1) = \frac{\sin \gamma}{2} + \sqrt{\frac{\sin^2 \gamma}{4} + \frac{Y_1}{R_n}}, \quad (3.28)$$

$$\sin(\gamma + \varphi_2) = \frac{\sin \gamma}{2} + \sqrt{\frac{\sin^2 \gamma}{4} + \frac{Y_2}{R_n}}, \quad (3.29)$$

$$\varphi_1 = \arcsin[\sin(\gamma + \varphi_1)] - \gamma, \text{ рад}, \quad (3.30)$$

$$\varphi_2 = \arcsin[\sin(\gamma + \varphi_2)] - \gamma, \text{ рад}. \quad (3.31)$$

$$\sin(\gamma + \varphi_1) = \frac{\sin 10,404}{2} + \sqrt{\frac{\sin^2 10,404}{4} + \frac{0,604}{19,315}} = 0,367,$$

$$\sin(\gamma + \varphi_2) = \frac{\sin 10,404}{2} + \sqrt{\frac{\sin^2 10,404}{4} + \frac{1,208}{19,315}} = 0,418,$$

$$\varphi_1 = \arcsin[0,367] - 0,1806 = 0,366, \text{ рад},$$

$$\varphi_2 = \arcsin[0,418] - 0,1806 = 0,419, \text{ рад}$$

Абсциссы точек A_1 и A_2 :

$$X_1 = \{ \varphi_1 - [\sin(\gamma + \varphi_1) - \sin \gamma] \cos(\gamma + \varphi_1) \} R_n, \quad (3.32)$$

$$X_2 = \{\varphi_2 - [\sin(\gamma + \varphi_2) - \sin \gamma] \cos(\gamma + \varphi_2)\} R_H. \quad (3.33)$$

$$X_1 = \{0,366 - [0,367 - \sin 10,404] \cos 21,53\} 19,315 = 3,719$$

$$X_2 = \{0,419 - [0,418 - \sin 10,404] \cos 24,7\} 19,315 = 3,927$$

Абсцисса центра заменяющей окружности:

$$X_0 = \frac{(X_2^2 + Y_2^2) \cdot Y_1 - (X_1^2 + Y_1^2) \cdot Y_2}{2 \cdot (X_2 \cdot Y_1 - X_1 \cdot Y_2)} \quad (3.34)$$

$$X_0 = \frac{(3,927^2 + 1,208^2) \cdot 0,604 - (3,719^2 + 0,604^2) \cdot 1,208}{2 \cdot (3,927 \cdot 0,604 - 3,719 \cdot 1,208)} = 1,639$$

Ордината центра заменяющей окружности:

$$Y_0 = \frac{(X_2^2 + Y_2^2) \cdot X_1 - (X_1^2 + Y_1^2) \cdot X_2}{2 \cdot (X_1 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1)} \quad (3.35)$$

$$Y_0 = \frac{(3,927^2 + 1,208^2) \cdot 3,719 - (3,719^2 + 0,604^2) \cdot 3,927}{2 \cdot (3,719 \cdot 1,208 - 3,927 \cdot 0,604)} = 1,658$$

Радиус центра заменяющей окружности:

$$r_0 = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} \quad (3.36)$$

$$r_0 = \sqrt{1,639^2 + 1,658^2} = 2,33$$

3.2.4 Расчет остальных размеров профиля фрезы

Шаг витков по нормали (равен шагу шлицев вала по начальной окружности) вычисляется по формуле

$$P = \frac{\pi D_H}{n}, \quad (3.37)$$

где n – число шлицев.

$$P = \frac{3,14 \cdot 38,63}{8} = 15,17$$

Толщина зуба фрезы по начальной прямой (равна ширине впадины между шлицами вала по начальной окружности):

$$S = D_H \left(\frac{\pi}{n} - \gamma \right) \quad (3.38)$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

при этом γ – в радианах.

$$S = 38,63 \cdot \left(\frac{3,14}{8} - 0,1806 \right) = 8,1934$$

Высота кривого участка профиля (без учета высоты усиков):

$$h_1 = \frac{D_p - d_p}{2}. \quad (3.39)$$

$$h_1 = \frac{39,1 - 35,945}{2} = 1,5775.$$

Общая высота профиля:

$$h_0 = h_1 + C + (1,5 \div 3); \quad (3.40)$$

$$h_0 = 1,5775 + 0,5 + (1,5 \div 3) = 5,0775 \text{ мм};$$

Принимаем: 5 мм

$$\cos \alpha_k = \frac{d_p \cos \gamma_k}{D_H}; \quad (3.41)$$

$$\alpha_k = \arccos \frac{d_p \cos \gamma_k}{D_H}; \quad (3.42)$$

где $\gamma_k = \arcsin \frac{b_p}{d_p}$ – угол профиля шлица у его основания.

$$\cos \alpha_k = \frac{35,945 \cdot \cos 11,186}{38,63} = 0,913;$$

$$\alpha_k = \arccos 0,913 = 24,07;$$

Ширина канавки по дну впадины:

$$V = P - S - 2C, \quad (3.43)$$

$$V = 15,17 - 8,1934 - 2 \cdot 0,5 = 5,9766$$

Принимаем $V = 6$.

Угол фаски у основания профиля зуба выполняется 35° для фаски на валике с углом 45° с учетом обкатки.

3.2.5. Определение остальных размеров фрезы

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$K = \frac{\pi \cdot 85}{14} \operatorname{tg} 10 = 2,76$$

Принимаем $K = 3$

Величина дополнительного затылования (нешлифованной части зуба)

$$K_1 = (1,3 \div 1,5) K \quad (3.49)$$

$$K_1 = (1,3 \div 1,5) \cdot 3 = 5$$

Длина шлифованной части зуба:

$$C_{\text{ш}} = P_{\text{окр}} / 3, \quad (3.50)$$

где $P_{\text{окр}} = \frac{\pi D_{\text{ЕИ}}}{Z}$ – окружной шаг зубьев, мм.

$$C_{\text{ш}} = 19,074 / 3 = 6,36$$

Угол профиля стружечной канавки $\delta = 25^\circ$.

Радиус дна стружечной канавки определяется конструктивно в пределах (2 ÷ 3) мм в зависимости от диаметра фрезы:

$$r = 2 \text{ мм}$$

Глубина стружечной канавки (полная высота зуба):

$$H = h_0 + \frac{K + K_1}{2} + r. \quad (3.51)$$

$$H = 5 + \frac{3 + 5}{2} + 2 = 11 \text{ мм}$$

Принимаем $H = 11$ мм.

