

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень специалиста)

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое
обеспечение автоматизированных машиностроительных производств**

Специальность «Технология машиностроения»

Студент Эркин Илья Алексеевич гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления долбяка прямозубого
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_» ____ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной практики, программа выпуска 10000 деталей
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)
*Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.
Введение, цель проекта*
 - 1) *Описание исходных данных*
 - 2) *Технологическая часть проекта*
 - 3) *Проектирование станочного приспособления*
 - 4) *Проектирование режущего инструмента*
 - 5) *Проектирование средств контроля*
 - 6) *Проектирование средств автоматизации*
 - 7) *Проектирование производственного участка*
 - 8) *Безопасность и экологичность технического объекта*
 - 9) *Экономическая эффективность проекта**Заключение. Список используемой литературы.
Приложения: технологическая документация*

5. Ориентировочный перечень графического материала (8-10 листов формата А1)

1) Деталь (с изменениями)	0,5 – 1
2) Заготовка	0,25 – 1
3) План обработки	1,5 – 2
4) Технологические наладки	1 - 2
5) Приспособление	1 - 2
6) Режущий инструмент	0,5 – 1
7) Средства контроля	0,5 – 1
8) Средства автоматизации	0,5 – 1
9) План участка	0,5 – 1
10) Презентация	0,5 - 1

*возможна замена или исключение по решению руководителя

6. Консультанты по разделам

Безопасность и экологичность проекта _____

Экономическая эффективность проекта _____

Нормоконтроль _____

7. Дата выдачи задания « » марта 2016 г.

Руководитель выпускной квалификационной работы	_____ (подпись)	<i>А.В. Бобровский</i> (И.О. Фамилия)
Задание принял к исполнению	_____ (подпись)	<i>И.А. Эркин</i> (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Технологический процесс изготовления долбяка прямозубого.

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В выпускной квалификационной работе (ВКР) рассмотрен вопрос проектирования технологического процесса изготовления долбяка прямозубого в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- получение заготовки из проката нормальной точности с допусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования - станков с ЧПУ, автоматов и полуавтоматов;
- применение высокопроизводительной оснастки с механизированным приводом;
- применение инструмента с износостойкими покрытиями, дающими существенное увеличение стойкости и производительности;
- при шлифовании в качестве материала круга применен сложнолегированный электрокорунд 91А, дающий наивысшие показатели качества и производительности;
- на основе проведенных научных исследований описано исследование влияния предварительной обработки и состава композиционных покрытий на стойкость твердосплавных режущих пластин;
- спроектирован резец токарный сборный с механическим креплением пластины;
- спроектирован патрон цанговый с пневмоприводом для токарной операции;

- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения с высокоточными электронными индикаторными головками;
- спроектировано захватное устройство промышленного робота.

ВКР состоит из пояснительной записки в размере 82 страниц, содержащей 27 таблиц, 4 рисунка, и графической части, содержащей 11 листов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Цель проекта.....	8
1 Описание исходных данных	9
1.1 Анализ служебного назначения детали	9
1.2 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса.....	12
1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса.....	15
2 Технологическая часть проекта.....	17
2.1 Выбор типа производства	17
2.2 Выбор и проектирование заготовки.....	17
2.3 Разработка схем базирования	18
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	19
2.5 Технологический маршрут обработки детали	20
2.6 План обработки детали.....	21
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.8 Разработка технологических операций	27
3 Проектирование станочного приспособления	37
3.1 Расчет усилия резания	37
3.2 Расчет усилия закрепления	37
3.3 Расчет зажимного механизма	39
3.4 Расчет силового привода.....	40
3.5 Расчет погрешности базирования	42
3.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления....	42
4 Проектирование режущего инструмента.....	44
4.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования	44
4.2 Проектирование и расчет резца.....	44
4.3 Проверочный расчет на прочность	45
5 Проектирование средств контроля.....	47
5.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования	47

5.2	Описание конструкции приспособления.....	47
5.3	Расчет точности приспособления.....	48
6	Проектирование средств автоматизации.....	50
6.1	Расчет нагрузок и реакций в губках.....	50
6.2	Расчет усилия привода	51
6.3	Определение конструктивных параметров привода	52
6.4	Описание конструкции и принципа работы приспособления....	53
7	Проектирование производственного участка	54
7.1	Выбор типа промышленного здания.....	54
7.2	Проектирование участка изготовления детали.....	54
8	Безопасность и экологичность технического объекта	61
8.1	Конструктивно-технологическая характеристика объекта	61
8.2	Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	62
8.3	Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	63
8.4	Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	64
8.5	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	67
8.6	Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	69
9	Экономическая эффективность проекта.....	70
9.1	Краткая характеристика сравниваемых вариантов	70
9.2	Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП	72
9.3	Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов.....	73
9.4	Расчет показателей экономической эффективности	76
	Заключение.	78
	Список используемой литературы.	80
	Приложения	82

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Инвестиции и капитальные вложения должны быть неотъемлемой частью современного машиностроения. Бесперебойная работа промышленных предприятий как невозможно без внедрения новых линеек продукции и повышения качества выпускаемой продукции. Снижения себестоимости возможно достичь применяя современные методики проектирования технологических процессов, внедряя технологическое оснащение, обладающее высокой производительностью и более широко использовать возможности автоматизации производства.

Данная выпускная квалификационная работа (ВКР) посвящена разработке технологического процесса изготовления долбяка прямозубого в условиях его изготовления при среднесерийном производстве.

Получение экономического эффекта от внедрения прогрессивных технологических решений должно стать неотъемлемой частью работы инженера-машиностроителя.

Исходя из вышесказанного, целью данной ВКР является проектирование технологического процесса изготовления долбяка прямозубого с повышенным качеством и сниженной себестоимостью его изготовления за счет внедрения последних достижений технологии машиностроения.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Служебное назначение детали, условия работы детали

Данная деталь является долбяком прямозубым.

Долбяк дисковый зуборезный по ГОСТ 9323-79 предназначен для зубообработки цилиндрических колес

Ширина долбяка $B = 11$ мм

Диаметр вершин зубьев $D = 41,66 \pm 0,01$ мм

Модуль $m = 0.5$

Число зубьев $Z = 80$

Задний угол $\alpha = 6^\circ$

Передний угол $\gamma = 5^\circ$

Угол на боковых сторонах профиля $\gamma^b = 2^\circ 04'$

Размеры обрабатываемой шестерни:

Модуль $m = 0.5$

Число зубьев $Z = 20$

Длина зуба $L = 20$ мм

Режимы резания при зубодолблении:

1) Глубина резания $t = 1,1$ мм

2) Подача круговая (подача на обкатку) $S = 0,15$ мм/дв. ход

3) Подача радиальная (подача на врезание) $S = 0,036$ мм/дв. ход

4) Скорость фактическая при резании: $v = 35$ м/мин

5) Число двойных ходов долбяка в минуту $k = 400$ об/мин

Деталь работает в условиях высоких скоростей и неравномерных ударных нагрузках.

Долбяк (рисунок 1.1) устанавливается на оправке по поверхности 6 с упором в торец 4 и крепится торцевой гайкой, которая упирается в торец 8.

1.1.2 Анализ материала детали

Материал долбяка - сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73

Хим. состав и механические свойства стали Р6М5 ГОСТ 19265-73 представлены в таблицах 1.1. и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали Р6М5 ГОСТ 19265-73, %

Элемент	С	S	P	Cr	W	V	Mo
		Не более					
Содержание	0.82-0.9	0.025	0.03	3,8-4,2	5.5-6,5	1.7-2.1	4.8-5,3

Таблица 1.2 - Физико-механические свойства стали Р6М5 ГОСТ 19265-73

σ_T	σ_B	δ_5	ψ	KCU	HB
МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	
510	850	12	14	180	269

Обозначения в таблице 3:

σ_B - временное сопротивление, МПа;

σ_T - предел пропорциональности, МПа;

δ_5 - относительное удлинение при разрыве, %;

ψ - относительное сужение, %;

KCU - ударная вязкость, Дж/см²;

HB - твердость по шкале Бринелля.

1.1.2 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выявим поверхности, влияющие на выполнение деталью своего служебного назначения, проведём классификацию этих поверхностей, представленных на рисунке 1.1, а результаты сведём в таблицу 1.3.

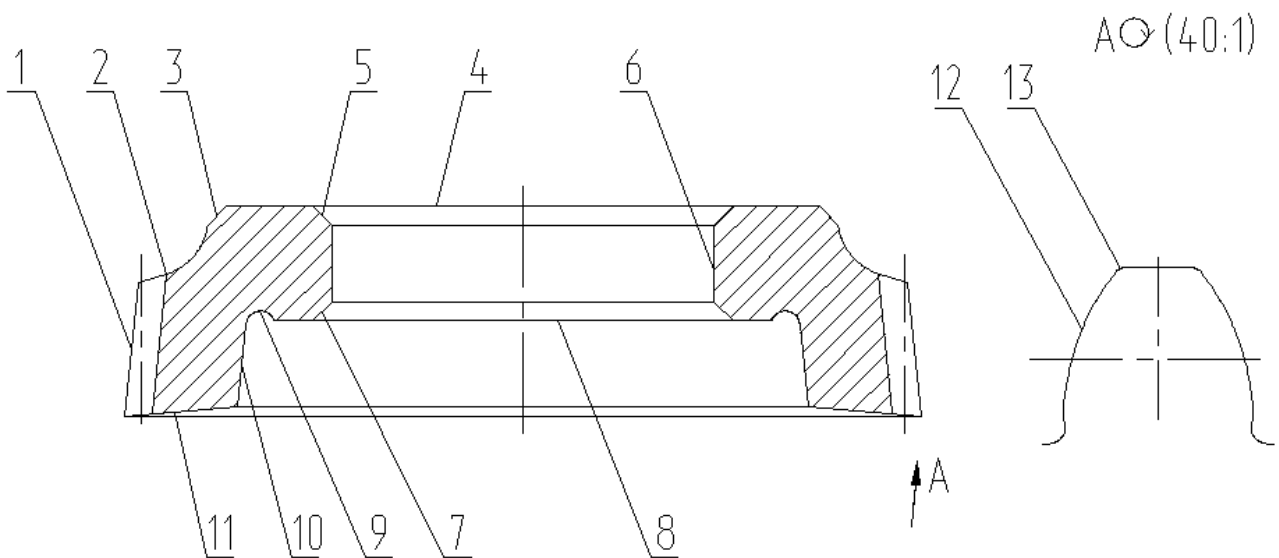


Рисунок 1.1 - Эскиз долбьяка

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей долбьяка

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные	1,11,12,13
2	Основные конструкторские базы (ОКБ)	4,6
3	Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	8
4	Свободные	остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Режущий инструмент и в частности зубообрабатывающий, например, такие как долбьяки изготавливают из быстрорежущих сталей Р6М5 ГОСТ 19265-73. Форма наружного контура изделия и отверстия не вызывает каких-либо затруднений при получении заготовки. То есть заготовка является технологичной.

Что касается поверхностей изделия, то они имеют качество и шероховатость в соответствии с их служебным назначением.

Несмотря на достаточно высокие требования по точности и шероховатости изделия, его обработку возможно провести на технологическом оборудовании нормальной точности.

Технологичность при базировании и закреплении оправки определяется наличием естественных баз, а также возможностью обеспечения совпадения технологических и измерительных баз с сохранением точности и шероховатости.

Базами при установке заготовки долбяка на первой токарной операции будут наружная поверхность прокатанной заготовки по номером 1 и торец по номером 4.

Далее при обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

При токарной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 1 и торец, пов. 8.

При внутришлифовальной предварительной обработке возможно использовать пов. 1 и торец 8.

При внутришлифовальной окончательной обработке в качестве баз возможно использовать зубья, пов. 12 и торец 8.

При зубофрезерной и зубошлифовальной обработке в качестве баз используем отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

При затачивании пов. 11 и шлифовании пов. 1 в качестве баз используем отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

Совпадение технологических и измерительных баз на большинстве операций позволяет говорить о соблюдении правил единства и постоянства баз.

В конфигурации долбяка нет сложно обрабатываемых поверхностей.

