

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

«__» _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.01«Машиностроение»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Рево В.С _____ гр. МСб 1203

1. Тема Разработка технологического процесса изготовления планки опорной с анализом температуры шлифования.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «28»06 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертеж планки опорной, программа выпуска N=75000 шт.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 60-80 с.)

Титульный лист

Задание

Календарный план

Аннотация

Содержание

Введение, цель работы

1) Область применения и условия изготовления планки опорной

2) Разработка технологического процесса изготовления планки опорной

3) Проектирование спирального ступенчатого сверла

4) Проектирование консольного скальчатого кондуктора

5) Анализ температуры шлифования

6) Определение стратегии механической обработки планки опорной на операциях

7) *Безопасность и экологичность технического объекта*

8) *Экономическая эффективность работы*

Заключение.

Список используемых источников.

Приложения: технологическая документация

5. Ориентировочный перечень графического материала (5-11 листов формата А1)

1) Деталь	0,5 – 1
2) План обработки	2 – 2,5
3) Технологические наладки	2 – 3
4) Приспособление	1 – 1,5
5) Режущий инструмент	0,5 – 1
6) Научные исследования	2 – 3
6) Презентация	0,5 – 1

6. Консультанты по разделам

Н.В.Зубкова _____ Подпись _____

К.Ш.Нуров _____ Подпись _____

В.Г.Виткалов _____ Подпись _____

7. Дата выдачи задания « 31 » марта 2016 г.

Руководитель квалификационной работы	выпускной	_____	<u>Л.А.Резников</u> (И.О. Фамилия)
		(подпись)	
Задание принял к исполнению		_____	<u>В.С.Рево</u> (И.О. Фамилия)
		(подпись)	

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. заведующего кафедрой
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобровский
(подпись)

« ____ » _____ 2016 г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы¹**

Студента Рево Вероники Сергеевны гр. МСб-1203
По теме Разработка технологического процесса изготовления планки опорной с анализом температуры шлифования

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Задание.Аннотация.Содержание.	03.04.2016			
Введение, цель работы	08.04.2016			
Область применения и условия изготовления планки опорной. Разработка технологического процесса изготовления планки опорной	14.04.2016			
Проектирование спирального ступенчатого сверла	21.04.2016			
Проектирование консольного скальчатого кондуктора	28.04.2016			
Анализ температуры шлифования	05.05.2016			
Определение стратегии механической обработки планки опорной на операциях	15.05.2016			
Безопасность и экологичность технического объекта	18.05.2016			
Экономическая эффективность работы	25.05.2016			

¹ Бакалаврской работы

Продолжение таблицы

Заключение.	30.05.2016			
Список используемой литературы.				
Предварительная защита	16.06.2016		Пройдено	

Руководитель выпускной квалификационной
работы

Л.А.Резников

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

В.С.Рево

(подпись)

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Рево В.С. Выпускная квалификационная работа. Разработка технологического процесса изготовления планки опорной с анализом температуры шлифования.

Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.

ТГУ: Тольятти, 2016г., 75 с., 4 л. формата А1, 2 л. формата А2, 1 л. формата А3, 4 плаката на л. формата А1.

Целью данной работы является исследование температуры шлифования, а также разработка технологического процесса изготовления планки опорной.

На основе исследований, проведенных в данной работе, а также полученных за время обучения знаний был разработан технологический процесс изготовления планки опорной с учетом температуры возникающей на операции шлифования. Расчет температуры показал, что можно использовать алмазный круг.