Средний расчетный диаметр:

$$D_{\text{ср}} = D_{\text{ЕИ}} - 2(h + h_y) - 0,25 K. \quad (3.52)$$

Для фрезы без усиков $h_y = 0$.

$$D_{\text{ср}} = 85 - 2 \cdot 1,3425 - 0,25 \cdot 3 = 81,56 \text{ мм.}$$

Угол подъема витков профиля τ на среднем расчетном диаметре:

$$\tau = \arcsin \frac{P}{\pi \cdot D_{\text{ср}}}. \quad (3.53)$$

$$\tau = \arcsin \frac{15,17}{3,14 \cdot 81,56} = 3,4$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

Шаг витков по оси фрезы:

$$P_o = \frac{P}{\cos \tau} \quad (3.54)$$

$$P_o = \frac{15,17}{\cos 3,4} = 15,197$$

Шаг винтовых стружечных канавок:

$$T = P_o \operatorname{ctg}^2 \tau \quad (3.55)$$

$$T = 15,19 \cdot \operatorname{ctg}^2 3,4 = 4302,55 .$$

Принимаем $T = 4302$ мм

Угол наклона винтовых стружечных канавок ω (на среднем расчетном диаметре):

$$\omega = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{P_o}{T}} \quad (3.56)$$

$$\omega = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{15,19}{4302}} = 3,4 .$$

Размеры шпоночного паза $b_{ш}$ и $t_{ш}$ устанавливаются по «Справочнику конструктора–машиностроителя» В.И. Анурьева. Предельные отклонения на ширину паза назначаются по Н7.

Выбираем шпоночный паз

Остальные размеры фрезы (фаски, радиусы) определяются конструктивно.

3.3 Проектирование приспособления для проверки отклонения от симметричности шпоночного паза.

3.3.1 Компоновка приспособления

Контрольно-измерительное приспособление состоит из: стойки для закрепления вала в вертикальном положении 8, в который установлены два жестких центра Морзе 15 (один – с рычагом 4, другой закреплен жестко винтами 12). На верхнем центре расположена пружина 14 и установлен шпиндель 6, обеспечивающие перемещение (сжатие-расжатие детали) рычагом 4 при перемещении вверх-вниз.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		45

Принцип работы: для проверки отклонения от симметричности шпоночного паза деталь «Вал шлицевой», устанавливают в центра (жесткие). Поджатие детали осуществляется с помощью пружины 14 и вставки 5 с помощью рычага 7. Вращение заготовки осуществляется вручную.

3.3.2 Расчет контрольно–измерительного приспособления на точность.

Погрешностью измерения контрольного устройства является разница между показаниями контрольного приспособления и действительными значениями контролируемой величины.

$$[\varepsilon_{изм}] \geq \kappa \cdot T \quad (3.57)$$

где $\varepsilon_{изм}$ – допустимая погрешность контрольного приспособления;

κ – поправочный коэффициент, зависящий от точности контролируемой поверхности, $\kappa = 1$;

T – допуск на контролируемую величину

Общая погрешность измерения определяется по формуле:

$$\varepsilon_{изм} = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{пр}^2 + \varepsilon_{инд}^2} \quad (3.58)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования. Поскольку измерительная и технологическая база совпадают, $\varepsilon_{\delta} = 0$,

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мкм.

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\varepsilon_{пр1}^2 + \varepsilon_{пр2}^2} \quad (3.59)$$

где $\varepsilon_{пр1}$ – погрешность приспособления, вызванная смещением оси центров, мкм.

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность приспособления, мкм.

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{25 + 121} = 12 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{инд}$ – погрешность измерительного прибора

Индикатор 2–ИГ имеет погрешность:

$$\varepsilon_{ин} = 2,4 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_{изм} = \sqrt{12^2 + 2,4^2} = 12 \text{ мкм}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

Проверим выполнение вышеуказанного условия:

$$16 \geq 1 \cdot 12$$

Таким образом, условие выполняется.

3.4 Выводы по третьему разделу

В данном разделе было спроектировано станочное приспособление для фрезерования шпоночного паза, рассчитана и спроектирована шлицевая червячная фреза и спроектировано приспособление для проверки отклонения от симметричности шпоночного паза.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Расчет приведенной программы выпуска

Формула расчета приведенной программы выпуска

$$N_{\text{прив}} = N * K_0 , \quad (4.1)$$

где K_0 - коэффициент приведения, определяемый по формуле:

$$K_0 = K_1 * K_2 * K_3 , \quad (4.2)$$

где K_1, K_2, K_3 – коэффициенты приведения соответственно по массе, качеству, шероховатости, рассчитываются как:

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{M_x}{M}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{9}{8}\right)^2} = 1.05 \quad (4.3)$$

$$K_2 = \left(\frac{N_x}{N}\right)^{0.15} = \left(\frac{490}{500}\right)^{0.15} = 0.99 \quad (4.4)$$

$$K_3 = (K_T)^2 = 1,1 \text{ (т. к. средний квалитет 8 – ой)} \quad (4.5)$$

где M_x – масса детали-представителя, кг;

M – масса каждой детали из группы, кг;

N_x – программа выпуска детали-представителя;

N – программа выпуска детали из группы;

$$K_0 = 1,05 * 0,99 * 1,1 = 1,1$$

$$N_{\text{прив}} = 500 * 1,1 = 550$$

4.2 Выбор и определение количества оборудования и рабочих по каждой операции

Поточные методы работы в основном характерны для условий массового и крупносерийного производства в машиностроении. Расчет количества технологического оборудования в данном случае производится по точной программе и предусматривает разработку подробного технологического процесса обработки деталей с техническим нормированием каждой операции.

Расчет числа станков, необходимых для выполнения каждой операции, определяют по формуле

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau} \quad (4.6)$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин

$$t_{шт} = (t_m + t_{всп}) \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right) \quad (4.7)$$

t_m – машинное время выполнения операции, мин;

$t_{всп}$ – вспомогательное время выполнения операции, не перекрываемое машинным временем, мин;

$\alpha = 6...10\%$ – процент потерь времени на обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы в работе;

$\tau = \Phi_{эф} \cdot 60/N$ – такт выпуска деталей, мин;

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч (табл.

1.1). Принимаем (масса станка МР76М=8200 кг, режим работы двухсменный):
3900 ч ;

N – годовая программа выпуска, шт.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4.2.1 Расчет по операциям

Для операции 05

Так как в операции 05 и всех последующих далее, присутствует несколько видов обработки, машинное время будет представлять собой сумму всего времени обработки на операцию.

Принимаем: $t_m = 1,1$ мин., $t_{всп} = 0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N = 500$ шт

$$t_{шт(05)} = (1,1 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 1,605 \text{ мин.}$$

$$\tau_{05} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{1,605}{425,5} = 0,00377 \text{ шт}$$

Далее определяется количество станков на данной операции с учетом коэффициента использования оборудования $K_{и}$ (принимаем $K_{и} = 0,85$), учитывающего наложенные потери времени (остановка смежного оборудования, отсутствие заготовок и т.п.):

$$C_p = \frac{C'_p}{K_{и}} \quad (4.8)$$

$$C_p = \frac{0,00377}{0,85} = 0,00443 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Полученное значение C_p округляют до ближайшего большего числа, получая при этом принятое число станков C_n для данной операции.