Из всего вышесказанного делаем вывод о достаточной технологичности конструкции долбяка прямозубого.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Необходимость анализа обусловлена необходимостью знания недостатков в структуре и содержании операций, последовательность которых представлена в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Последовательность обработки долбяка прямозубого

N оп	Содержание	СТО			
		Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Токарная черновая	16К20	Резец проходной, Т5К10 подрезной, Т5К10 Сверло спиральное Р6М5 Резец расточной Р6М5	Штангенциркуль	Патрон 3-х кулачковый
010	Токарная чистовая	16К20	Резец проходной, Т15К6 подрезной, Т15К6, расточной Т15К6	штангенциркуль	Патрон 3-х кулачковый
015	Торцевнутришлифовальная	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка	Патрон 3-х кулачковый
020	Моечная	Камерная моечная машина.			
025	Зубофрезерная	53А10	Фреза червячная Р6М5	Шаблон	Приспособление специальное
030	Слесарная	Верстак	Напильник, шлифшкурка,		
035	Контрольная				
040	Термическая (закалка, низкий отпуск)				
045	Торцевнутришлифовальная	3К227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка Шаблон	Патрон мембранный
050	Плоскошлифовальная	3Д725	Шлифовальный круг	Шаблон	Стол магнитный

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
055	Зубошлифовальная черновая	5893	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон цанговый
060	Заточная	ЗД742В	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон цанговый
065	Шлифовальная	ЗМ131	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон цанговый
070	Моечная	Камерная моечная машина.			
075	Контрольная				
080	Торцевнутришлифовальная чистовая	ЗК227В	Шлифовальный круг	Калибр-пробка Шаблон	Патрон мембранный
085	Хонинговальная	СС740	Хон	Калибр-пробка	Опора
090	Плоскошлифовальная	ЗД725	Шлифовальный круг	Шаблон	Стол магнитный
095	Зубошлифовальная чистовая	5893	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон цанговый
100	Заточная чистовая	ЗД742В	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон мембранный
105	Шлифовальная чистовая	ЗМ131	Шлифовальный круг	Шаблон	Патрон цанговый
110	Шлифовальная	ВЗ-44	Шлифовальный брусок	Шаблон	Патрон цанговый
115	Моечная				
120	Контрольная				

1.4 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Проведение анализа базового техпроцесса (ТП) обработки долбяка прямозубого выявило, что данный ТП возможно использовать только в единичном и мелкосерийном производствах. Оборудование и оснастка, используемые в ТП, не позволяют обеспечивать высокую производительность в среднесерийном производстве.

При анализе базового ТП выявили ряд недочетов, которые не позволяют повысить производительность обработки долбяка прямозубого и снизить её себестоимость, основные из которых:

1) высокая продолжительность токарной обработки, которая объясняется неоптимальными режимами резания.

2) в качестве оборудования выбраны низкопроизводительные универсальные станки.

3) применяется универсальная оснастка, что предопределяет слишком большое штучное время.

4) низкий уровень автоматизации и механизации на всех операциях.

5) на внутришлифовальной операции шлифуется отверстие 6 и торец 8, затем на плоскошлифовальной – торец 4 и ленточка на зубьях, пов. 11. В результате не всегда выдерживаются требования по перпендикулярности торца 4 относительно отв. 6 равные 0,003 мм.

6) на внутришлифовальной операции 080 на данном станке при применении неоптимальных марок шлифовальных кругов точность отверстия не выдерживается, поэтому далее отверстие хонингуется

7) наличие слесарной операции.

1.4.2 Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

Учет указанных недостатков позволил сформулировать задачи предстоящей работы:

1) выполнить проект заготовки, получаемой из проката с минимальными припусками.

2) использовать высокопроизводительное оборудование (в условиях среднесерийного производства).

3) использовать специализированную оснастку.

4) повысить уровень автоматизации и механизации. На некоторых операциях для загрузки деталей применить промышленные роботы;

5) изменить структуру шлифования отверстия и торцев - на внутришлифовальной операции шлифовать отверстие 6 и торец 4, тем самым выдерживая их взаимную точность, далее при базировании по отв. 6 и торцу 4 шлифовать торец 8 и ленточку 11.

6) при окончательном шлифовании отверстия и торца применить станок 3К227А – особо высокой точности, что позволит получить необходимую точность отверстия 6 без последующего хонингования. В качестве материала для шлифовального круга применить сложнолегированный электрокорунд 91А, дающий наивысшие показатели точности и производительности;

7) внедрить операцию электрохимической обработки;

8) на основе научных и патентных исследований повысить производительность обработки;

10) спроектировать патрон цанговый для токарной операции;

11) спроектировать контрольное приспособление для контроля биения с высокоточным электронным компаратором;

12) спроектировать резец токарный сборный;

13) спроектировать захватное устройство промышленного робота;

14) провести анализ ТП по наличию опасных и вредных факторов;

15) определить экономический эффект от внесенных в ТП изменений.

Решение этих задач представлено в данной работе.

2 Технологическая часть проекта

2.1 Выбор типа производства

Определим тип производства долбяка прямозубого, пользуясь упрощенной методикой [6]. Так при массе детали 0,09 кг и программе выпуска 10000 штук в год выбираем среднесерийный тип производства

Так как производство среднесерийное, то в зависимости от программы и номенклатуры выпускаемых деталей форма организации техпроцесса – будет поточная или переменнo-поточная

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

В качестве заготовки для данной детали может использоваться только прокат.

2.2.2 Проектирование и расчет заготовки

Определим наибольший диаметральный размер проката

Назначим припуск на максимальный диаметральный размер долбяка:

Так на операции черновой обработки точением величина припуска на обработку составит 2,4 мм, а при чистовой обработке точением - 0,6 мм, на шлифовку черновую - 0,2 мм, на шлифовку чистовую - 0,1 мм

Определим диаметральный размер проката

$$D = 41,66 + 2,4 + 0,6 + 0,2 + 0,1 = 44,96 \text{ мм}$$

Тогда по ГОСТу 2590-2006 подберем соответствующую номенклатуру прутка:

$$\text{Круг} \frac{45 - \text{В1 ГОСТ 2590} - 2006}{\text{Р6М5 ГОСТ 19265} - 73}$$

Припуски на подрезку торцовых поверхностей:

Припуск на черновую подрезку торца 1 мм на сторону, чистовую 0,3 мм, шлифование черновое 0,1 мм, чистовое 0,05.

Определим общую длину заготовки:

$$L_3 = 11 + (1 + 0,3 + 0,1 + 0,05) \cdot 2 = 13,9 \text{ мм}$$

Примем - 14 мм.

Далее определим объем прокатанной заготовки, ориентируясь при этом на плюсовые допуски $\varnothing 45,4$

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14 / 4 \cdot 45,4^2 \cdot 14 = 22652 \text{ мм}^3 \quad (2.1)$$

Масса заготовки определяется выражением:

$$m_3 = V \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

где V – объем заготовки, мм^3 ;

γ - удельная плотность стали, $\text{кг}/\text{мм}^3$.

$$m_3 = 22652 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,178 \text{ кг}$$

Определим величину коэффициента использования материала

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,09 / 0,178 = 0,50 \quad (2.3)$$

2.3 Разработка схем базирования

При установке изделия в приспособлениях, используемых при работе технологического оборудования, необходимо стремиться к соблюдению принципам единства баз и постоянства баз. Соблюдение данных принципов позволит

свести к минимуму погрешности механической обработки.

Одним из основных правил является совмещение измерительных баз (базы от которых проставлены размеры, а также отклонения формы и расположения обрабатываемых поверхностей), и технологических баз (базы, являющиеся опорными поверхностями при установке в приспособлениях).

Базами при установке заготовки долбяка на первой токарной операции будут наружная поверхность прокатанной заготовки по номером 1 и торец по номером 4.

Далее при обработке правого конца в качестве баз необходимо использовать отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

При токарной обработке левого конца в качестве баз необходимо использовать пов. 1 и торец, пов. 8.

При внутришлифовальной предварительной обработке возможно использовать пов. 1 и торец 8.

При внутришлифовальной окончательной обработке в качестве баз возможно использовать зубья, пов. 12 и торец 8.

При зубофрезерной и зубошлифовальной обработке в качестве баз используем отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

При затачивании пов. 11 и шлифовании пов. 1 в качестве баз используем отверстие, пов. 6 и торец, пов. 4.

В графической части работы на плане обработки представлены теоретические схемы базирования по операциям техпроцесса фланца несущего опоры бункера загрузки.

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от точности и шероховатости поверхностей, выбираем маршрут их обработки.

Результаты выбора маршрутов обработки долбяка приведены в таблице 2.1, где обозначено:

Т- обтачивание черновое,

Тч- обтачивание чистовое,

Р- растачивание черновое,

Рч- растачивание чистовое,

ЗФ- зубофрезерование, С- сверление,
 Ш- шлифование черновое, Шч- шлифование чистовое,
 Шт – шлифование тонкое, ЗШ- зубошлифование черновое,
 ЗШч- зубошлифование чистовое, ТО- термообработка

Таблица 2.1 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршруты обработки	IT	Ra
2,3	Т, Тч, ТО	12	2,5
10,9,5,7	Р, Рч, ТО	12	2,5
6	Р, Рч, Ш, ТО, Шч, Шт	4	0,32
4	Т, Тч, Ш, ТО, Шч, Шт	5	0,32
8	Т, Тч, ТО, Шч	6	0,63
11,1	Т, Тч, ТО, Ш, Шч	6	0,32
12	ЗФ, ТО, ЗШ, ЗШч	5	0,32

2.5 Технологический маршрут обработки детали

Составим таблицу с технологическим маршрутом обработки изделия по каждой операции, включая номер и название как операции, так и номеров базовых и обрабатываемых операций, качества и шероховатости (таблица 2.2)

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки долбяка.

№ оп.	Наименование операции	№ базовых поверх.	№ обраб. поверх.	IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
005	Абразивно-отрезная	1	4,11	14	20
010	Токарная черновая	1,4	11,10,8 6	13 12	5 5
015	Токарная черновая	6,8	4,2,1	13	5
020	Токарная чистовая	1,8	2-6	10	2,5

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
025	Токарная чистовая	4,6	1,7-11	10	2,5
030	Торцевнутришлифовальная	1,8	4,6	8	1,25
035	Зубофрезерная	4,6	12	8	2,5
040	Слесарная				
045	Моечная				
050	Контрольная				
055	Термическая				
060	Торцевнутришлифовальная	12,8	4 6	6 7	0,63 0,63
065	Торцешлифовальная	4,6	8,11	6	0,63
070	Зубошлифовальная	4,6	12	6	0,63
075	Заточная	4,6	11	7	0,63
080	Круглошлифовальная	4,6	1	8	0,63
085	Моечная				
090	Контрольная				
095	Торцевнутришлифовальная	12,8	4 6	5 6	0,32 0,32
100	Зубошлифовальная	4,6	12	5	0,32
105	Заточная	4,6	11	7	0,32
110	Круглошлифовальная	4,6	1	6	0,32
115	Заточная	4,6	13	8	0,32
120	Моечная				
125	Контрольная				
130	Химикотермическая				

2.6 План обработки детали

Проведем разработку плана обработки долбяка прямозубого с учетом особенностей производства.

Первый столбец в плане обработки показывает номер операции и её наименование; во втором столбце - применяемое оборудование; в третьем - операционный эскиз обработки, на котором показаны обрабатываемые поверхности, выделенный утолщенной линией, теоретическая схема базирования и операционные размеры. Четвертый столбец включает систему операционных допусков и технических требований.

2.7 Выбор средств технологического оснащения

2.7.1 Обоснование выбора оборудования

Состав используемого технологического оборудования представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технологическое оборудование

№ оп.	Наименование операции	Станок
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	Абразивно-отрезной СИ-30
010 015	Токарная черновая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
020 025	Токарная чистовая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
030	Торцевнутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
035	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 53А10
040	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев станок 4407
045 085 120	Моечная	Камерная моечная машина
060	Торцевнутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
065	Торцешлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
070	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный п/а 5893
075	Заточная	Заточной п/а МИ-05

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
080	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151
095	Торцевнутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227А
100	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный п/а 5893
105	Заточная	Заточной п/а МИ-05
110	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151
115	Заточная	Заточной п/а ВЗ-44

2.7.2 Обоснования выбора приспособлений

Состав используемых технологически приспособлений представлен в таблице 2.4

Таблица 2.4 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособление
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	Приспособление специальное с призмами ГОСТ 12195-66
010 015	Токарная черновая	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80
020	Токарная чистовая	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий ГОСТ 2675-80
025	Токарная чистовая	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71
030	Торцевнутришлифовальная	Патрон цанговый, установка по наружной поверхности ГОСТ 17200-71
035	Зубофрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с пневмоприводом
060	Торцевнутришлифовальная	Патрон мембранный, установка по зубьям ОСТ 3-3443-76
065	Торцешлифовальная	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
070	Зубошлифовальная	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71
075	Заточная	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71
080	Круглошлифовальная	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71
095	Торцевнутришлифовальная	Патрон мембранный, установка по зубьям ОСТ 3-3443-76
100	Зубошлифовальная	Патрон мембранный, установка по отверстию ОСТ 3-3443-76
105	Заточная	Патрон мембранный, установка по отверстию ОСТ 3-3443-76
110	Круглошлифовальная	Патрон мембранный, установка по отверстию ОСТ 3-3443-76
115	Заточная	Патрон цанговый, установка по отверстию ГОСТ 17200-71