Проведен анализ передних углов вдоль режущей кромки ступенчатого сверла, на основании которого принято решение о подточке кромки.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Область применения и условия изготовления планки опорной.....	8
2 Разработка технологического процесса изготовления планки опорной.....	9
2.1 Анализ исходных данных.....	9
2.2 Разработка технологического маршрута изготовления планки	10
2.3 Выбор технологических баз.....	12
2.4 Выбор средств технологического оснащения.....	14
3 Проектирование спирального ступенчатого сверла.....	20
3.1 Анализ исходных данных.....	20
3.2 Расчет режимов резания.....	21
3.2.1 Расчет для первой ступени.....	21
3.2.2 Расчет для второй ступени.....	23
3.3 Определение геометрии сверла.....	25
3.4 Анализ передних углов режущих кромок сверла.....	25
4 Проектирование консольного скальчатого кондуктора.....	28
4.1 Анализ исходных данных.....	28
4.2 Расчет режимов резания.....	29
4.3 Расчет усилия зажима.....	29
4.4 Расчет зажимного механизма и силового привода	30
4.5 Расчет погрешности установки заготовки в приспособление....	31
4.6 Принцип работы скальчатого кондуктора с механизированным приводом.....	33
5 Анализ температуры шлифования.....	35
5.1 Введение в раздел.....	35
5.2 Анализ исходных данных.....	36
5.3 Расчет условий шлифования.....	39
5.3.1 Анализ распределения размеров зерен шлифпорошка по фракциям...39	
5.3.2 Расчет рабочего слоя шлифовального круга.....	41

5.3.3 Расчет температуры шлифования.....	43
6 Определение стратегии механической обработки планки опорной на операциях.....	46
6.1 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на фрезерную операцию №025.	46
6.2 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на сверлильную операцию №040.....	49
6.3 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на шлифовальную операцию №055.....	51
7 Безопасность и экологичность технического объекта	54
8 Экономическая эффективность работы.....	68
Заключение.....	71
Список используемых источников.....	72
Приложения.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение показателей качества и производительности труда, а также выпуск изделий, сравнимых по характеристикам с эталонами - одна из основных задач машиностроительного производства в условиях рыночной экономики. Для решения этих задач необходимо применять усовершенствованные за счет модернизации технологической оснастки и станочного оборудования процессы производства изделий.

Этот вопрос остается острым, поэтому данная тема выпускной работы является актуальной, поскольку в ней приведены решения по повышению производительности труда и качества изготовления планки опорной путем модернизации существующего технологического процесса.

Для повышения производительности операций шлифования были использованы алмазные круги. Однако эти круги не должны работать с режимом, при котором температура резания превышает температуру аллотропного превращения алмаза в графит. Применение высокопроизводительных алмазных кругов требует оценки температуры шлифования, что и было сделано в исследовательской части работы.

Целью работы является повышение уровня экономической эффективности и производительности изготовления планки опорной за счет использования более результативных схем обработки, инструментов (алмазные круги) и проектирования специального режущего инструмента (ступенчатое сверло) и приспособления (скальчатый кондуктор).

1 Область применения и условия изготовления планки опорной

Представленная в данной выпускной работе планка опорная используется как опора для установки в индукторе для закалки шейки коленчатого вала.

Изначально процесс изготовления планки опорной имел характер единичного производства, т.е. использовалось большое количество ручных работ квалифицированными рабочими, применялось универсальное оборудование.

В связи с увеличением количества выпускаемых изделий появилась необходимость разработать новый технологический процесс с использованием специализированных приспособлений и режущего инструмента, который будет иметь характер крупносерийного типа производства.

2 Разработка технологического процесса изготовления планки опорной

2.1 Анализ исходных данных

Разработаем технологический процесс изготовления планки опорной, для этого используем [2], [3], [4], [5].

На рисунке 1 представлен эскиз планки опорной с номерами поверхностей, а в таблице 1 – их классификация:

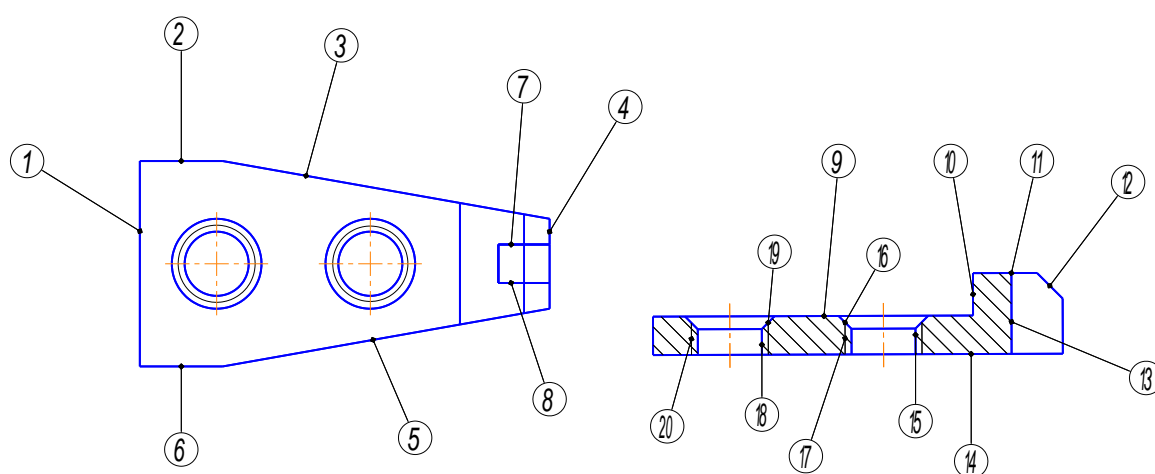


Рис.1 Эскиз планки опорной

Таблица 1 - Классификация поверхностей планки опорной²

Вид поверхности	№ поверхности
Основные конструкторские базы	9,10,15,16,17,18,19,20
Вспомогательные констр. базы	7,8,9,10,13,15,16,17,18,19,20
Технологические базы	1,10,14
Исполнительные	4
Свободные	2,3,5,6,11,12

² Рисунок выполнен автором

Материал планки опорной - 12X18H10T, материал впаиваемой пластины - твердый сплав ВК8

Материал планки опорной - сталь 12X18H10T по ГОСТ 19903-74 имеет следующие характеристики по [3]:

Таблица 2 - Характеристики стали, в %

Марка стали	C, %	Cr, %	Fe, %	Mn, %	Ni, %	P, %	S, %	Si, %	Ti, %
12X18H10T	≤0,12	17-19,0	Осн.~67	≤2,0	9-11,0	≤0,035	≤0,020	≤0,8	5·С-0,8

Твердость в состоянии поставки –179 МПа НВ 10⁻¹

Материал вставной пластины - твердый сплав ВК8 по ГОСТ 3882-74 имеет следующие характеристики по [3]:

Таблица 3 - Характеристики сплава

Марка сплава	C, %	WC, %
ВК8	До 8	92

Твердость в состоянии поставки –HRA 88.

Соединение планки опорной и пластины будет осуществляться высокотемпературной пайкой, так как она минимизирует коробление в узле тонкостенного изделия.

2.2 Разработка технологического маршрута изготовления планки

Таблица 4 - Разработка технологического маршрута изготовления планки опорной

N	Оборудование	Содержание операции
000 Заготовительная	Станок отрезной Friggi VAS OSF	Отрезать заготовки
005 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г	Переход 1 Фрезеровать основание 14 Переход 2 Фрезеровать левый торец 1

Продолжение таблицы 4

010 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г	Переход 1 Фрезеровать поверхность 11 Переход 2 Фрезеровать правый торец 4
015 Фрезерная	Универсально-фрезерный станок 6Н81	Переход 1 Фрезеровать торцы 2, 6 Переход 2 Фрезеровать паз (поверхности 7, 8, 13)
020 Фрезерная	Универсально-фрезерный станок 6Н81	Фрезеровать два скоса 3и 5 по 10°
025 Фрезерная	Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ	Фрезеровать занижение (поверхности 9, 10)
030 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г	Фрезеровать фаску 12
035 Пайка	Сварочный полуавтомат М 3030 automotive	Припаять пластину в паз (поверхности 7, 8, 13)
040 Сверлильная	Вертикально-сверлильный станок 2А135	Сверлить 2 отверстия 15, 18 напроход, подрезать фаски 16, 19
045 Резьбонарезание	Вертикально-сверлильный станок 2С132К	Прорезать резьбу 17, 20
050 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618Н	Переход 1 Шлифовать основание 14 Переход 2 Шлифовать левый торец 1
055 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618Н	Шлифовать поверхность 11

Продолжение таблицы 4

060 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618H	Шлифовать фаску 12
065 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618H	Шлифовать правый торец 4
070 Моечная	Моечная машина	
075 Контрольная	Контрольный стол	Контроль согласно рабочему чертежу

2.3 Выбор технологических баз.