После этого определяют коэффициент загрузки станков на данной операции, который равен

$$K_з = \frac{C_p}{C_n} \quad (4.9)$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

$$K_3 = \frac{0,00443}{1} = 0,00443$$

Так как расчетное значение K_3 меньше рекомендуемых, то принимаем $K_3 = 1, K_{и} = 1$.

Допустимые значения коэффициентов загрузки и использования оборудования

Расчет для остальных операций выполняем аналогично.

Для операции 10

Принимаем: $t_m=2,2$ мин., $t_{всп}=0,5$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(10)} = (2,2 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,889 \text{ мин.}$$

$$\tau_{10} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_{p(10)} = \frac{2,889}{425,5} = 0,00678 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(10)} = \frac{0,00678}{0,85} = 0,008 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(10)} = \frac{0,008}{1} = 0,008$$

Так как расчетное значение K_3 меньше рекомендуемых, то принимаем $K_3 = 1, K_{и} = 1$.

Для операции 15

Принимаем: $t_m=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		51

$$t_{шт(15)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{15} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(15)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(15)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

Для операции 20

Принимаем: $t_m=2,2$ мин., $t_{всп}=0,5$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(20)} = (2,2 + 0,5) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,889 \text{ мин.}$$

$$\tau_{20} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_{p(20)} = \frac{2,889}{425,5} = 0,00678 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(20)} = \frac{0,00678}{0,85} = 0,008 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		52

Коэффициент загрузки

$$K_{з(20)} = \frac{0,008}{1} = 0,008$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

Для операции 25

Используемое оборудование: токарно-револьверный станок 1А425

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч (табл.

1.1). Принимаем (масса станка 1А425=4900 кг, режим работы двухсменный): 3900

ч

Принимаем: $t_{м}=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(25)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{25} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(25)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(25)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

Для операции 30

Принимаем: $t_m=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(30)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{30} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(30)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(30)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

Для операции 35

Принимаем: $t_m=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(35)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{35} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

$$C_{p(35)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт.}$$

Принимаем $C_n = 1$ шт

Коэффициент загрузки

$$K_{з(35)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_n = 1$.

Для операции 40

Принимаем: $t_m=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(40)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{40} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_n = 0,85$

$$C_{p(40)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(40)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_n = 1$.

Для операции 45

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		55

Машинное время увеличивается вдвое, т.к. на данной операции осуществляется черновая и чистовая обработка

Принимаем: $t_m=3,6$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(45)} = (3,6 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 4,28 \text{ мин.}$$

$$\tau_{45} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{4,28}{425,5} = 0,01 \text{ шт}$$

Принимаем $K_n = 0,85$

$$C_{p(45)} = \frac{0,01}{0,85} = 0,0118 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(45)} = \frac{0,0118}{1} = 0,0118$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_n = 1$.

Для операции 50

Машинное время увеличивается в 4 раза, т.к. на данной операции осуществляется черновая и чистовая обработка каждого из двух пазов

Принимаем: $t_m=7,2$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(50)} = (7,2 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 8,132 \text{ мин.}$$

$$\tau_{50} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		56

$$C'_p = \frac{8,132}{425,5} = 0,0191 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(50)} = \frac{0,0191}{0,85} = 0,0225 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(50)} = \frac{0,0225}{1} = 0,0225$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

Для операции 55

Принимаем: $t_m = 2,0$ мин., $t_{всп} = 0,3$ мин., $\alpha = 7\%$, $N = 500$ шт

$$t_{шт(55)} = (2,0 + 0,3) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,461 \text{ мин.}$$

$$\tau_{55} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,461}{425,5} = 0,00578 \text{ шт}$$

Принимаем $K_{и} = 0,85$

$$C_{p(55)} = \frac{0,00578}{0,85} = 0,0068 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(55)} = \frac{0,0068}{1} = 0,0068$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_{и} = 1$.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

Для операции 60

Принимаем: $t_m=2,0$ мин., $t_{всп}=0,3$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(60)} = (2,0 + 0,3) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,461 \text{ мин.}$$

$$\tau_{60} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,461}{425,5} = 0,00578 \text{ шт}$$

Принимаем $K_n = 0,85$

$$C_{p(60)} = \frac{0,00578}{0,85} = 0,0068 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(60)} = \frac{0,0068}{1} = 0,0068$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_n = 1$.

Для операции 65

Принимаем: $t_m=1,8$ мин., $t_{всп}=0,4$ мин., $\alpha = 7\%$, $N=500$ шт

$$t_{шт(65)} = (1,8 + 0,4) \cdot \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,354 \text{ мин.}$$

$$\tau_{65} = 3900 \cdot \frac{60}{550} = 425,5 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{2,354}{425,5} = 0,00553 \text{ шт}$$

Принимаем $K_n = 0,85$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

$$C_{p(65)} = \frac{0,00553}{0,85} = 0,0065 \text{ шт. Принимаем } C_n = 1 \text{ шт}$$

Коэффициент загрузки

$$K_{з(65)} = \frac{0,0065}{1} = 0,0065$$

Так как расчетное значение $K_з$ меньше рекомендуемых, то принимаем $K_з = 1, K_n = 1$.

Средний коэффициент $K_{з\text{cp}}$ загрузки станков проектируемого участка определяется как

$$K_{з\text{cp}} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}} \quad (4.10)$$

$$K_{з\text{cp}} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{ni}} = \frac{(0,00443 + 0,008 + 0,0065 + 0,008 + 0,0065 + 0,0065 + 0,0065 + 0,0065 + 0,0118 + 0,0225 + 0,0068 + 0,0068 + 0,0065)}{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1} = 0,00825$$

4.2.2 Определение состава и количества работающих

Штат работающих для механосборочных цехов определяют согласно рекомендаций, изложенных в разделе 1.

При укрупненных расчетах число станочников определяют по станкоемкости годового объема работ или по принятому числу станков участка (цеха).

В первом случае количество станочников

$$R_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{эф} \cdot K_M} \quad (4.11)$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где $T_{\Sigma} = \sum t_{шт} \cdot \overline{Ч_{шт}}$ – суммарная станкочасовая емкость изготовления деталей на станках данного типа на участке, в станко-часах;

$$\underline{T_{\Sigma} = 21363 \text{ станко-часов}}$$

$\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени рабочего (табл. 1.3);

Принимаем: 1720 ч.

K_m – коэффициент многостаночного обслуживания.