2.7.2 Обоснование выбора режущего инструмента

Состав используемого вида режущего инструмента представлен в таблице 2.5

Таблица 2.5 – Инструмент режущий

№ оп	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
005	Абразивно-отрезная	Шлифовальный круг 1 400x5x32 24A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ2-250-0,1 ГОСТ 166-80
010 010	Токарная черновая	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
		<p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина расточная, Т5К10, с покрытием (Ti,Cr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$</p> <p>Сверло спиральное $\varnothing 18$ ГОСТ 10903-77 Р6М5К5, покрытие (Ti, Cr)C.</p>	ГОСТ 14827-69
015 020	Токарная чистовая	<p>Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125</p> <p>Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, покрытие (Ti,Cr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$, $\alpha=11^\circ$</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14827-69</p>
030	Торцевнутришлифовальная	<p>Шлифовальный круг 5 15x20x8 24А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>Шлифовальный круг 6 20x20x8 24А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14827-69</p>
035	Зубофрезерная	Фреза червячная модульная $\varnothing 63$ ГОСТ 9324-80, Р18К5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	<p>Шаблон ГОСТ 2534-73</p> <p>Приспособление мерительное с индикатором</p>
060	Торцевнутришлифовальная	<p>Шлифовальный круг 5 15x20x8 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>Шлифовальный круг 6 20x20x8 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007</p>	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Калибр-пробка ГОСТ 14827-69</p> <p>Приспособление мерительное с индикатором</p>
065	Торцешлифовальная	Шлифовальный круг 6 20x20x8 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	<p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p> <p>Приспособление мерительное с индикатором</p>

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
070	Зубошлифовальная	Круг шлифовальный 1 250x10x125 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
075	Заточная	Круг шлифовальный 5 20x20x8 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором Шаблон ГОСТ 2534-79
080	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 1 450x15x205 63С F60 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором Шаблон ГОСТ 2534-79
095	Торцевнутришлифовальная	Шлифовальный круг 5 15x20x8 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 20x20x8 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Приспособление мерительное с индикатором
100	Зубошлифовальная	Круг шлифовальный 1 250x10x125 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73 Приспособление мерительное с индикатором
105	Заточная	Круг шлифовальный 5 20x20x8 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором Шаблон ГОСТ 2534-79
110	Круглошлифовальная	Круг шлифовальный 1 450x15x205 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Приспособление мерительное с индикатором Шаблон ГОСТ 2534-79
115	Заточная	Круг шлифовальный 1 250x8x125 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-73

2.8 Разработка технологических операций

2.8.1 Расчет промежуточных припусков

Промежуточные припуска определим по [13]. Результат расчета припусков табличным методом сведем в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Припуски на обработку поверхностей долбяка

№ оп	Наименование оп.	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
010	Токарная черновая	11 10,8,6	1,0 2,0max
015	Токарная черновая	4,2,1	2,0max
020	Токарная чистовая	2-6	0,3
025	Токарная чистовая	1,7-11	0,3
030	Торцевнутришлифовальная	4,6	0,12
060	Торцевнутришлифовальная	4,6	0,08
065	Торцешлифовальная	8,11	0,12
070	Зубошлифовальная	12	0,12
075	Заточная	11	0,12
080	Круглошлифовальная	1	0,12
095	Торцевнутришлифовальная	4,6	0,05
100	Зубошлифовальная	12	0,05
105	Заточная	11	0,05
110	Круглошлифовальная	1	0,05
115	Заточная	13	0,1

2.8.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Расчет режимов резания аналитическим методом проводим на токарную операцию 020.

2.8.2.1 Исходные данные

- Деталь- долбяк
- Материал- сталь Р6М5 $\sigma_b = 850$ МПа
- Заготовка- прокат
- Приспособление- патрон цанговый

2.8.2.2 Структура операции

Оп. 025 Токарная чистовая

Рассмотри содержание операции:

Переход 1: Выполнить точение поверхностей с выдерживанием размеров $\varnothing 42_{-0,1}$, $11,54 \pm 0,042$; $6^\circ \pm 15'$; $5^\circ \pm 15'$.

Переход 2: Выполнить расточку поверхностей с выдерживанием размеров. $\varnothing 22^{+0,084}$, $\varnothing 26^{+0,084}$; $\varnothing 30^{+0,084}$; R2; $7,75 \pm 0,042$; $6,37 \pm 0,042$; $45^\circ \pm 20'$; $6^\circ \pm 15'$.

2.8.2.3 Выбор режущих инструментов

Пер. 1: Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6

$\varphi = 93^\circ$, $\varphi_1 = 27^\circ$, $\lambda = -2^\circ$ $\alpha = 11^\circ$; $h = 25$ $b = 25$ $L = 125$

Пер. 2: Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6

$\varphi = 105^\circ$, $\lambda = 0^\circ$ $\alpha = 11^\circ$; $h = 10$ $b = 10$ $L = 100$

2.8.2.4 Данные оборудования

Модель-АС16К25Ф3/1000

Мощность 10 Квт

Число скоростей шпинделя 22

Частота вращения шпинделя 12,5-2000 об/мин

2.8.2.5 Расчет режимов резания

2.8.2.5.1 Определим глубину резания t , мм

$$t = 0,3 \text{ мм}$$

2.8.2.5.2 Определим подачу S , мм/об

$$S = 0.15 \text{ мм/об [14].}$$

2.8.2.5.3 Определим расчётную скорость резания V , м/мин

$$V = \frac{C_U}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_U, \quad (2.4)$$

где C_U - поправочный коэффициент; $C_U = 420$ [14];

T – период стойкости, мин; $T = 60$ мин

t - глубина резания, мм;

m, x, y - показатели степени; $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.20$, [14];

K_U - поправочный коэф., который учитывает реальные условия при резании [12];

$$K_U = K_{MU} \cdot K_{ПУ} \cdot K_{ИУ}, \quad (2.5)$$

где K_{MU} – коэф., учитывающий качество обрабатываемого материала [14];

$K_{ПУ}$ – коэф., учитывающий состояние поверхности заготовки; $K_{ПУ} = 1.0$ [14];

$K_{ИУ}$ – коэф., учитывающий материал инструмента; $K_{ИУ} = 1,0$ [14];

$$K_{MU} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_U}, \quad (2.6)$$

где K_{Γ} – коэф., характеризующий группу стали по обрабатываемости; $K_{\Gamma} = 1.0$ [14];

σ_B – временное сопротивление;

n_U - показатель степени; $n_U = 1,0$ [12];,

$$K_{MU} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{850}\right)^{1,0} = 0,88$$

$$K_U = 0,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,88$$

При точении:

$$V_T = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,15^{0,2}} \cdot 0,88 = 285,3 \text{ м/мин.}$$

При расточке

$$V_{\text{раст}} = V_T \cdot 0,9 = 285,3 \cdot 0,9 = 256,7 \text{ м/мин.}$$

2.8.2.5.4 Определим частоту вращения шпинделя n , мин^{-1}

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.7)$$

где V - расчётная скорость при резании, м/мин;

Пер. 1: точение $\varnothing 42$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 285,3}{3,14 \cdot 42} = 2163 \text{ мин}^{-1}$$

Пер. 2: расточка $\varnothing 30$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 256,7}{3,14 \cdot 30} = 2725 \text{ мин}^{-1}$$

2.8.2.5.5 Выполним корректировку режимов резания по паспорту оборудования:

Здесь факт. частота вращения шпинделя составляет:

$$\text{Пер. 1: } n_1 = 2000 \text{ мин}^{-1};$$

$$\text{Пер. 2: } n_2 = 2000 \text{ мин}^{-1}$$

Выходит, что величина фактической скорости резания V , м/мин:

Пер. 1:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 42 \cdot 2000}{1000} = 263,8 \text{ м/мин};$$

Пер. 2:

$$V_2 = \frac{3.14 \cdot 30 \cdot 2000}{1000} = 188,4 \text{ м/мин};$$

2.8.2.5.6 Определим расчёт усилий при резании

Определим главную составляющую силы при резании: P_z , Н

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.8)$$

где C_p - поправочный коэф.; $C_p = 300$ [14];

x, y, n - показатели степени; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [14];

K_p - поправочный коэф.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\rho p} \quad (2.9)$$

K_{MP} - поправочный коэф., учитывающий качество обрабатываемых материалов [14];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (2.10)$$

где σ_B – временное сопротивление;

n - показатель степени; $n = 0,75$ [14];

$$K_{MP} = \left(\frac{850}{750} \right)^{0.75} = 1.10$$

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{\rho p}$ - поправочные коэф-ты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad K_{\gamma p} = 1,0 \quad K_{\lambda p} = 1,0 \quad K_{\rho p} = 1,0 \quad [14];$$

Тогда:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 263,8^{-0,15} \cdot 1,10 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 92 \text{ Н.}$$

2.8.2.5.7 Определим мощность при резании N, кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{92 \cdot 263,8}{1020 \cdot 60} = 0,4 \text{ кВт} \quad (2.11)$$

Для станка AC16K25Ф3/1000 $N_{\text{штп}} = N_d \cdot \eta = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$; $0,4 < 7,5$, т. е. мощности для обработки достаточно.

2.8.3 Расчет режимов резания табличным методом

Выполним расчет режимов резания табличным методом по методике, описанной в [1] и сведем результаты в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Режимы резания, определенные табличным методом

№ оп	Наименование оп.	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка S , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов V_r , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости v_r , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{\text{пр}}$ об/мин	Действительная скорость Резания $V_{\text{пр}}$ м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	Токарная черновая	Точить Ø 42,6	2,0	0,3	120	897	800	107,0
20	Токарная черновая	Точить Ø 33 Расточить Ø19,5	0,3 0,25	0,15 0,15	285,3 265	2753 4327	2000 2000	207,2 122,5
25	Токарная чистовая	Точить Ø 42 Расточить Ø 30	0,3 0,3	0,15 0,15	285,3 256,7	2163 2725	2000 2000	263,8 188,4
30	Торцевнутришлифовальная	Шлифовать Ø19,74 Шлифовать торец Ø31	0,12 0,12	5000** 0,008* 5000** 0,008*	35 35	564 360	564 360	35 35
35	Зубофрезерная	Фрез. зубья фрезой Ø 63	1,0	2,0	80	404	400	79,1
60	Торцевнутришлифовальная	Шлифовать Ø19,9 Шлифовать торец Ø31	0,08 0,08	4500** 0,005* 4500** 0,005*	35 35	560 360	560 360	35 35

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	Торцешлифовальная	Шлифовать торец Ø24	0,12	4500** 0,005*	35	696	696	35
		Шлифовать торец Ø42	0,12	4500** 0,005*	35	265	265	35
70	Зубошлифовальная	Шлифовать зубья	0,08	0,04* ³ 1,5* ⁴ 10* ⁵	35 м/с	-	-	35 м/с
75	Заточная	Заточить перед. пов. Ø 42	0,12	4000** 0,006*	35	265	265	35
80	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø41,76	0,12	0,006* 5	35	265	265	35
95	Торцевнутришлифовальная	Шлифовать Ø20	0,05	3500** 0,002*	35	560	560	35
		Шлифовать торец Ø31	0,05	3500** 0,002*	35	360	360	35
100	Зубошлифовальная	Шлифовать зубья	0,04	0,025* ³ 1,5* ⁴ 8* ⁵	35 м/с	-	-	35 м/с
105	Заточная	Заточить перед. пов. Ø 42	0,05	3500** 0,003*	35	265	265	35
110	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø41,66	0,05	0,003* 4	35	267	267	35
115	Заточная	Заточить R0.1	0,1	0,010* 8* ⁵	15 м/с	-	-	15 м/с

* -подача на врезание в мм/ход стола

** -подача в мм/мин

*³ -подача радиальная, в мм/дв.ход стола

*⁴ -подача обката, в мм/дв.ход стола

*⁵ -подача продольная, в м/мин

2.8.4 Определение норм времени на все операции

Определение штучно-калькуляционного времени [5]:

$$T_{ш-к} = T_{п-з}/n + T_{шт} \quad (2.12)$$

где $T_{п-з}$ - время на подготовительно-заключительные работы, мин;

n - количество деталей в партии при настройке оборудования, шт

$$n = N \cdot a / Д, \quad (2.13)$$

где N- годовая программа выпуска;

a- запуск в днях (периодичность). Принимаем a= 12;

Д- количество дней работы.

$$n = 10000 \cdot 12 / 254 = 472$$

Определим норму штучного времени $T_{шт}$:

Штучное время для всех операций, кроме шлифовальной определим как [5]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{об.от} \quad (2.14)$$

На шлифовальную операцию $T_{шт}$, мин определим [5]:

$$T_{шт} = T_o + T_v \cdot k + T_{тех} + T_{орг} + T_{от} \quad (2.15)$$

где T_o - основное время, мин;

T_v - вспомогательное время, мин.