Производительность изготовления изделия во многом зависит от определения технологических баз. Этот выбор является сложной задачей, потому что влияет на решение множества частных задач в техпроцессе механической обработки детали (гарантирование различных технических требований).

Поверхности, линии, точки заготовки, которые ориентируют ее при закреплении на станке для обработки, понимают как технологические базы, а расположение заготовки, которое реализуется с помощью опор приспособления, называют базированием. Поверхности, линии и точки заготовки, относительно которых проводят контроль необходимых размеров, являются измерительными базами.

Для базирования заготовки нужно лишить ее шести степеней свободы, значит, хватит шести опорных точек, расположенных определенным образом.

У плоских заготовок основными технологическими базами являются плоскости. Самая большая по площади поверхность является установочной базой. Также технологические базы определяют по типу их проявления: явные и скрытые, и по осуществлению: естественные и искусственные. Явными называют действительные составляющие структуры заготовки, а

скрытыми – условные плоскости, линии, точки, которые используются как технологические базы. Естественные базы – реальные составляющие структуры заготовки, которые используются как технологические базы, а искусственные – вспомогательные элементы, которые создаются на заготовке, для того, чтобы реализовать теоретическую схему базирования.

Таблица 5 - Выбор технологических баз

N операц ий	N Опорных точек	Наименование базы	Характер проявления		Реализация	
			Явная	Скрытая	Естественная	Искусственная
005	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
010	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
015	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
020	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
025	1-3	УБ	+		+	
	4-5	НБ		+	+	
	6	О	+		+	
030	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
035	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
040	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	

Продолжение таблицы 5

045	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
050	1-3	УБ	+		+	
	4-5	НБ		+	+	
	6	О	+		+	
055	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
060	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	
065	1-3	УБ	+		+	
	4-5	ДО	+		+	
	6	О	+		+	

2.4. Выбор средств технологического оснащения.

После того, как мы разработали технологический маршрут изготовления детали и теоретические схемы базирования, сделаем выбор средств технологической оснастки для каждой операции. В крупносерийном и массовом производстве чаще всего предпочитают специальное оборудование, инструмент и приспособления.

Таблица 6 - Выбор СТО

Наименование операции	Наименование оборудования	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контроль измерений
000 Заготовительная	Станок отрезной Friggi VAS OSF	Тиски автоматические HWE-AMV 160L-C	Прецизионные направляющие пилы на шарикоподшипниках 500x20	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 6

005 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г	Специальное комбинированное приспособление	Фреза цилиндрическая 2200-0301 50x40x22 Исполнение 1 ГОСТ 29092-91 Фреза торцевая насадная мелкозубая со вставными ножами 100x39x32 ГОСТ 9473-80	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
010 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г	Специальное комбинированное приспособление	Фреза цилиндрическая 2200-0301 50x40x22 Исполнение 1 ГОСТ 29092-91 Фреза торцевая насадная мелкозубая со вставными ножами 100x39x32 ГОСТ 9473-80	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
015 Фрезерная	Универсально-фрезерный станок 6Н81	Тиски 7201-0001 ГОСТ 16518-96	Фреза торцевая насадная мелкозубая со вставными ножами	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 6