Принимаем: $K_m = 1$ (универсальный станок с ручным управлением)

$$R_{ст} = \frac{21363}{1720 \cdot 1} = 12,42 \text{ чел.} \approx 13 \text{ чел.}$$

Число станочников можно определить также по числу принятых станков C_n цеха или участка

$$R_{ст} = \frac{C_n \cdot \Phi_{эф} \cdot K_3 \cdot K_{и}}{\Phi_{эф} \cdot K_m}, \quad (4.12)$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования (см. табл. 1.1);

K_3 и $K_{и}$ – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования (см. табл. 1.2).

При детальном расчете число производственных рабочих – станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков и коэффициенту многостаночного обслуживания

$$R_{ст} = \frac{C_n}{K_{мо}} \cdot m_c (1 + K_s), \quad (4.13)$$

Где m_c – число смен. Принимаем: 2 смены;

K_s – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др., $K_s = (0,12 \dots 0,20)$. Принимаем: 0,15

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить двумя методами – расчетным и графическим.

Основное условие для использования многостаночного обслуживания заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий мог выполнить работу по обслуживанию других станков.

Расчетное значение коэффициента многостаночного обслуживания определяется по формуле

$$K_{\text{МО}} = \frac{T_{\text{ма}} + T_{\text{вн}}}{T_{\text{вн}} + T_{\text{вп}} + T_n} \quad (4.14)$$

где $T_{\text{ма}}$ – машинное автоматическое время;

$T_{\text{вн}}$ – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

T_n – время на переход от одного станка к другому.

$$K_{\text{МО}(05)} = \frac{1,1 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 0,833 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(10)} = \frac{2,2 + 0,5}{0,5 + 0,5 + 1} = 1,35 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(15)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,22 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(20)} = \frac{2,2 + 0,5}{0,5 + 0,5 + 1} = 1,35 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(25)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,22 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(30)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,22 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(35)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,22 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(40)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,22 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(45)} = \frac{3,6 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 2} = 1,42 \approx 1$$

$$K_{\text{МО}(50)} = \frac{7,2 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 2} = 2,714 \approx 2$$

$$K_{\text{МО}(55)} = \frac{2,0 + 0,3}{0,3 + 0,3 + 1} = 1,4375 \approx 1$$

$$K_{\text{мо}(60)} = \frac{2,0 + 0,3}{0,3 + 0,3 + 1} = 1,4375 \approx 1$$

$$K_{\text{мо}(65)} = \frac{1,8 + 0,4}{0,4 + 0,4 + 1} = 1,1 \approx 1$$

В операции (50) предусматриваем совмещение профессии и обслуживания одним станочником нескольких операций.

Так как число принятых станков C_n во всех операциях равно 1, то расчет ведём один раз для операций (05-45; 55-65) и для операции (50)

$$R_{\text{ст}(05-45;55-65)} = \frac{1}{1} \cdot 2(1 + 0,15) = 2,3 \text{ чел.} \approx 2 \text{ чел.}$$

$$R_{\text{ст}(50)} = \frac{1}{2} \cdot 2(1 + 0,15) = 1,15 \text{ чел.} \approx 1 \text{ чел.}$$

Таким образом общее количество рабочих будет $R_{\text{ст}} = 25 \text{ чел}$

Численность вспомогательных рабочих:

$$R_{\text{ст}} = 25 \cdot 0,65 = 16,25 \text{ чел. Принимаем: } 16 \text{ чел}$$

Численность ИТР для средне серийного, принимаем: 16 чел.

Число служащих, принимаем: 16 чел.

Таблица 4.5

Численность вспомогательных рабочих механических и сборочных цехов (% числа производственных рабочих)

4.3 Выбор типов и определения количества транспортных средств

4.3.1 Расчет подвешенного конвейера

Основным параметром конвейера является его скорость V (м/мин) и производительность Q (шт/час). Скорость конвейера

$$V = \frac{l}{\tau \cdot n}, \quad (4.15)$$

где τ – такт работы поточной линии, мин;

l – шаг подвесок, м;

n – количество изделий на одной подвеске, шт.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		62

Найдем такт работы поточной линии τ :

$$\tau = \frac{\Phi}{N} * K, \quad (4.16)$$

где Φ – годовой фонд рабочего времени ;

N – годовая программа выпуска изделий;

K – коэффициент использования рабочего времени ($K=0,95$).

$$\tau = \frac{3900}{550} * 0,95 = 6,7 \text{ мин}$$

$l=700$ мм;

$n=5$ шт

$$V = \frac{l}{\tau \cdot n} = \frac{700}{6,7 * 5} = 21 \text{ м/мин}$$

Выбираем толкающий подвесной конвейер представленный на рисунке 4.1.

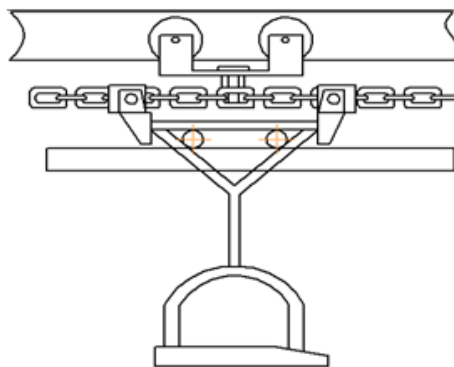


Рисунок 4.1 – Толкающий подвесной конвейер.

Выбираем этажерную подвеску для деталей типа валов, втулок и т.п. представленную на рисунке 4.2.

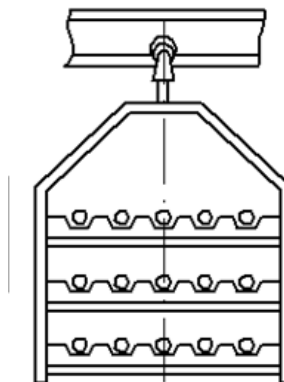


Рисунок 4.2 - Этажерная подвеска для деталей типа валов, втулок и т.п.

Для конвейеров, обслуживающих станочные линии скорость его движения принимают 10...20 м/мин в зависимости от количества изделий на подвеске. Из приведенных выше формул определяется шаг подвесок. Наименьший шаг l_{min} определяется размерами транспортируемых грузов и размерами промежутка Δ минимально допустимого на поворотах наименьшего радиуса – рисунок 4.3.