Время на вспомогательные работы T_v , мин, состоит из затрат времени на отдельные приемы и определяется выражением [5]:

$$T_v = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \quad (2.16)$$

где $T_{у.с}$ – затраты времени на снятие и установку детали, мин;

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

$T_{уп}$ - затраты времени на управление, мин;

$T_{из}$ - затраты времени на замеры параметров детали, мин;

$K = 1,85$ - коэффициент перевода при средней серии;

$T_{об.от}$ - затраты времени на отдых, личные надобности и обслуживание рабочего места, мин;

$T_{\text{тех}}$ - затраты времени на техн. обслуживание рабочего места;

$T_{\text{орг}}$ - затраты времени на организационное обслуживание;

$T_{\text{от}}$ - затраты времени на личные надобности и отдых, мин.

$$T_{\text{тех}} = T_{\text{о}} \cdot t_{\text{п}} / T, \quad (2.17)$$

где $t_{\text{п}}$ - затраты времени на одну правку шлифовального инструмента, мин;

T - период стойкости круга, мин

Проведем определение норм времени на остальные операции, результат внесем в таблицу 2.8

Таблица 2.8 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	$T_{\text{о}}$ мин	$T_{\text{в}}$ мин	$T_{\text{оп}}$ мин	$T_{\text{об.от}}$ мин	$T_{\text{п-з}}$ мин	$T_{\text{шт}}$ мин	n	$T_{\text{шт-к}}$ мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Токарная черновая	0,256	0,277	0,533	0,032	25	0,565	472	0,516
15	Токарная черновая	0,179	0,292	0,471	0,028	17	0,499	472	0,535
20	Токарная чистовая	0,073	0,333	0,406	0,024	21	0,430	472	0,474
25	Токарная чистовая	0,100	0,407	0,507	0,030	21	0,537	472	0,581
30	Торцевнутришлифовальная	0,120	0,336	0,456	0,046	18	0,502	472	0,540
35	Зубофрезерная	2,400	0,322	2,722	0,163	26	2,885	472	2,940
60	Торцевнутришлифовальная	0,171	0,336	0,507	0,054	18	0,561	472	0,599
65	Торцешлифовальная	0,115	0,336	0,451	0,045	15	0,496	472	0,528
70	Зубошлифовальная	7,933	0,373	8,306	1,353	26	9,659	472	9,714
75	Заточная	0,110	0,303	0,413	0,042	15	0,455	472	0,487
80	Круглошлифовальная	0,182	0,303	0,485	0,054	15	0,539	472	0,571
95	Торцевнутришлифовальная	0,285	0,336	0,621	0,073	18	0,694	472	0,732
100	Зубошлифовальная	10,244	0,373	10,617	1,739	26	12,356	472	12,411

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
105	Заточная	0,114	0,303	0,417	0,043	15	0,460	472	0,492
110	Круглошлифовальная	0,206	0,303	0,509	0,058	15	0,567	472	0,599
115	Заточная	2,400	0,270	2,670	0,416	15	3,086	472	3,118

3 Проектирование станочного приспособления

В качестве станочного приспособления выступает патрон цанговый, используемый на токарных операциях

3.1 Расчет усилия резания

Расчет конструкции цангового патрона требует определения главной составляющей силы резания P_z , которая была определена ранее в соответствующем разделе 2,8. $P_z = 92 \text{ Н}$.

3.2 Расчет усилия зажима

При точении изделия на него воздействуют несколько сил. С одной стороны сила резания стремится провернуть и отжать заготовку, а с другой стороны силы закрепления, удерживающие заготовку в требуемом положении. Определим силу закрепления, исходя из условия равновесия моментов представленных сил, учитывая требуемый коэффициент запаса.

Силы резания и закрепления показаны на рисунке 3.1.

Исходя из условия равновесия моментов:

$$M_{\text{тр}} = M_{\text{рез}}, \quad (3.1)$$

Определим момент резания $M_{\text{рез}}$ от главной составляющей силы резания:

$$M_{\text{рез}} = P_z \cdot r, \quad (3.2)$$

где P_z – главная составляющая силы резания, Н;

r - радиус поверхности обработки, мм;

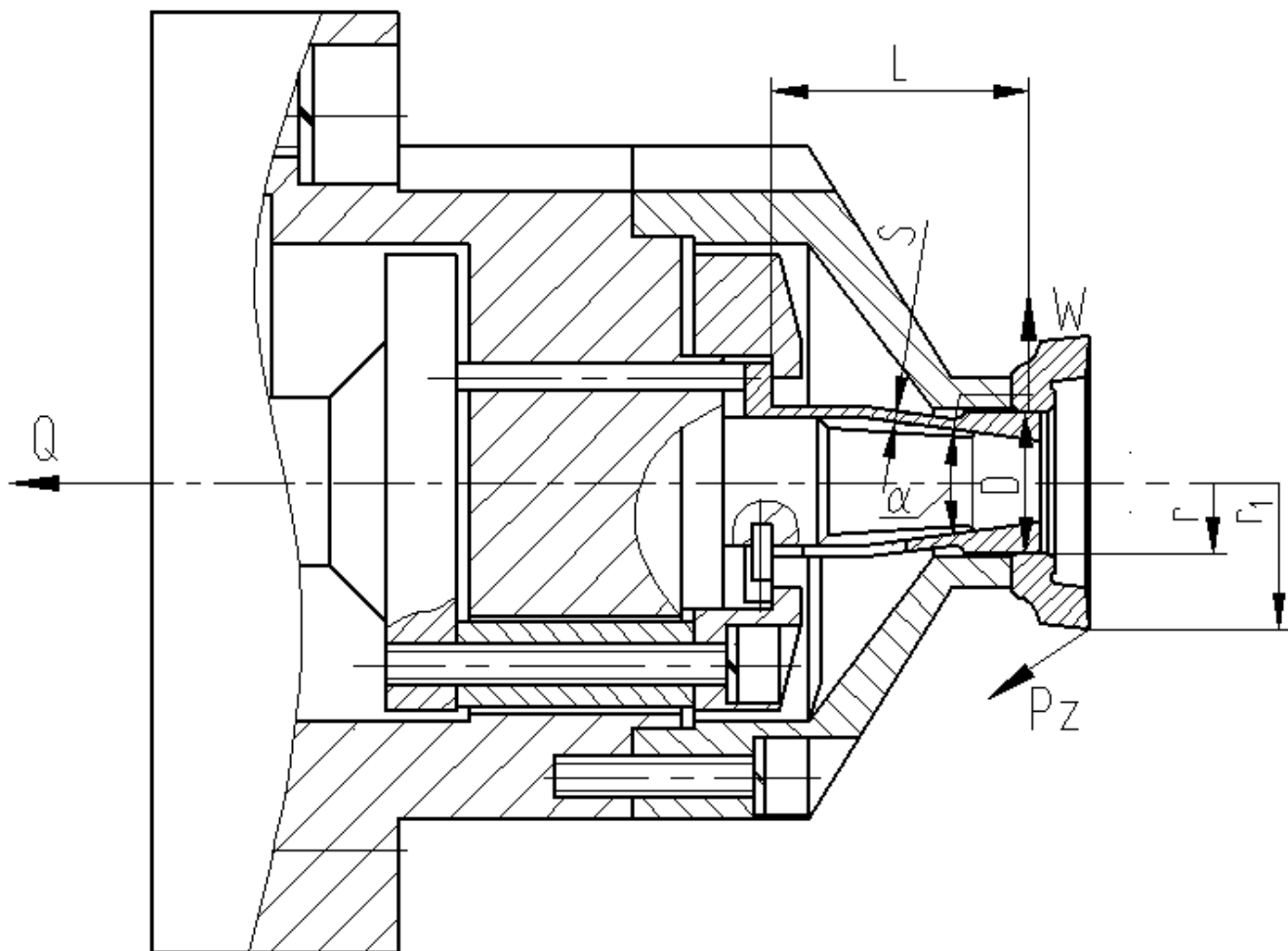


Рисунок 3.1 – Эскиз с указанием силы резания и силы закрепления

Суммарный момент трения $M_{тр}$ определяется по формуле:

$$M_{тр} = T \cdot r_1 = W_Z \cdot f \cdot r_1, \quad (3.3)$$

где T – величина суммарной силы трения в местах между установочными поверхностями и обрабатываемых заготовок, Н;

W_Z – суммарная сила закрепления, Н;

f – величина коэффициента трения на рабочих поверхностях лепестков цанги; $f = 0,16$ [2];

r_1 – радиус закрепления, мм;

Исходя из предположения, что моменты равны вычисляем требуемое усилие закрепления, не забывая при этом и про коэффициент запаса:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot r}{f \cdot r_1}, \quad (3.4)$$

где K - коэф. запаса

Определим величину коэффициента запаса K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.5)$$

где K_0 - гарантированный коэф. запаса. $K_0 = 1,5$ [14];

K_1 – коэф., учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки. $K_1 = 1,2$ [14];

K_2 – коэф., учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента. $K_2 = 1,0$ [14];

K_3 – коэф., учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании. $K_3 = 1,2$ [14];

K_4 – коэф., характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом. $K_4 = 1,0$ [14];

K_5 – коэф., характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма; $K_5 = 1,0$ [14].

K_6 – коэф., учитывающийся только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью. $K_6 = 1,0$ [14].

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16.$$

Если $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 92 \cdot 42 / 2}{0,16 \cdot 19,5 / 2} = 3096 \text{ Н}$$

3.3 Расчет зажимного механизма

Силу тяги привода Q , необходимую для обеспечения сил закрепления W_z определим выражением:

$$Q = K \cdot (W_z + W') \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right), \quad (3.6)$$

где $K = 1,05$ – коэф. запаса, учитывающий дополнительные силы трения в патроне;

W' - величина силы на разжим лепестков цанги, Н;

α - величина угла конуса цанги;

φ - величина угла трения между втулкой и цангой.

Для цанги, имеющей три лепестка силу сжатия этих лепестков определим выражением:

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{\Delta \cdot s \cdot D^3}{L^3}, \quad (3.7)$$

где Δ - величина зазора между заготовкой и цангой, мм;

s - величина толщины стенок лепестков, мм;

D - величина наружного диаметра поверхности лепестка, мм;

L - длина лепестков от места заделки до середины конуса, мм.

$$W' = 6 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 19,5^3}{36^3} = 191 \text{ Н.}$$

Тогда:

$$Q = 1,05 \cdot (996 + 191) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{15^\circ}{2} + 5^\circ 50'\right) = 818 \text{ Н.}$$

3.4 Расчет силового привода

Рассчитаем тянущую силу, необходимую приложить к штоку пневмоцилиндра (рабочее давление 0,4 МПа) по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

где Q – сила тяги на штоке, Н;

D – диаметр поршня в пневмоцилиндре, мм;

d – диаметр штока в пневмоцилиндре, мм;

p – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода

Принимаем по [14] приближенное значение $d = 0,25D$ и получаем:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2(1 - 0,25^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0,9375 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.9)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0,9375 \cdot p \cdot \eta}} = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.10)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{818}{0,4 \cdot 0,9}} = 55,7 \text{ мм}$$

Примем по ГОСТ 15608-81 самое близкое стандартное большее значение $D = 80$ мм.

Определяем величину хода штока поршня $h_{ш}$ пневмоцилиндра выражением:

$$h_{ш} = S_{ц} \cdot i_{п}, \quad (3.11)$$

где $S_{ц}$ – величина хода лепестков цанги с диаметральной направленности, мм;

$i_{п} = \text{ctg} \alpha$ – величина передаточного отношения зажимного механизма по перемещению.

$$S_{ц} = T + \Delta_{ГАР} + \Delta S_p, \quad (3.12)$$

где T – величина допуска на размер от базовой поверхности до поверхности закрепления, мм; для $\varnothing 19,5H10$ $T = 0,084$ мм

$\Delta_{\text{ГАР}}$ - величина гарантированного зазора между поверхностью заготовки и зажимным элементом приспособления ($\Delta_{\text{ГАР}} = 0.1 \dots 0.2$ мм), мм;

$\Delta S_{\text{ц}}$ - величина запаса хода, учитывающая износ и погрешность изготовления цанги, ($\Delta S_{\text{ц}} = 0.05 \dots 0.08$ мм), мм;

$$S_{\text{ц}} = 0.084 + 0.1 + 0.08 = 0.26 \text{ мм.}$$

$$i_{\text{ц}} = \text{ctg} \alpha / 2 = \text{ctg} 7,5^{\circ} = 7,6;$$

$$h_{\text{ц}} = 0,26 \cdot 7,6 = 2.0 \text{ мм}$$

Принимаем $h_{\text{ц}} = 2.0$ мм.

3.5 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0$, т.к. приспособление самоцентрирующее.

3.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Конструкция приспособления включает цанговый патрон и пневмопривод.

Патрон цанговый закрепляется с помощью винтов 19 на торце шпинделя.

На корпусе 1 патрона цангового закрепляется опора 3, посредством винтов 16 и шайб 27. По конусу корпуса 1 происходит установка цанги 4. Которая, в свою очередь, закрепляется посредством кольца 5 и штифта 31. Кольцо 5 крепится к штоку 2 винтами 17 с шайбами 27 через втулки 6. В отверстия корпуса 1 установлены плунжеры 7, которые одним концом упираются в шток 2, другим - в опору 3.