			100x39x32 ГОСТ 9473-80 Дисковая пазовая фреза 50x3x16 ГОСТ 3964-69	Набор концевых мер ГОСТ 9038-90
020 Фрезерная	Горизонтально- фрезерный станок 6П80Г	Тиски 7201-0001 ГОСТ 16518-96 Втулка цилиндрическая специальная	2xФреза двухугловая несимметричная 80x16x27мм, 60°(45°+15°) P6AM5 Z=22	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89 Угловые меры, 2 класс точности ГОСТ 2875-88
025 Фрезерная	Вертикально- фрезерный станок 6Н12ПБ	Специальное комбинированное приспособление	Фреза концевая, цилиндрическая с коническим хвостовиком 32x19x115 Тип 1 Исполнение 1 ГОСТ 23248-78	Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89 Набор концевых мер ГОСТ 9038-90
030 Фрезерная	Горизонтально- фрезерный станок 6П80Г	Специальное комбинированное приспособление	Фреза цилиндрическая 2200-0301 50x40x22 Исполнение 1 ГОСТ 29092-91	Набор типовых шаблонов
035 Пайка	Сварочный полуавтомат М 3030 automotive	Тиски 7201-0001 ГОСТ 16518-96	Припой ПСр 10 ГОСТ 19746-74	Визуальный контроль

Продолжение таблицы 6

040 Сверлильн ая	Вертикально- сверлильный станок 2А135	Консольный скальчатый кондуктор с гидравлическим силовым приводом специальный	Сверло спиральное ступенчатое специальное Р6М5 4,5/6,5x80 мм	Штангенцикуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
045 Резьбонаре зная	Вертикально- сверлильный станок 2С132К	Специальное комбинированное приспособление	Метчик М5х0.5 машинно-ручной ГОСТ 3266-81, Р6М5	Калибр резьбовой ГОСТ 24997-81
050 Шлифовал ьная	Плоскошлифова льный станок JPSG-0618Н	Специальное комбинированное приспособление	Круг алмазный шлифовальный плоский прямого профиля формы 1А1 200x40x76,2x4 ГОСТ Р 53923- 2010 Круг алмазный шлифовальный тарельчатый формы 6А2 200x31x76,2x10x6 ГОСТ Р 53923- 2010	Микрометр ГОСТ 6507-90 Штангенцикуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
055 Шлифовал ьная	Плоскошлифова льный станок JPSG-0618Н	Специальное комбинированное приспособление	Круг алмазный шлифовальный плоский прямого профиля 1А1 200x6x76,2x3 ГОСТ Р 53923-	Микрометр ГОСТ 6507-90 Штангенцикуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 6

			2010	
060 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618H	Специальное комбинированное приспособление	Круг алмазный шлифовальный 1ЕЕ1 200х13х4х90° ГОСТ Р 53923-2010	Набор типовых шаблонов
065 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618H	Специальное комбинированное приспособление	Круг алмазный шлифовальный тарельчатый формы 6А2 200х31х76,2х10х6 ГОСТ Р 53923- 2010	Микрометр ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89
070 Моечная	Моечная машина Сивер 80 НТ			
075 Контрольная	Контрольный стол			Микрометр ГОСТ 6507-90 Штангенциркуль ШЦЦ-2-250 0.01 ГОСТ 166-89 Набор типовых шаблонов Набор концевых мер ГОСТ 9038-90 Угловые меры, 2 класс точности ГОСТ

Продолжение таблицы 6

				2875-88 Калибр резьбовой ГОСТ 24997-81
--	--	--	--	---

К разработанному технологическому процессу изготовления планки опорной прилагается чертеж А1 с планом изготовления и маршрутная карта данного процесса [Приложение А].

1 ступень (под отверстие) $D1=4,5$ мм;

2 ступень (под фаску) $D2=6,5$ мм.

3.2 Расчет режимов резания

3.2.1 Расчет для первой ступени по [4]

Скорость резания при сверлении:

$$V = \frac{C_V D1^q}{T^m S^y} K_V = \frac{3,5 \cdot 4,5^{0,5}}{6^{0,12} \cdot 0,19^{0,45}} 0,3 = 3,793 \text{ м/мин}; \quad (3.1)$$

где

$S_f=0,19$ мм/об - подача,

$T=6$ мин - период стойкости сверла,

$D1=4,5$ мм - диаметр 1 ступени сверла.