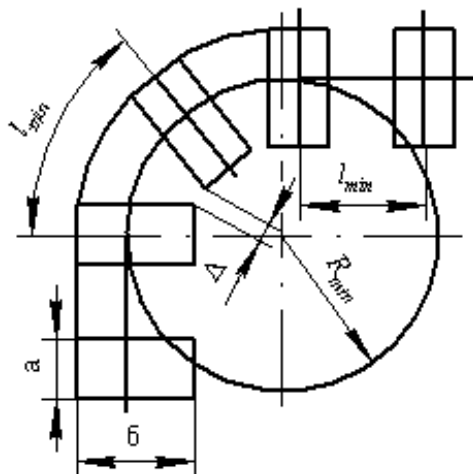


Рисунок 4.3. Схема расположения подвесок на повороте конвейера: а, б – габаритные размеры подвеса; $R_{min}=300...1300$ мм; $\Delta = 100...150$ мм

4.3.2 Выбор и определение потребного количества мостовых кранов

Потребное количество кранов определяется по формуле

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_n \cdot K_1} \quad (4.17)$$

Где D – количество перевезённых грузов (контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k} \quad (4.18)$$

G_1 – вес одной детали;

G_k – вес контейнера с деталями;

m – количество рабочих смен в сутки;

$\Phi = 240$ – количество рабочих дней в году;

i – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$l_{\text{ср}}$ – средняя длина пути на одну крановую операцию, м ;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения крана;

t_z, t_p , – время на одну загрузку и одну разгрузку, мин.;

$\Phi_n = 480$ мин – номинальный фонд времени работы крана;

$K_1 = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои крана.

$$D = \frac{550 * 10}{55} = 100$$

$$K = \frac{100 * 13}{240 * 2} * \left(\frac{10}{5} + 2 + 2 \right) = 0,03$$

Полученное количество кранов K округляется до целого числа K_n в большую сторону.

Принимаем: $K=1$ кран

Коэффициент загрузки крана $K_{зкр}$ по времени

$$K_{зкр} = \frac{K}{K_n} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \quad (4.19)$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		65

Коэффициент загрузки кранов зависит от условий и характера производства и составляет для механосборочных цехов 0,75.

Выбираем однобалочный мостовой кран с электроталью, представленный на рисунке 4.4.

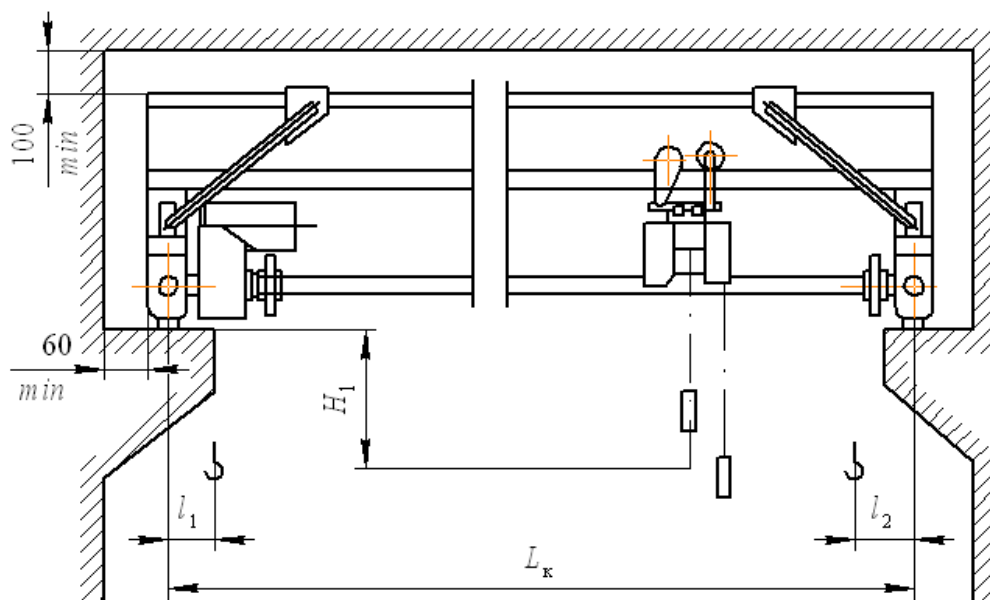


Рисунок 4.4 – Однобалочный мостовой кран с электроталью

4.3.3 Определение необходимого количества электротележек

Потребное количество электротележек определяется по формуле

$$T = \frac{Q \cdot i}{g \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K_1} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_s + t_p \right) \quad (4.20)$$

где Q – годовой грузопоток деталей (заготовок);

g – заполнение электротележки за один рейс;

i – количество транспортных операций с грузом на один рейс (туда и обратно);

$\Phi_n = 2070$ часов – номинальный годовой фонд времени работы электротележки в одну смену;

$K_1 = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои электротележки;

l_{cp} – средний пробег электротележки за один рейс туда и обратно, м ;

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата

15.03.05.2020.186.ПЗ

Лист

66

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость электротележки, м/мин;

m – количество рабочих смен в сутки;

t_3, t_p – время одной загрузки и одной разгрузки тележки, мин.

$$T = \frac{550 \cdot 13}{5 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \left(\frac{150}{7} + 1 + 1 \right) = 0,16$$

Принимаем: $T = 2$ электротележки, т.к. одной электротележки недостаточно.

4.4 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь цехового склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле

$$F_{\text{с.з}} = \frac{Q_{\text{чер}} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{\text{и}}} \quad (4.21)$$

где $Q_{\text{чер}}$ – масса материала и заготовок годового объёма выпуска, т;

t – среднее количество рабочих дней, в течение которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола, для крупных заготовок $q = 20 \dots 25 \text{ кН/м}^2$, для средних и мелких $q = 7 \dots 15 \text{ кН/м}^2$ в зависимости от высоты штабелирования (до $6 \dots 10 \text{ м}$);

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади, $K_{\text{и}} = 0,3 \dots 0,4$.

$$F_{\text{с.з}} = \frac{6 \cdot 8}{260 \cdot 0,7 \cdot 0,3} = 0,88 \text{ м}^2$$

Принимаем $F_{\text{с.з}} = 1 \text{ м}^2$.

При укрупнённом расчёте площадь склада принимается в процентном отношении от площади цеха (участка)

$$F_{\text{с.з}} = (10 \dots 15\%) S. \quad (4.22)$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

Местом накопления и хранения, окончательно обработанных деталей, ожидающих поступление на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле, аналогично формуле для площади склада материалов

$$F_{\text{с.д}} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{\text{и}}} \quad (4.23)$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, т;

t_1 – число рабочих дней запаса;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 , $q_1 = 10 \dots 40 \text{ кН/м}^2$;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади, $K_{\text{и}} = 0,25 \dots 0,3$.

При определении площадей для складирования заготовок и деталей коэффициент использования площади $K_{\text{и}}$ не учитывается.

$$F_{\text{с.д}} = \frac{5,7 * 20}{260 * 1 * 0,25} = 1,75 \text{ м}^2$$

Принимаем $F_{\text{с.д}} = 2 \text{ м}^2$.

4.5 Выбор способа транспортирования стружки

Выбираем комбинированную (К) систему уборки стружки с показателем количества стружки в год 0,5 т на 1 м^2 площади цеха (участка).

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования по формуле

$$F = n_1 q_1 + n_2 q_2 + n_3 q_3, \quad (4.24)$$

где n_1, n_2, n_3 – количество станков, соответственно мелких, средних и крупных;

q_1, q_2, q_3 – удельная площадь, приходящаяся соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

$$F = 7 * 25 + 6 * 45 = 445 \text{ м}^2$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600...700 мм, а магистральные – в проходных тоннелях глубиной до 3000 мм.