К штоку 2 с помощью муфты 8 присоединен шток 11 пневмоцилиндра.

Конструкция пневмопривода включает в себя корпус 14, хвостовик 10, установленный на подшипниках 26, которая крепится винтами 18 к пневмоцилиндру 9. Поршень 12 закреплен гайкой 20 и стопорной шайбой 30 на штоке 11. Установленные кольца 25 предотвращают удары поршня о стенки цилиндра.

Для подвода сжатого воздуха к пневмоцилиндру в корпусе 14 имеются два отверстия с конической резьбой для крепления шлангов. Для подачи сжатого воздуха в рабочие полости пневмоцилиндра в хвостовике 10 имеются каналы, выходные отверстия которых закрыты винтами 15.

Уплотнение пневмоцилиндра происходит за счет уплотнительных колец 22-24.

Принцип работы приспособления:

Подача сжатого воздуха в область штоковой полости пневмоцилиндра воздействует на перемещение поршня 12, который, в свою очередь, тянет за собой муфту 8 и шток 2, с цангой 4. При этом лепестки цанги, скользят по конусу корпуса 1, расходятся в радиальном направлении, что приводит одновременно к центрированию и закреплению заготовки. Подача же сжатого воздуха в область поршневой полости пневмоцилиндра приводит к перемещению поршня 12 в обратном направлении, что приводит к сжатию лепестков цанги 4 под действием плунжера 7 и соответственно заготовка раскрепляется..

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Анализ конструкции базового инструмента. Цели и задачи проектирования

И токарная черновая, и токарная чистовая обработка долбяка прямозубого выполняется резцами со сменными многогранными пластинами, которые имеют механическое крепление к корпусу недостаточной надежности, что, в свою очередь, приводит к частой замене пластин.

Основной задачей при проектировании является создание усовершенствованной конструкции резца для токарной обработки.

4.2 Проектирование и расчет резца

4.2.1 Главный угол в плане $\varphi = 93^\circ$ обеспечим использованием соответствующей трехгранной пластины, у которой передний угол $\gamma = 10^\circ$, и задний угол $\alpha = 5^\circ$.

4.2.2 Основные параметры резца примем:

размер рабочей высоты резца $h = 25$ мм;

размер ширины державки резца $b = 25$ мм;

размер высоты державки резца $h_1 = 25$ мм;

размер длины резца $L = 115$ мм

4.2.3 В качестве материалов резца выберем сталь 40Х твердостью 40...45 HRCэ для державки и твердый сплав Т15К6 для пластины.

4.2.4 Технические требования на резец принимаем по ГОСТ 266613-85.

4.2.5 Описание конструкции резца.

Резец токарный сборный с механическим креплением пластины 2 содержит державку 1, в резьбовые отверстия которой завинчены винты 7 и 8, кото-

рые служат для регулировки положения резца. Для закрепления пластины служит винт 2 с гайкой 6 и сферической шайбой 3. В отверстии державки 1 установлен ролик 5, который давит на скос винта 2. При закручивании винта 2 гайкой 6 винт своим скосом скользит по ролику 5, отходит назад и головкой поджимает режущую пластину 2 к основанию и боковой стороне державки.

4.2.6 Выполним сборочный чертеж резца с указанием величины предельных отклонений и технических требований.

4.3 Проверочный расчет на прочность

4.3.1 Определим величину изгибающего момента:

4.3.1.1 Величину вылета резца примем:

$$l = 1,25 H = 1,25 \times 25 = 31 \text{ мм.} \quad (4.1)$$

4.3.1.2 Выполним расчет силы P_z

Имеем $P_z = 92 \text{ Н}$

4.3.1.3 Определим величину изгибающего момента

$$M_{из} = P_z \cdot l = 92 \cdot 31 = 2852 \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (4.2)$$

4.3.2 Определим величину момента сопротивления изгибу

$$W_{из} = B^3/6 = 25^3/6 = 2604 \text{ мм}^3 \quad (4.3)$$

4.3.3 Определим величину напряжений изгиба, возникающих в державке резца:

$$\sigma_{из} = M_{из} / W_{из} = 2852/2604 = 1,1 \text{ МПа} \quad (4.4)$$

4.3.4 Определим величину допускаемого напряжения на изгиб:

$$[\sigma_{\text{н}}] = 700 \cdot 0,48 = 336 \text{ МПа} > \sigma_{\text{н}} = 1,1 \text{ МПа}$$

5 Проектирование средств контроля

5.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

На Оп 085 Контрольная происходит промежуточный выборочный контроль геометрических параметров корпуса.

После шлифовальных операций происходит контроль биения базовых отверстий относительно наружной поверхности. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

5.2 Описание конструкции приспособления.

Приспособление содержит основание 4, к которому винтами 14 крепится базовая плита 7, на которую устанавливаются индикаторные блоки для контроля биения.

Индикаторные блоки состоят из корпусов 3 и 4, к которым винтами 2 крепятся индикаторные головки датчиков компаратора для контроля биения.

Первая индикаторная головка – преобразователь литейных перемещений А33, производства НПО «Прибор», с ходом и измерительной вставки ± 1 мм - для контроля радиального биения

Второй головка – преобразователь литейных перемещений А40, производства НПО «Прибор», с ходом и измерительной вставки ± 1 мм - для контроля торцевого биения.

К корпусам 3 и 4 винтами 12 крепятся ограничительные планки 9.

В отверстие основания 4 устанавливается фланец 11, закрепленный винтами 15. В отверстие фланца установлена самоцентрирующая оправка 1. На плите также установлена стойка 8, закрепленная винтами 13. В стойке крепится винт 17, зафиксированный гайкой 18.

Для установки приспособления на контрольном столе на базовой плите установлены ножки 5.

Приспособление работает следующим образом:

Заготовка устанавливается в оправке 1 с упором в головку винта 17. Клино-плунжерная оправка 1 с помощью винта разжимается, центрируя заготовку

по базовому отверстию.

На плиту 7 устанавливается индикаторный блок для контроля радиального биения. В контролируемую поверхность упирается вставка индикаторной головки. Вращая деталь, вставка повторяет неровности профиля детали, и с индикатора снимают показания о биении наружной поверхности относительно базового отверстия.

Далее на плиту 7 устанавливается индикаторный блок для контроля торцевого биения. В контролируемую поверхность упирается вставка торцевой индикаторной головки. Вращая деталь, вставка повторяет неровности профиля детали, и с индикатора снимают показания о биении торца относительно базового отверстия.

5.3 Расчет точности приспособления

Определим допустимую погрешность контроля.

$$[\varepsilon] = (0,2 \dots 0,4)Td \quad (5.1)$$

В нашем случае для контроля биения:

$$[\varepsilon] = 0,4 \times 0,012 = 0,0048 \text{ мм.}$$

Фактическое значение погрешности контроля:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{прибора}}^2 + \varepsilon_{\text{эталона}}^2}, \quad (5.2)$$

где $\varepsilon_{\text{уст}}$ – погрешность установки детали на приспособлении;

$\varepsilon_{\text{прибора}}$ – погрешность измерительного прибора;

$\varepsilon_{\text{эталона}}$ – погрешность эталона.

$$\varepsilon_{\text{прибора}} = 0,5 \text{ мкм}$$

$\varepsilon_{\text{эталона}} = 0$, так как в нашем случае приспособление настраивают непосредственно по контролируемой детали.

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закрепл}}^2 + \varepsilon_{\text{полож. заг.}}^2}, \quad (5.3)$$

где $\varepsilon_{\text{баз.}}$ – погрешность базирования;
 $\varepsilon_{\text{закр.}}$ – погрешность закрепления детали в приспособлении;
 $\varepsilon_{\text{полож.заг.}}$ – погрешность положения заготовки;
 $\varepsilon_{\text{баз.}} = 0$, так как измерительная и технологическая базы совпадают;
 $\varepsilon_{\text{закр.}} = 0$, так как усилие закрепления незначительное;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}; \quad (5.4)$$

где Δ_1 – несоосность фланца и оправки $\Delta_1 = 2$ мкм;
 Δ_2 – максимальный зазор в сопряжении фланца и оправки $\Delta_2 = 3$ мкм;
 $\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{2^2 + 3^2} = 3,6$ мкм.
 $\varepsilon_{\text{уст.}} = \sqrt{0^2 + 0^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2} = 3,6$ мкм.
 $\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{0,5^2 + 3,6^2} = 3,63$ мкм.
 $\varepsilon_{\text{факт.}} < [\varepsilon]$: $0,00363$ мм $<$ $0,0048$ мм, таким образом, контрольное приспособление обеспечивает необходимую точность контроля.

6 Проектирование средств автоматизации

Произведем расчет захватного устройства промышленного робота для установки заготовки на токарных операциях.

6.1 Расчет нагрузок и реакций в губках

Определим точки приложения сил, реакции в губках для наихудшего случая положения детали в случае ее вертикального перемещения. Схема закрепления показана на рисунок 6.1

Силы захватывания, которые требуются для удержания заготовки в процессе ее перемещения определим по формуле:

$$W = K_1 \cdot K_2 \cdot m \cdot g, \quad (6.1)$$

где K_1 -коэффициент безопасности;

принимаем $K_1=3$;

K_2 -коэффициент передачи;

$$K_2 = \sin\alpha / (2 \cdot \mu) \quad (6.2)$$

где μ -коэффициент трения в месте контакта губок с заготовкой;

Принимаем $\mu = 0,16$

m -масса заготовки, кг

$G=9,8 \text{ м/с}^2$ -ускорение свободного падения

Тогда:

$$W = 3 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,178 \cdot 9,8 / (2 \cdot 0,16) = 8,2 \text{ Н}$$

6.2 Расчет усилия привода

Определим момент и силы привода захватного устройства.

Расчетная схема захватного устройства показана на рисунке 6.1

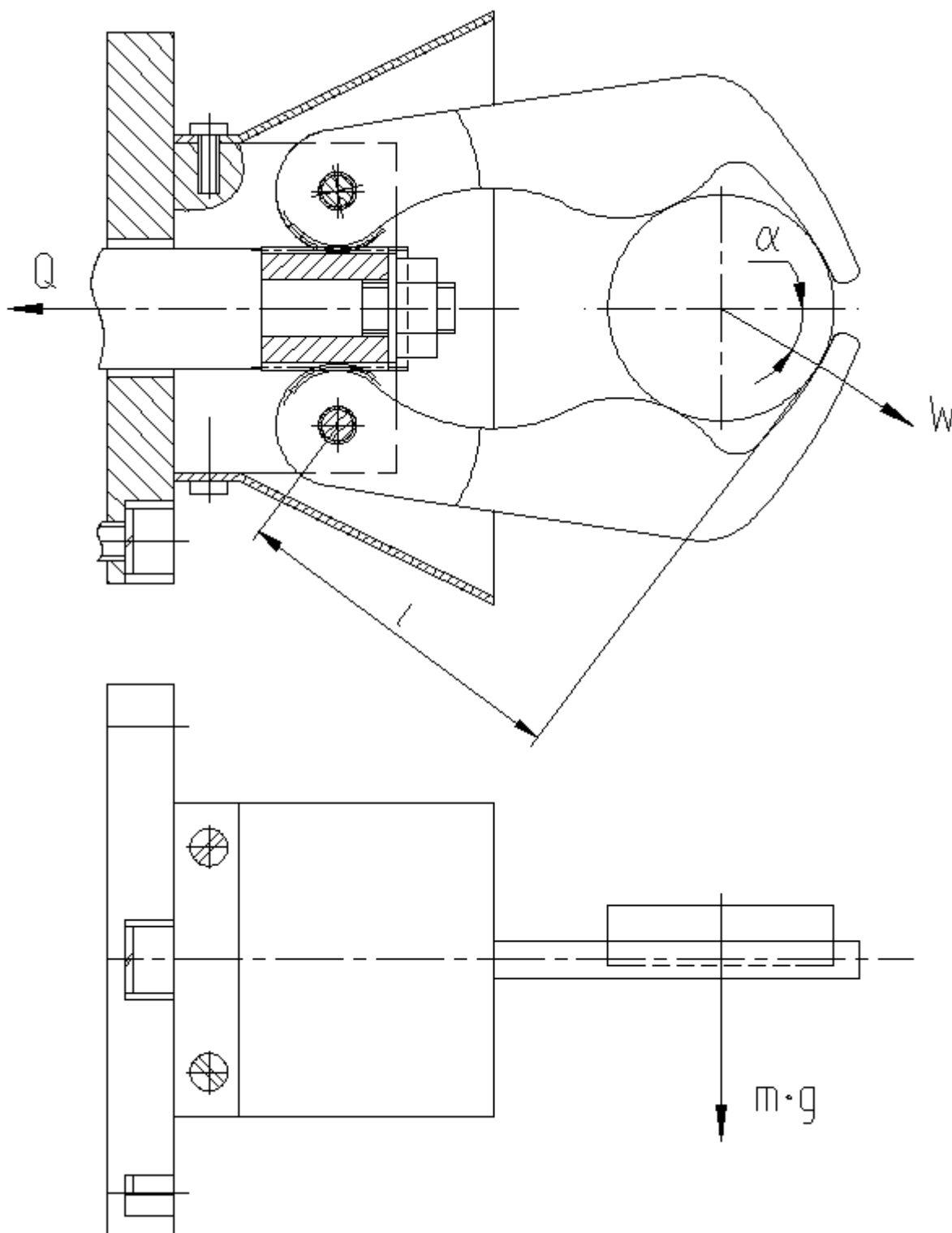


Рисунок 6.1 - Схема захватного устройства

Соотношение между силой Q привода, силами на губках захватного устройства определим из условия статического равновесия.

$$Q \cdot \eta = \frac{1}{m_c \cdot r_c} \cdot 2 \cdot M, \quad (6.3)$$

где P - усилие на приводе;

η - КПД реечной передачи;

m_c - модуль зубчатого сектора;

r_c - полное число зубьев сектора;

M - наибольший момент

Сила на штоке пневмоцилиндра с учетом КПД механизма:

$$Q = \frac{1}{m_c \cdot r_c \cdot \eta} \cdot 2 \cdot W \cdot l \quad (6.4)$$

$$Q = \frac{2 \cdot 8,2 \cdot 70}{0,75 \cdot 10 \cdot 0,9} = 170 \text{ Н}$$

6.3 Определение конструктивных параметров привода

В качестве привода принимаем пневмопривод с рабочим давлением $p=0,4$ МПа.