Т.к. материал детали- сталь 40Х, то выбираем линейный конвейер винтового вида.

Далее выполняем чертеж планировки участка.

4.6 Выводы по четвертому разделу

В данном разделе был произведен расчёт подвесного конвейера, выбрано и определено количество оборудования, определено количество электротележек, рассчитаны площади для складирования заготовок и деталей, выбран способ транспортирования стружки, произведена планировка оборудования и выбраны тип, форма и размеры здания.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		69

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Опасные производственные факторы - это факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья.

Вредные производственные факторы - это факторы, воздействие которых на работающего в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности

Опасные и вредные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74) подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизиологические.

К опасным физическим факторам относятся: движущиеся машины и механизмы; различные подъемно-транспортные; незащищенные подвижные элементы производственного оборудования (приводные и передаточные механизмы, режущие инструменты, вращающиеся и перемещающиеся приспособления и др.); отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, электрический ток, повышенная температура поверхностей оборудования и обрабатываемых материалов, повышенная запыленность воздуха рабочей зоны и образующаяся в процессе обработки стружка (отлетающая стружка, образующаяся при фрезеровании различных материалов, представляют опасность, так как могут травмировать глаза, уборка ленточной стружки после сверления также небезопасна).

Вредными для здоровья физическими факторами являются: повышенные уровни шума, вибрации.

Химические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия на организм человека, применительно к процессам, происходящим на участке изготовления детали, подразделяются на следующие подгруппы: раздражающие, сенсibiliзирующие (вызывающие аллергические заболевания).

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

К психофизиологическим опасным и вредным факторам по отношению к монотонности труда и перенапряженности анализаторов.

Основными вредными производственными факторами при обработке различных материалов резанием являются пыль обрабатываемого материала и смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). СОЖ обильно смачивают зону резания в целях повышения стойкости инструмента и обеспыливания. В качестве таких жидкостей широко используют минеральные масла и их эмульсии, растворы кальцинированной соды. Вследствие испарения жидкостей аэрозолями СОЖ загрязняется зона дыхания станочников, а также их одежда и открытые части тела. Это является причиной кожных заболеваний станочников, а также заболеваний слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

К мероприятиям по снижению воздействия на рабочих вредных факторов относятся такие как внедрение непрерывных технологий, автоматизация и механизация производственных процессов, оборудование рабочих мест местной вытяжной вентиляцией или переносными местными отсосами, укрытие оборудования сплошными пыленепроницаемыми кожухами с эффективной аспирацией воздуха и др.

Основные мероприятия по борьбе с шумом - это технические мероприятия, которые проводятся по трем главным направлениям:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- ослабление шума на путях передачи;
- непосредственная защита работающих.

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или полностью бесшумные. Большое значение имеет снижение шума в источнике. Снижение шума в источнике достигается путем совершенствования конструкции или схемы той части оборудования, которая производит шум, использования в конструкции материалов с пониженными акустическими свойствами. Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	15.03.05.2020.186.ПЗ				

звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины. Значительный эффект снижения шума от оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм от рабочего места или зоны обслуживания машины. Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

Качество поступающей информации во многом зависит от освещения: неудовлетворительное количественно или качественно оно не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Нерациональное освещение может, кроме того, являться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени ухудшают видимость настолько, что вызывает полную потерю ориентировки работающих.

При неудовлетворительном освещении, кроме того, снижается производительность труда и увеличивается брак продукции.

5.2 Проектирование искусственного освещения на участке

Для расчета общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности используем метод светового потока.

Световой поток Φ определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{E_n \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta}, \quad (5.1)$$

где E_n - нормируемая минимальная освещенность, ($E_n = 500$ лк табл 4.1 СП 52.13330.2016);

S – площадь освещаемого помещения, ($S = 36 \cdot 24 = 864 \text{ м}^2$);

z – коэффициент неравномерности освещения (для люминисцентных ламп принимаем $z = 1,3$ [п. 7.9 СНиП 23-05-95*]);

k - коэффициент запаса, учитывающий запыленность помещения, снижение светового потока ламп в процессе эксплуатации (принимаем $k = 1,3$ [табл. 3 СНиП 23-05-95*]);

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		72

N - число светильников в помещении;

η - коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от типа светильника, коэффициента отражения потолка и стен, а так же от индекса помещения i :

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A + B)}, \quad (5.2)$$

Где A - длина помещения ($A = 36$ м);

B – ширина помещения ($B = 24$ м);

H_p - высота подвеса светильника над рабочей поверхностью

Определение высоты подвеса светильников производим согласно схеме изображенной на рисунке 5.1.

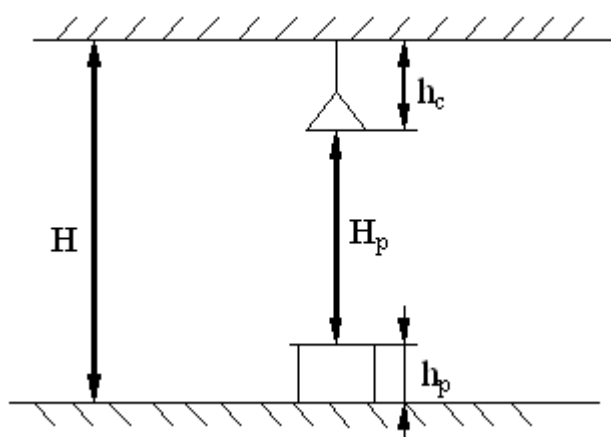


Рисунок 5.1 – Размещение светильника по высоте помещения

Согласно рисунку 5.1, высота подвеса светильника определяется по выражению:

$$H_p = H - h_c - h_p, \quad (5.3)$$

Где H – высота помещения ($H = 10$ м);

h_c – высота свеса светильника ($h_c = 1$ м);

h_p – высота рабочей поверхности ($h_p = 1,3$ м).

Подставив полученные значения в формулу (5.3) получим:

$$H_p = 10 - 1 - 1,3 = 7,7 \text{ м},$$

тогда индекс помещения по формуле (5.2):

$$i = \frac{36 \cdot 24}{7,7 \cdot (36 + 24)} = 1,87$$

Полученное значение округляем до ближайших табличных значений и окончательно принимаем $i = 1,9$.

Исходя из полученных значений, учитывая коэффициенты отражения потолка $\rho_{\text{п}} = 70\%$ и стен $\rho_{\text{с}} = 50\%$ [Кноринг Г.М., Фадин И.М., Сидоров В.Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. □ С.-Петербург: Энергоатомиздат, 1992] принимаем коэффициент использования светового потока ламп $\eta = 0,68$.