Определим диаметр поршня пневмоцилиндра по формуле (3.8).

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{170}{0,4 \cdot 0,9}} = 25,4 \text{ мм}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81с учетом габаритов приспособления стандартное значение $D = 80$ мм.

Ход губок, необходимый для захвата деталей равен 25 мм.

Ход штока пневмоцилиндра с учетом запаса хода равен 4 мм

6.4 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Описание захватного устройства:

Захватное устройство содержит губки 3, служащие для зажима заготовки. Губки 3 установлены во фланце 11 с помощью осей 8, зафиксированных кольцами 6. Губки 3 своим зубчатым сектором входят в зацепление с зубчатой рейкой 10. Рейка 10 установлена на конце штока 13 и зафиксирована гайкой 16 с шайбой 24. Фланец 11 крепится к корпусу 5 с помощью винтов 16 с шайбами 24 и штифтов 25. Для защиты зубчатого механизма от грязи к фланцу 11 винтами 15 крепится кожух 1.

Пневмоцилиндр состоит из двух корпуса 5, к которому с помощью винтов 14 с шайбами 23 крепится крышка 7. Через отверстие корпуса 5 проходит шток 13, на конце которого с помощью гайки 17 со стопорной шайбой 22 крепится поршень 9. Для уплотнения в пневмоцилиндре установлены резиновые кольца 18,19,20,21. Для предотвращения ударов поршня 9 о стенки цилиндра, на поршне установлены демпферы 4. Давление в цилиндр подается через два отверстия с резьбой R1/4''.

Устройство работает следующим образом:

При подаче воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра поршень 9 тянет шток 13, губки 3, входящие в зацепление с зубьями рейки 10 поворачиваются на осях 8 и закрепляют заготовку.

При подаче воздуха в поршневую полость шток с рейкой отходит вправо и разжимает заготовку.

7 Проектирование производственного участка

При проектировании механического цеха или его отдельного участка необходимо учитывать ряд особенностей конструкции детали, ее материал, тип производства и многое другое.

7.1 Выбор типа промышленного здания

Основные производственные помещения при производстве изделий для легкового машиностроения располагают, как правило, в одноэтажных зданиях.

Типом проектируемого цеха является цех механической обработки.

Для перемещения изделий между оборудованием в цеху предусмотрены кран-балки. Ширину пролетов принимаем 18 м. Основная сетка колонн составляет 18x12м.

7.2 Проектирование участка изготовления детали

Произведем расчёт всех параметров производственного участка по механической обработке долбяков, на котором обрабатывается деталь «долбяк прямозубый». На участке находятся универсальное и специализированное оборудование. Процесс загрузки изделий на оборудование производится вручную. Между оборудованием перемещение изделий осуществляется в кассетах электрокаром.

Таблица 7.1 - Исходные данные для расчета основных параметров производственного участка.

№	Наименование параметра	Единица измерения	Индекс	Значение
1	Годовая программа выпуска деталей	шт	P_r	10000
2	Планировочный размер потерь рабочего времени на отпуск рабочих	%	B_o	12
3	Число рабочих смен в сутки		n_{cm}	2
4	Продолжительность рабочей смены	мин	T_{cm}	480

Базовый и проектный техпроцесс изготовления деталей с указанием номеров и наименований операций, применяемого оборудования, основного и штучно-калькуляционного времени представлены в таблице 7.2.

Расчет норм времени приведен в п. 2.

Таблица 7.2

№ оп	Наименование операции	Наименование оборудования Базовый вариант (проектный вариант)	$T_o/T_{шт-к}$, мин Базовый вариант (проектный)
1	2	3	4
010	Токарная черновая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,256/0,516
015	Токарная черновая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,179/0,535
020	Токарная чистовая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,073/0,474
025	Токарная чистовая	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	0,100/0,581
030	Торцевнутришлиф.	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,120/0,540
035	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 53А10	2,400/2,940
040	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев станок 4407	0,240/0,380
045 085 120	Моечная	Камерная моечная машина	0,220/0,360

Продолжение таблицы 7.2

1	2	3	4
060	Торцевнутришлиф.	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,171/0,599
065	Торцешлифовал.	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	0,115/0,528
070	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный п/а 5893	7,933/9,714
075	Заточная	Заточной п/а МИ-05	0,110/0,487
080	Круглошлифовал.	Круглошлифовальный п/а 3М151	0,182/0,571
095	Торцевнутришл.	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227А	0,285/0,732
100	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный п/а 5893	10,244/12,411
105	Заточная	Заточной п/а МИ-05	0,114/0,492
110	Круглошлифовал.	Круглошлифовальный п/а 3М151	0,206/0,599
115	Заточная	Универсально-заточной ЗБ642 Заточной п/а ВЗ-44	4,320/5,527 (2,400/3,188)

7.2.1 Годовой номинальный фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{\text{н}} = (D_{\text{р}} \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{п}} \cdot T) \cdot n_{\text{см}}, \quad (7.1)$$

где $D_{\text{р}}$ – число рабочих дней в году;

$$D_{\text{р}} = 365 - 52 - 52/2 - 10 = 277 \text{ дн};$$

$T_{\text{см}}$ – время рабочей смены, ч;

$D_{\text{п}}$ – число предпраздничных дней; $D_{\text{п}} = 8$ дн;

T – количество часов, на которое сокращается рабочая смена в предпраздничные дни; $T = 1$ ч;

$n_{\text{см}}$ – число рабочих смен в сутки.

$$\Phi_{\text{н}} = (277 \cdot 8 - 8 \cdot 1) \cdot 2 = 4416 \text{ ч.}$$

7.2.2 Годовой эффективный фонд времени работы оборудования для среднесерийного производства:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_{\text{ном}} \cdot K_{\text{рем}} \cdot K_{\text{загр}} \quad (7.2.)$$

где $K_{\text{рем}}$ – коэффициент, учитывающий размер плановых потерь времени на

ремонт оборудования $K_{рем} = 0,9 \dots 0,95$

$K_{загр}$ - коэффициент, учитывающий среднюю загрузку оборудования по времени. $K_{загр} = 0,8 \dots 0,9$

$$\Phi_{э} = 4416 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 3775 \text{ ч}$$

7.2.3 Трудоемкость работ.

Средний разряд работ на участке- 4

7.2.4 Годовая трудоемкость обработки деталей

$$T_{Г} = P_{Г} \cdot T_{шт-к} \quad (7.3)$$

7.2.5 Количество оборудования на каждой операции:

$$C_{расч} = \frac{T_{Г}}{60 \cdot \Phi_{э}} \quad (7.4)$$

Округляя результаты до ближайшего большего целого числа, получим принятое количество оборудования на каждой операции $C_{пр}$.

7.2.6 Общее количество оборудования на участке:

$$C_{общ} = \sum_{i=1}^m C_i \quad (7.5)$$

7.2.7 Коэффициент загрузки оборудования на каждой операции:

$$K_з = \frac{C_{расч}}{C_{пр}} \quad (7.6)$$

7.2.8 Средний коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{zi}}{m} \quad (7.7)$$

Результаты расчётов по операциям сведём в таблицу 7.3

Таблица 7.3 - Количество рабочих мест и их коэффициент загрузки базовый вариант (проектный).

№ операции	$C_{расч.}$	$C_{пр.}$	$C_{общ}$	$K_з$	$K_{з.ср}$
010	0.0228	1	18(18)	0.0228	0,0873 (0,0932)
015	0.0236	1		0.0236	
020	0.0209	1		0.0209	
025	0.0257	1		0.0257	
030	0.0238	1		0.0238	
035	0.1298	1		0.1298	
040	0.0168	1		0.0168	
045,085,120	0.0159	1		0.0159	
060	0.0264	1		0.0264	
065	0.0233	1		0.0233	
070	0.4289	1		0.4289	
075	0.0215	1		0.0215	
080	0.0252	1		0.0252	
095	0.0323	1		0.0323	
100	0.5479	1		0.5479	
105	0.0217	1		0.0217	
110	0.0264	1		0.0264	
115	0.1377(0.2440)	1		0.1377(0.2440)	

7.2.9 График загрузки оборудования на участке (проектный вариант):

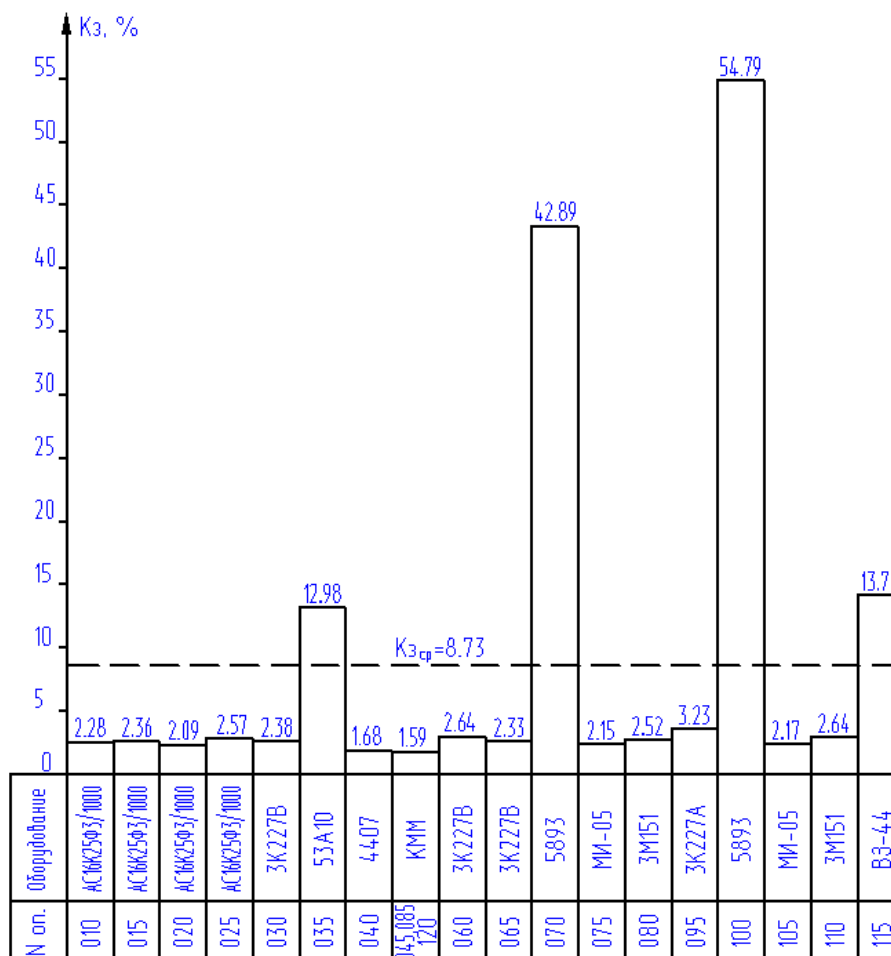


Рисунок 7.1.

7.2.10 Количество рабочих на участке

Промышленно-производственный персонал участка состоит из производственных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников (ИТР), служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП)

Количество основных рабочих на участке определяем по формуле для серийного производства:

$$P = \frac{\sum T_{шт} - k}{\Phi_{эр} \cdot K_{мн}} \quad (7.8)$$

где $\Phi_{эр}$ - действительный годовой фонд времени работы рабочего

$K_{мн}$ - коэффициент многостаночного обслуживания в серийном производ-

стве $K_M=1,3$

$$\Phi_{\text{ЭР}} = [(D_{\text{КАЛ}} - B - \Pi) \cdot T_{\text{см}} - D_{\text{ПР}} \cdot 2] \cdot [1 - \frac{B}{100}], \quad (7.9)$$

где $v=12\%$ - планируемый процент времени на отпуска рабочих, болезни и т.д.

$$\Phi_{\text{ЭР}} = [(365 - 104 - 10) \cdot 8 - 8 \cdot 2] \cdot [1 - \frac{12}{100}] = 1753 \text{ ч.}$$

Базовый вариант

$R = 37,986 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 2,78$ (из расчета годовой программы выпуска 10000 шт, без дозагрузки)

принимаем 3 рабочих

Проектный

$R = 35,577 \cdot 10000 / 1753 \cdot 1,3 \cdot 60 = 2,60$ (из расчета годовой программы выпуска 10000 шт, без дозагрузки)

принимаем 3 рабочих

Вспомогательные рабочие 35% от числа производственных рабочих

Базовый вариант

$$R_B = 3 \cdot 0,35 = 1,05$$

Принимаем 1 рабочего

Проектный

$$R_B = 3 \cdot 0,35 = 1,05$$

Принимаем 1 рабочего

ИТР – 12% от числа рабочих

$$\text{ИТР}_B = 0,12 \cdot 4 = 0,48 = 1$$

$$\text{ИТР}_{\text{пр}} = 0,12 \cdot 4 = 0,48 = 1$$

$$\text{МОП}_B = 1$$

$$\text{МОП}_{\text{пр}} = 1$$

8 Безопасность и экологичность технического объекта

8.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технологический паспорт объекта представлен в таблице 8.1

Таблица 8.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Отрезка	Абразивно-отрезная операция	Заготовитель (резчик металла)	Абразивно-отрезной станок СИ-30	Металл
2	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000	Металл, СОЖ
3	Зубофрезерование	Зубофрезерная операция	Зуборезчик	Зубофрезерный станок 53А10	Металл, СОЖ
4	Внутреннее шлифование	Торцевнутришлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ
5	Зубошлифование	Зубошлифовальная операция	Зубошлифовщик	Зубошлифовальный п/а 5893	Металл, СОЖ
6	Затачивание	Заточная операция	Заточник	Заточной п/а МИ-05 Заточной п/а ВЗ-44	Металл, СОЖ
7	Круглое шлифование	Круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный п/а 3М151	Металл, СОЖ

8.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице 8.2

Таблица 8.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Абразивно-отрезная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Абразивно-отрезной станок СИ-30
2	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000
3	Зубофрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Зубофрезерный станок 53А10
4	Торцевнутришлифовальная операция Круглошлифовальная операция Зубошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Круглошлифовальный п/а 3М151 Зубошлифовальный п/а 5893

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4
5	Заточная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Заточной п/а МИ-05 Заточной п/а ВЗ-44

8.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В данном разделе необходимо подобрать и обосновать используемые организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора.

Таблица 8.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации	Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать	Противошумные наушники, вкладыши, шлемы

		колебания	
--	--	-----------	--

Продолжение таблицы 8.2

1	2	3	4
5	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Притупление острых кромок, удаление заусенцев на слесарных операциях	Перчатки, рукавицы, напальчники

8.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

8.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
- 6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 8.4.

Таблица 8.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный с ЧПУ АС16К25Ф3/1000 Зубофрезерный станок 53А10	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества Воздействие огнетушащих веществ
2	Участок абразивной обработки	Абразивно-отрезной станок СИ-30 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Зубошлифовальный п/а 5893 Заточной п/а МИ-05 Заточной п/а ВЗ-44 Круглошлифовальный п/а 3М151	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Воздействие огнетушащих веществ

8.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 8.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

8.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 8.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Зубофрезерная операция Зубофрезерный станок 53A10	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в запрещенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

8.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

8.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов,

результаты которой отражены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Зубофрезерование	Зубофрезерный станок 53A10	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

8.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов.

Таблица 8.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

8.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления долбяка прямозубого, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления долбяка прямозубого, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

9 Экономическая эффективность проекта

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

9.1 Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Программа выпуска – 10000 шт. Материал детали – сталь Р6М5. Метод получения заготовки – прокат. Масса детали – 0,09 кг, масса заготовки – 0,178 кг.

Остальная краткая характеристика с необходимыми данными по писанию изменений в вариантах технологического процесса, представлена в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Описание изменений по сравниваемым вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 015 – Затыловочная	
<p>Притупление вершины зубьев радиусом R1 производится в ручном режиме.</p> <p><u>Оборудование</u> – универсально-заточной п/а, модель ЗБ642.</p> <p><u>Оснастка</u> – приспособление поворотное цанговое.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 11 100×30×20 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>То=5,527 мин Тшт=4,32 мин</p>	<p>Притупление вершины зубьев радиусом R1 производится в автоматическом режиме.</p> <p><u>Оборудование</u> – заточной п/а, модель ВЗ-44.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 1 250x8x125 63С F110 О 9 В А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007</p> <p>То=2,4 мин Тшт=3,188 мин</p>
<p>Тип производства – среднесерийный</p> <p>Условия труда – нормальные.</p> <p>Форма оплата труда – повременно-премиальная</p>	

Необходимые исходные данные по оборудованию, приспособлению, инструменту и т.д. заносим в таблицу. 9.2. Представленные значения не будут учитывать затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию (табл. 9.1), ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Таблица 9.2 – Исходные данные для расчета экономической эффективности

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
1	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{TR.PP}$	час	–	715
2	Цена единицы оборудования	C_{OB}	руб.	699650	995660
3	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{P.OB}$	руб.	34982,5	49783
4	Цена одной единицы приспособления	C_{PP}	руб.	16301,5	22064,2
5	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{P.PP}$	руб.	3260,3	4412,9
6	Цена единицы рабочего инструмента	$C_{И}$	руб.	96	144
7	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{P.И}$	руб.	19,2	28,8
8	Количество переточек	$H_{ПЕР}$		16	16
9	Цена одной переточки	$C_{ПЕР}$	руб.	286,9	286,9
10	Стойкость одной переточки	$T_{И}$	час	2	2
11	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$		1,1	1,05
12	Часовая тарифная ставка рабочего	$C_{ч}$	руб./час	72,24	72,24
13	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{ч.ТЕХ}$	руб./час	–	77,8
14	Габариты станка	$P_{УД}$	m^2	3,8	0,4
15	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{ДОП.ПЛ}$		4,5	5
16	Стоимость эксплуатации $1m^2$ площади здания в год	$C_{ПЛ}$	руб./ m^2	4500	4500
17	Установленная мощность единицы оборудования	$M_{УСТ}$	кВт	1,8	0,37
18	Коэффициент загрузки оборудования	$K_З$		0,191	0,11
19	Количество оборудования	N_{OB}	шт.	1	1
20	Цена за 1 кВт электроэнергии	$C_{ЭЭ}$	руб./кВт	2,582	
21	Цена за $1 m^3$ воды	$C_{В}$	руб./ m^3	4,479	
22	Цена за $1 m^3$ сжатого воздуха	$C_{СЖ}$	руб./ m^3	0,279	

9.2 Расчет капитальных вложений в совершенствование ТП

Для определения капитальных вложений, так же будем использовать уже представленные методические указания [10], которые, учитывая описанные изменения, позволят определить необходимые средства для вложений. Принимая во внимание тот факт, что изменениям подверглись лишь приспособления и инструмент, определим величину капитальных вложений с учетом этих особенностей по формулам (9.1) – (9.10). Так как интерес для нас представляет проектируемый вариант, то и расчеты будем вести только данному варианту, без учета базового.

$$З_{\text{ТР}} = T_{\text{ТР.ТР}} \cdot C_{\text{ч.ТЕХ}}, \text{ руб.} \quad (9.1)$$

$$K_{\text{ОБ}} = \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ}} \cdot k_3, \text{ руб.} \quad (9.2)$$

$$K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \cdot k_{\text{МОНТ}}, \text{ руб.} \quad (9.3)$$

$$K_{\text{ТР}} = K_{\text{ОБ}} \cdot 0,05, \text{ руб.} \quad (9.4)$$

$$K_{\text{ТР}} = \sum H_{\text{ТР}} \cdot Ц_{\text{ТР}} \cdot k_3, \text{ руб.} \quad (9.5)$$

$$K_{\text{И}} = \sum \frac{Ц_{\text{И}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot N_{\text{Г}} \cdot k_{\text{УБ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{\text{ПЕР}}} \right)^{60}}, \text{ руб.} \quad (9.6)$$

$$K_{\text{Э.ПЛ}} = \sum H_{\text{ОБ}} \cdot P_{\text{УД}} \cdot k_{\text{ДОП}} \cdot k_3 \cdot Ц_{\text{Э.ПЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.7)$$

$$З_{\text{ДЕМ}} = 0,1 \cdot \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ.ДЕМ}}, \text{ руб.} \quad (9.8)$$

$$B_{\text{РЕАЛ}} = 0,05 \cdot \sum H_{\text{ОБ}} \cdot Ц_{\text{ОБ.ДЕМ}}, \text{ руб.} \quad (9.9)$$

$$K_{\text{ВВ.ТР}} = З_{\text{ТР}} + K_{\text{ОБ}} + K_{\text{М}} + K_{\text{ТР}} + K_{\text{ТР}} + K_{\text{И}} + K_{\text{Э.ПЛ}} + З_{\text{ДЕМ}} - B_{\text{РЕАЛ}}, \text{ руб.} \quad (9.10)$$

Для расчетов значений по формулам (9.1) – (9.10) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения записаны в таблице 9.3

Таблица 8.3 – Расчетные значения, входящие в капитальные вложения по проектируемому варианту

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра
1	Затраты на проектирование, $Z_{ПР}$, руб.	55627
2	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, $K_{ОБ}$, руб.	109802,27
3	Затраты на доставку и монтаж оборудования, K_M , руб.	12078,25
4	Затраты на транспортные средства, $K_{ТР}$, руб.	5490,11
5	Затраты на приспособление, $K_{ПР}$, руб.	2433,26
6	Затраты на инструмент, $K_{И}$, руб.	1778,82
7	Затраты на эксплуатацию производственной площади, $K_{Э.ПЛ}$, руб.	992,53
8	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, $Z_{ДЕМ}$, руб.	12078,25
9	Выручка от реализации высвобожденного оборудования, $V_{РЕАЛ}$, руб.	5490,11
10	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{ВВ.ПР}$, руб.	223184,75

9.3 Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Основными элементами, входящими в технологическую себестоимость являются: основные материалы, заработная плата основных рабочих (операторов и наладчиков), начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, состоящие из определенного количества параметров. Все перечисленные элементы определяются по формулам, которые имеют подробное описание в методических рекомендациях [10].