Количество светильников рассчитывается по формуле:

$$N = R \cdot LR, \quad (5.4)$$

R – число рядов светильников;

LR – число светильников в ряду

Число рядов светильников определяем по формуле:

$$R = \frac{(A - x)}{L}, \quad (5.5)$$

где A – ширина помещения ($A = 24$ м);

x – расстояние от края помещения до светильников ($x = 0,5$ м);

L – расстояние между лампами в рядах и между рядами (исходя из условия $L/H_p = 1,0$ для люминесцентных ламп, принимаем $L = 1,0 \cdot H_p = 7,7$ м)

Подставив численные значения в формулу (5.5) получим:

$$R = \frac{(24 - 0,5)}{7,7} = 3,55 \approx 4 \text{ шт.}$$

Число светильников в ряду LR определяем по формуле:

$$LR = \frac{(B - y)}{L}, \quad (5.6)$$

где B – длина помещения ($B = 36$ м),

y – расстояние от края ряда ($y = 0,5$ м).

$$LR = \frac{(36 - 0,5)}{7,7} = 4,61 \approx 5 \text{ шт.}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		74

Исходя из полученных значений, определим количество светильников N по формуле (5.4):

$$N = 4 \cdot 5 = 20 \text{ шт.}$$

Зная все значения, входящие в формулу (5.1) можем определить световой поток, который должны обеспечить светильники:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{500 \cdot 864 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{20 \cdot 0,68} = 53682 \text{ лм,}$$

Принимаем промышленный светодиодный светильник LUXET STREET ENE-200-YY-PL SMD с номинальным световым потоком, не менее 32000 лм.

Так как разница между расчетным и световым потоком слишком большая, то увеличиваем количество ламп до 30:

$$\Phi_{\text{расч2}} = \frac{500 \cdot 864 \cdot 1,3 \cdot 1,3}{30 \cdot 0,68} = 35800 \text{ лм.}$$

Отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного отличается на 12% что входит в допустимый предел $10 \div 20\%$

5.3 Техника безопасности на территории предприятия

Изучение случаев промышленного травматизма показывает, что очень часто они происходят из-за несоблюдения рабочими правил поведения при нахождении в различных цехах и на территории предприятия. Поэтому каждый рабочий должен четко соблюдать основные правила поведения на территории предприятия, а также в его различных цехах.

Для предупреждения случаев травматизма в цехах и на территории предприятия делают ограждения опасных мест, устраивают звуковую и световую сигнализацию, вывешивают на видном месте предупредительные надписи, устанавливают специальные посты и т. д.

На территории машиностроительного предприятия всегда происходит интенсивное движение транспорта: подвозятся материалы, перемещаются из цеха в цех детали и заготовки, вывозится готовая продукция. Поэтому, находясь на территории предприятия, надо быть внимательным и осторожным. При движении

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		75

следует держаться правой стороны. При переходе через проезжую часть, по которой движется транспорт, нельзя перебегать перед близко идущей машиной. Следует сначала убедиться, что переход свободен, посмотрев влево, а дойдя до середины — вправо.

Кроме того, надо быть внимательным к звуковым сигналам, подаваемым водителями транспорта и крановщиками, обращать внимание на световую сигнализацию. При переходе дороги необходимо руководствоваться также предупредительными надписями.

При встрече с рабочими, несущими груз, следует уступить им дорогу. Проходя мимо углов зданий, следует помнить о возможном появлении железнодорожного состава.

Подъездные железнодорожные пути на территории предприятия переходить надо по мостикам и переездам. Если по путям движутся вагоны, то следует пропустить их, а затем продолжить переход. При этом надо соблюдать осторожность, не забывая, что по соседнему пути также может двигаться железнодорожный состав. Нельзя подлезать под стоящие на путях вагоны, так как маневрирующий состав может неожиданно тронуться с места.

На территории предприятия могут проводиться различные строительные и земляные работы: рытье котлованов, подъем и установка металлоконструкций, ремонт грузоподъемных машин и механизмов. Входить за предохранительные ограждения воспрещается. Открытые люки колодцев, траншей и особенно неправильно наложенные крышки на них могут явиться причинами случаев промышленного травматизма.

В местах производства строительных работ возможно наличие досок с торчащими гвоздями, падение предметов с лесов и подмостей. Во избежание вывиха ног нельзя наступать на круглые обрезки бревен, булыжник и другие неустойчивые предметы.

При прохождении мимо электросварочных постов нельзя смотреть на пламя незащищенными глазами, так как это может привести к заболеванию глаз, а

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		76

иногда и к потере зрения. Опасное для глаз действие лучей распространяется от места сварки до 30 м.

На территории предприятия и цехов нельзя поднимать оборванные провода и становиться на них ногами, а также прикасаться к висящим концам разорванного провода, так как последний может быть под высоким напряжением.

При нахождении в цехах, связанных с нагревом металла (литейном, кузнечно-штамповочном, термическом и др.), необходимо избегать соприкосновения с горячим металлом, остерегаться горячих металлических брызг. Следует быть в стороне от зоны горячего облучения нагревательных устройств, кузнечного оборудования, изложниц и т. д. Надо помнить, что металл, находящийся в этих цехах, может быть горячим, ибо, остыв до 400—500° С, он по внешнему виду не отличается от холодного металла. Прикосновение к нему может привести к серьезным ожогам.

Нельзя проходить или стоять под грузом, передвигаемым по цеху мостовым краном, так как может быть случайный обрыв троса или падение плохо закрепленного груза.

При прохождении территории предприятия или цеха в ночное время следует соблюдать осторожность, избегать затемненных мест, всегда надо идти по освещенным путям.

5.4 Выводы по пятому разделу

В ходе выполнения раздела безопасности жизнедеятельности мною были проанализированы опасные и вредные производственные факторы, был произведен расчет искусственного освещения на участке, а так же была расписана техника безопасности на территории предприятия.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Новые организационные формы управления промышленностью и усиление роли экономического стимулирования повышает значение планирования. Одним из основных факторов объективного экономического расчета является себестоимость, определяющая рентабельность работы на рабочем месте, участке, в цехе и на предприятии в целом. Условие наибольшей экономичности всего технологического процесса или отдельной его операции, т.е. условие наименьшей себестоимости детали, является основным критерием оценки целесообразности технологического процесса или отдельной операции.

6.1 Расчет себестоимости изготовления детали

Расчет затрат на основные материалы

$$Z_1 = M_3 \cdot C_M - (M_3 - M_d) \cdot C_{отх} , \quad (6.1)$$

где M_3 – норма расхода материала на одну деталь, кг; принимается равной массе заготовки;

M_d – масса детали;

C_M – стоимость одного килограмма материала, руб.;

$C_{отх}$ – стоимость одного килограмма реализуемых отходов, руб.

$$Z_1 = 12 \cdot 54,9 - (12 - 8) \cdot 5,49 = 636,84 \text{ руб./деталь}$$

Расчет энергии на технологические нужды

$$Z_2 = \sum_i^n P_{дв} \cdot K_3 \cdot T_{маш} \cdot C_{1кВт.ч} , \quad (6.2)$$

где сумма $P_{дв}=44,5$ – суммарная мощность электродвигателей всего оборудования, установленного на линии;

K_3 – коэффициент загрузки оборудования по мощности, $K_3=0,88$;

$C_{1кВт.ч}$ – цена 1кВт;

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		78

$T_{\text{маш}}$ – машинное время выполнения операций потока, $T_{\text{маш}}=3\text{ч}$.

$$Z_2 = 44,5 \cdot 0,88 \cdot 3 \cdot 4 = 313,28 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы основных производственных рабочих, включая дополнительную плату и отчисления на социальные нужды

$$Z_3 = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{соц}}, \quad (6.3)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата;

$Z_{\text{соц}}$ – социальная заработная плата.

Дополнительная заработная плата определяется в процентах основной заработной платы:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \cdot 0,25, \quad (6.4)$$

$$Z_{\text{доп}} = 15,5 \cdot 0,25 = 3,86 \text{ руб/деталь.}$$

Отчисления на социальные нужды по единому социальному налогу исчисляются исходя из установленных законодательством норм отчислений от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$Z_{\text{соц}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \cdot a_{\text{есн}}, \quad (6.5)$$

где $a_{\text{есн}}$ – процент отчислений по ставке единого социального налога, $a=26\%$

$$Z_{\text{соц}} = (15,5 + 3,86) \cdot 0,26 = 5,03 \text{ руб/деталь.}$$

Таким образом, затраты на заработную плату производственных рабочих составляют:

$$Z_3 = 15,5 + 3,86 + 5,03 = 24,39 \text{ руб/деталь.}$$

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Расчет общепроизводственных расходов

Принимаются в размере 150% от основной заработной платы основных производственных рабочих

$$З_5 = З_{\text{осн}} \cdot 1,5, \quad (6.6)$$

$$З_5 = 15,5 \cdot 1,5 = 23,25 \text{ тыс/руб.}$$

Расчет общехозяйственных расходов

Принимаются в размере 50% от основной заработной платы основных производственных рабочих

$$З_6 = З_{\text{осн}} \cdot 0,5, \quad (6.7)$$

$$З_6 = 15,5 \cdot 0,5 = 7,75$$

Внепроизводственные (коммерческие) расходы

Принимаются в размере 4% от общей себестоимости продукции.

Полную себестоимость приведем в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Полная себестоимость продукции

Статья калькуляции	Затраты	
	На единицу продукции, тыс.руб.	На годовой выпуск, тыс.руб.
1.Сырье и основные материалы	636,84	318420
2.Энергия на технологические нужды	313,28	15640
3.Заработная плата	24,39	12150
4.Общепроизводственные расходы	23,25	11625
5.Общезаводские расходы	7,75	3875

Окончание таблицы 6.1

Итого: производственная себестоимость	643,73	361710
6.Коммерческие расходы	25,75	12875
Итого: полная себестоимость	697,67	348835

6.2 Выводы по шестому разделу

Значение получившиеся при расчете показывает нормальный уровень рентабельности, это означает, что прибыль от изготовления партии деталей «Вал шлицевой» имеется. И это означает, что есть смысл выполнять эту работу, с целью развития предприятия особенно исходя из того, что партия деталей составляет 500 штук, что относится к мелкосерийному типу производства.

При изготовлении данной детали будут произведены, согласно рассмотренной выше калькуляции, затраты. Для уменьшения или компенсации затрат, можно предпринять следующие действия:

- 1) Продавать изделие сторонним учреждениям так, как получим прибыль.
- 2) Провести маркетинговую работу для улучшения реализации данного продукта.
- 3) Реализовать изделия другим подразделениям колледжа так, как вернем себестоимость.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектированный технологический процесс позволяет изготавливать данную деталь отвечающей требованиям, обеспечивая заданную конструктором точность. Применение режущего инструмента, оснащенного твердым сплавом, позволяет добиться высокой производительности, высокого качества обработанной поверхности; снизить себестоимость обработки.

В предложенной выпускной квалификационной работе был проведен анализ технологичности детали «Вал шлицевой». Разработан технологический процесс и проведён размерный анализ этого технологического процесса. Был рассчитан и сконструирован режущий инструмент – шлицевая червячная фреза, рассчитаны режимы резания для неё. Были разработаны два приспособления (станочное и контрольное) для более качественной и точной обработки шпоночного паза. По технологическому процессу был спроектирован участок механической обработки данной детали. Была разработана часть по безопасности жизнедеятельности с расчётом искусственного освещения на участке и анализом опасных и вредных производственных факторов. В экономической части была рассчитана себестоимость изготовления детали.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		82

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Мокроносов, Л.Д. Проектирование металлорежущих инструментов / Л.Д. Мокроносов, Н.В. Бородина, Д.Г. Мирошин. – Екатеринбург, 2013. – 137 с.

2 Аверьянов, И.Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно – измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектов: учебное пособие/ сост . И.Н. Аверьянов, А.Н. Болотеин, М.А. Прокофьев. – Рыбинск, 2010. – 220с.

3 Альбом контрольно – измерительных приспособлений: учебное пособие для вузов / Ю.С. Степанов, Б.И. Афонасьев, А.Г. Схиртладзе и др. – Москва: Изд-во "Машиностроение", 1998. – 184с.

4 Бобылев, А.В. Проектирование поковок: учебное пособие / А.В. Бобылев, А.В. Козлов, С.П. Максимов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 41 с.

5 Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон.дан./А.Н. Ковшов. – СПб. : Лань, 2016. – 320 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86015> – Загл. с экрана.

6 Виноградов, В. М. Технология машиностроения: Введение в специальность [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Конструктор.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в"/ В. М. Виноградов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2007. - 174, [1] с. ил.

7 Размерно–точностное проектирование технологических процессов обработки на основе расчета технологических размерных цепей. Учеб.пособие / С. Н. Корчак, В. Н. Выбойщик, М. Х. Гольдфельд и др.; Под ред. С. Н. Корчака. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 89 с.

8 Маталин, А.А. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] : учеб. – Электрон.дан./А.А. Маталин. – СПб. : Лань, 2016. – 512 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71755> – Загл. с экрана.

9 Радкевич, Я. М. Расчета припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб.пособие для машиностроит. спец. вузов. - 2-е изд. стер. -

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		83

М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.: ил. – Для студентов машиностроительных специальностей вузов; /Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, М. С. Островский. – Под ред. В. А. Тимирязева.

10 Матвеев, В. В. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении /В.В. Матвеев. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1979. - 111 с.

11 Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

12 ГОСТ 3.1126-88. ЕСТД. Правила выполнения графических документов на поковки. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 5 с.

					15.03.05.2020.186.ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		