Учитывая то, что материал и метод получения заготовки не изменился по вариантам, поэтому расчеты по определению величины основных материалов проводят не целесообразно, это связано с тем, что данная величина не повлияет на конечных результат расчетов. Остальные значения рассчитаем по следующему алгоритму.

$$Z_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum T_{ШГ} \cdot C_{ШГ}}{60} \cdot K_{У} \cdot K_{ПФ} \cdot K_{ПР} \cdot K_{Д} \cdot K_{Н} \cdot K_{В.Н}, \text{ руб.} \quad (9.11)$$

$$З_{\text{ПЛ.ОП}}(\text{АЗ}) = \frac{5,527 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 12,88 \text{ руб}$$

$$З_{\text{ПЛ.ОП}}(\text{ПР}) = \frac{3,188 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 9,65 \text{ руб}$$

$$H_{3.\text{ПЛ}} = 3\text{П} \cdot \kappa_{\text{С}} = \text{З}_{\text{ПЛ.ОП}} + 3_{\text{ПЛ.НАЛ}} \cdot \kappa_{\text{С}}, \text{ руб.} \quad (9.12)$$

$$H_{3.\text{ПЛ}}(\text{АЗ}) = (2,88 + 0) \cdot 0,3 = 3,86 \text{ руб}$$

$$H_{3.\text{ПЛ}}(\text{ПР}) = (9,65 + 0) \cdot 0,3 = 2,89 \text{ руб}$$

$$P_{\text{А}} = \frac{\text{Ц}_{\text{ОБ}} \cdot (\text{К}_{\text{МОИТ}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot H_{\text{А}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 100 \cdot 60 \cdot \kappa_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (9.13)$$

$$P_{\text{А}} = \frac{\text{Ц}_{\text{ОБ}} \cdot (\text{К}_{\text{МОИТ}} + 1) \cdot B_{\text{Р.ОБ}} \cdot \kappa_{\text{Р}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot 60 \cdot \kappa_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (9.14)$$

$$P_{\text{ЭЭ}} = \frac{M_{\text{УСТ}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot \text{Ц}_{\text{ЭЭ}} \cdot \kappa_{\text{М}} \cdot \kappa_{\text{П}} \cdot \kappa_{\text{ОД}} \cdot \kappa_{\text{В}}}{\text{КПД} \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (9.15)$$

$$P_{\text{И}} = \frac{\text{Ц}_{\text{И}} \cdot \kappa_{\text{ТР.И}} - B_{\text{Р.И}} \cdot \kappa_{\text{УБ}} + H_{\text{ПЕР}} \cdot \text{Ц}_{\text{ПЕР}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (\text{К}_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (9.16)$$

$$P_{\text{ПР}} = \frac{\text{Ц}_{\text{ПР}} \cdot \kappa_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{Р.ПР}} \cdot H_{\text{ПР}} \cdot \kappa_{\text{З}}}{N_{\text{ГОД}} \cdot T_{\text{ПР}}}, \text{ руб.} \quad (9.17)$$

$$P_{\text{СМ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}} \cdot P_{\text{СОЖ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.18)$$

$$P_{\text{В}} = \frac{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}} \cdot \text{Ц}_{\text{В}} \cdot Y_{\text{В}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.19)$$

$$P_{\text{ПЛ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}} \cdot P_{\text{УД}} \cdot \kappa_{\text{ДОП.ПЛ}} \cdot \text{Ц}_{\text{ПЛ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.20)$$

$$P_{\text{СЖ}} = \frac{H_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{З}} \cdot \Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot Y_{\text{СЖ}} \cdot \text{Ц}_{\text{СЖ}}}{N_{\text{ГОД}}}, \text{ руб.} \quad (9.21)$$

$$P_{\text{Э.ОБ}} = P_A + P_{P.OB} + P_{\text{Э.Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПР}} + P_{\text{СМ}} + P_{\text{В}} + P_{\text{ПЛ}} + P_{\text{СЖ}}, \text{ руб.} \quad (9.22)$$

Для расчетов значений по формулам (8.13) – (8.22) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения представлены в таблице 8.4

$$C_{\text{ТЕХ}} = 3\Pi + N_{\text{Э.ПЛ}} + P_{\text{Э.ОБ}}, \text{ руб.} \quad (9.23)$$

$$C_{\text{ТЕХ(БАЗ)}} = 12,88 + 3,86 + 3,01 = 19,75 \text{ руб}$$

$$C_{\text{ТЕХ(ПР)}} = 9,65 + 2,89 + 0,98 = 13,52 \text{ руб}$$

Таблица 8.4 – Расчетные значения параметров, входящих в расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение и единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расходы на амортизацию оборудования, P_A , руб.	0,147	0,121
2	Расходы на текущий ремонт, $P_{P.OB}$, руб.	0,045	0,037
3	Расходы на электроэнергию $P_{\text{Э}}$, руб.	0,227	0,026
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $P_{\text{И}}$, руб.	0,096	0,075
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $P_{\text{ПР}}$, руб.	0,791	0,483
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, $P_{\text{СМ}}$, руб.	0,025	0,014
7	Расходы на технологическую воду, $P_{\text{В}}$, руб.	0,206	0,119
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $P_{\text{Э.ПЛ}}$, руб.	0,003	0,002
9	Расходы на сжатый воздух, $P_{\text{СЖ}}$, руб.	1,471	0,099
11	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $P_{\text{Э.ОБ}}$, руб.	3,010	0,976

Далее определяем полную себестоимость выполнения рассматриваемых операций, для этого используем калькуляцию себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса [10]. Согласно ей мы получаем: полную себестоимость по базовому варианту – $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 66,83$ руб., а по проектному варианту – $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 48,78$ руб.

9.4 Расчет показателей экономической эффективности

$$П_{ОЖ} = (C_{ПОЛН(БАЗ)} - C_{ПОЛН(ПР)}) \cdot N_{ГОД}, \text{ руб.} \quad (9.24)$$

$$П_{ОЖ} = (66,83 - 48,78) \cdot 10000 = 180500 \text{ руб}$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ}, \text{ руб.} \quad (9.25)$$

$$Н_{ПРИБ} = 180500 \cdot 0,2 = 36100 \text{ руб}$$

$$П_{ЧИСТ} = П_{ОЖ} - Н_{ПРИБ}, \text{ руб.} \quad (9.26)$$

$$П_{ЧИСТ} = 180500 - 36100 = 144400 \text{ руб}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (9.27)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{223184,75}{144400} + 1 = 2,546 \approx 3 \text{ года}$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = П_{ЧИСТ.ДИСК} \cdot \sum_{i=1}^T \frac{1}{(1+E)^i}, \text{ руб.} \quad (9.28)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = П_{ЧИСТ.ДИСК}(T) = 144400 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 254288,4 \text{ руб}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ОБЩ}, \text{ руб.} \quad (9.29)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 254288,4 - 223184,75 = 31103,65$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ОБЩ}}, \text{ руб./руб.} \quad (9.30)$$

$$ИД = \frac{254288,4}{223184,75} = 1,14 \text{ руб/руб}$$

Благодаря замене оборудования, оснастки и инструмента на 015 операции, удалось уменьшить трудоемкость ее выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 27%, что позволит в будущем получить дополнительную чи-

стую прибыль в размере 144400 руб. Необходимые капитальные вложения в объеме 223184,75 руб. окупятся в течение 3-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет – 31103,65 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Выводы

По итогам выполнения выпускной квалификационной работы получены следующие результаты:

- спроектирован принципиально новый технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- спроектирована заготовка, получаемая из проката нормальной точности с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применено высокопроизводительное оборудование и оснастка;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- применен инструмент с износостойкими покрытиями, дающий существенное увеличение стойкости и производительности;
- при шлифовании в качестве материала круга применен сложнолегированный электрокорунд 91А, дающий наивысшие показатели качества и производительности;
- спроектирован резец токарный сборный с механическим креплением пластины;
- спроектирован патрон цанговый с пневмоприводом для токарной операции;
- спроектировано контрольное приспособление для контроля биения с высокоточными электронными индикаторными головками;
- спроектировано захватное устройство промышленного робота.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей проекта, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Экономический эффект составит 31103,65 рублей.

2 Предложения

Разработанный технологический процесс изготовления долбяка прямоугольного рекомендуется к применению при разработке аналогичных техпроцессов на АО "АвтоВАЗ" при переходе с единичного на серийное производство.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич [и др.]; под ред. А.Д. Корчемкина. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с., 5000 экз.
- 2 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений [Текст]: Учеб пособие для учащихся техникумов. / А.П. Белоусов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.школа, 1980. - 240 с.
- 3 Боровков, В.М. Разработка и проектирование чертежа штамповки. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 10 с.
- 4 Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания [Текст] / В.М. Боровков, Тольятти, ТГУ, 2013 - 16 с.
- 5 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с 4-го издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с., 1000 экз. – ISBN 978-5-903034-08-6.
- 6 Гордеев, А.В. Выбор метода получения заготовки. Метод, указания [Текст] / А.В. Гордеев, - Тольятти, ТГУ, 2004.-9 с.
- 7 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. [Текст] / Л.Н. Горина, - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –33 с.
- 8 ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый [Текст]. – Введ. 2009-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 16 с.
- 9 Добрыднев, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыднев. – М: Машиностроение, 1985. - 184 с., ил., 75000 экз.
- 10 Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100) [Текст]/ Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с..

11 Михайлов, А.В. Методические указания для студентов по выполнению курсового проекта по специальности 151001 Технология машиностроения по дисциплине «Технология машиностроения» / А.В. Михайлов, – Тольятти, ТТК, 2008. - 75 с.

12 Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах [Текст]: Учеб. пособие для техникумов. / Н.А. Нефедов. 2-е изд. перераб. и доп.- М.: Высш. Школа, 1986. – 239 с., ил., 10000 экз.

13 Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по предмету "Основы учения о резании металлов и режущий инструмент". / Н.А.. Нефедов. 5-е изд. перераб. и доп - М.: Машиностроение, 1990.- 448 с. ил., - ISBN 5-217-01018-5.

14 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 1 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 912 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

15 Справочник технолога - машиностроителя [Текст]: в 2-х т. Т. 2 / А.М.Дальский [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., исправл. - М: Машиностроение-1, 2003. – 944 с., ил., – ISBN 5-94275-013-0 (общ.).

16 Станочные приспособления: Справочник [Текст] В 2-х т. Т. 1./ Б.Н. Вардашкин [и др.]; под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова; - М.: Машиностроение, 1984, - 592 с., ил.

17 Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник. Пер. с англ. 2-е изд. Стер./ Р. Таймингс, – М.: Додэка-XXI, 2008, - 336 с.

18 Ткачук, К.Н. Безопасность труда в промышленности / К.Н. Ткачук [и др.] – К. Техника, 1982, 231 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

Дубл. Взам. Побл.																				
	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
А	Обозначение документа																			
Б																				
01А	XXXXXX	065	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
02Б	38132XXX			3К227В		2	18873	411	1Р	1	1	1	1	472	1	15	0,496			
03																				
04А	XXXXXX	070	4135	Зубошлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
05Б	38132XXX			5893		2	18873	411	1Р	1	1	1	1	472	1	26	9,659			
06																				
07А	XXXXXX	075	4142	Заточная	ИОТ И 37.101.7419-85															
08Б	38132XXX			МИ-05		2	18873	411	1Р	1	1	1	1	472	1	15	0,455			
09																				
10А	XXXXXX	080	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
11Б	38132XXX			3М151		2	18873	411	1Р	1	1	1	1	472	1	15	0,539			
12																				
13А	XXXXXX	085	0130	Моечная																
14Б	375698XXX			КММ																
15																				
16А	XXXXXX	090	0200	Контрольная																
17																				
18А	XXXXXX	095	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85															
МК																				

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Операционные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Спецификация к чертежу режущего инструмента

Форм.	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.523.63.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.523.63.001	Державка	1	
		2	16.07.ТМ.523.63.001	Винт	1	
		3	16.07.ТМ.523.63.001	Шайба	1	
		4	16.07.ТМ.523.63.001	Пластина	1	
		5	16.07.ТМ.523.63.001	Ролик	1	
		6	16.07.ТМ.523.63.001	Гайка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Винт М6-6dх50. 109.40.019		
				ГОСТ 17475-80	1	
		8		Винт М8х0,75-6dх28.35х.05		
				ГОСТ 11074-75	1	
			16.07.ТМ.523.63.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Нзрар.	Зркин				Лит.	Лист
Пров.	Бобровский					Листов
Л. контр.	Виткалов				ТГУ, зр. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					
Резец токарный						

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Спецификация к чертежу станочного приспособления

Форм.	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.523.60.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	16.07.ТМ.523.60.001	Корпус	1	
		2	16.07.ТМ.523.60.001	Шток	1	
		3	16.07.ТМ.523.60.001	Опора	1	
		4	16.07.ТМ.523.60.001	Цанга	1	
		5	16.07.ТМ.523.60.001	Кольцо	1	
		6	16.07.ТМ.523.60.001	Втулка	4	
		7	16.07.ТМ.523.60.001	Плунжер	4	
		8	16.07.ТМ.523.60.001	Муфта	1	
		9	16.07.ТМ.523.60.001	Цилиндр	1	
		10	16.07.ТМ.523.60.001	Хвостовик	1	
		11	16.07.ТМ.523.60.001	Шток	1	
		12	16.07.ТМ.523.60.001	Поршень	1	
		13	16.07.ТМ.523.60.001	Втулка	2	
		14	16.07.ТМ.523.60.001	Корпус	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		15		Винт М5-6dх8		
				ГОСТ 4587-72	4	
			16.07.ТМ.523.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Испол.	Эркин				Лист	Листов
Проект.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, в.р. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Спецификация к чертежу мерительного приспособления

Форм.	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.ТМ.523.61.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.ТМ.523.61.100	Оправка	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.ТМ.523.61.001	Винт	2	
		3	16.07.ТМ.523.61.001	Корпус	1	
		4	16.07.ТМ.523.61.001	Корпус	1	
		5	16.07.ТМ.523.61.001	Ножка	4	
		6	16.07.ТМ.523.61.001	Основание	1	
		7	16.07.ТМ.523.61.001	Плита	1	
		8	16.07.ТМ.523.61.001	Стойка	1	
		9	16.07.ТМ.523.61.001	Планка	1	
		10	16.07.ТМ.523.61.001	Табличка	1	
		11	16.07.ТМ.523.61.001	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Винты ГОСТ 11738-72		
			16.07.ТМ.523.61.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Издано.	Зркин				Лист	Листов
Пров.	Бобровский				1	2
И. контр.	Виткалов				ТГУ, вв. ТМз-1001	
Утв.	Бобровский					
Приспособление						
контрольное						

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Спецификация к чертежу захватного устройства