Значения коэффициента C_V и показателей степени в формуле скорости резания при сверлении

$C_V=3,5$,

$q=0,5$,

$y=0,45$,

$m=0,12$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{IV} = 0,3; \quad (3.2)$$

где

$K_{MV}=1$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств на скорость резания,

$K_{IV}=0,3$ - поправочный коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$K_{IV}=1$ - поправочный коэффициент на скорость резания при сверлении, учитывающий глубину обрабатываемого отверстия.

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_M D I^q S^y K_p = 10 \cdot 0,041 \cdot 4,5^2 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 0,79 = 2,051 \text{ Н}\cdot\text{м} = 2051 \text{ Н}\cdot\text{мм}; \quad (3.3)$$

где

Значения коэффициента C_M и показателей степени в формуле крутящего момента

$$C_M = 0,041,$$

$$q = 2,$$

$$y = 0,7.$$

Коэффициент, учитывающий фактические условия обработки

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,75} = 0,79; \quad (3.4)$$

где

$$n = 0,75 \text{ (для стали)}.$$

Осевая сила

$$P_o = 10C_P D I^q S^y K_p = 10 \cdot 143 \cdot 4,5^1 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 0,79 = 1589,7 \text{ Н}; \quad (3.5)$$

где

Значения коэффициента C_P и показателей степени в формуле осевой силы

$$C_P = 143,$$

$$q = 1,$$

$$y = 0,7.$$

3.2.2 Расчет для второй ступени по [4]

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D 2^q}{T^m t^x S^y} K_V = \frac{16,2 \cdot 6,5^{0,4}}{6^{0,2} \cdot 10,2 \cdot 0,19^{0,5}} 0,3 = 16,474 \text{ м/мин};$$

где

$D_2=6,5$ мм - диаметр 2 ступени сверла,

$C_V=16,2$

$q=0,4$

$y=0,5$

$m=0,2$

$x=0,2$

$$K_V = K_{MV} K_{HV} K_{IV} = 0,3;$$

где

$K_{MV}=1$

$K_{HV}=0,3$

$K_{IV}=1$

Расчет крутящего момента

$$M_{кр} = 10 C_M D 2^q t^x S^y K_p = 10 \cdot 0,106 \cdot 6,5^1 \cdot 0,19^{0,8} \cdot 0,79 = 1,442 \text{ Н}\cdot\text{м} = 1442 \text{ Н}\cdot\text{мм};$$

где

$C_M=0,106$

$q=1$

$y=0,8$

$$K_P = K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{550}{750}\right)^{0,75} = 0,79;$$

где

$$n=0,75$$

Расчет осевой силы

$$P_o = 10C_p S^y K_p = 10 \cdot 140 \cdot 0,19^{0,7} \cdot 0,79 = 345,8 \text{ Н};$$

где

$$C_p = 140$$

$$q = 1$$

$$y = 0,7$$

Сделаем вывод, что для расчета мощности резания будем использовать значения первой ступени сверла, поскольку сравнив две получившиеся величины крутящего момента первой и второй ступеней, выяснили, что на первой он является максимальным .

Мощность резания максимальная

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750} = \frac{2051 \cdot 268,299}{9750} = 56,439 \text{ Вт} = 0,056 \text{ кВт}; \quad (3.6)$$

где

$M_{kp} = 2051 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ - максимальный крутящий момент, возникающий в процессе обработки

Максимальная частота вращения инструмента

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 3,793}{\pi 4,5} = 268,299 \text{ об/мин} \quad (3.7)$$

Максимальный момент сил сопротивления резанию возникает при обработке затупившимся сверлом и равен

$$M_{cpMAX}=3M_{кр}$$

Отсюда для нормальной работы

$$M_{cpMAX}=3M_{кр}=M_{тр}=3 \cdot 2051=6153 \text{ Н}\cdot\text{мм}; \quad (3.8)$$

3.3 Определение геометрии сверла

Определим общую длину и длину рабочей части сверла:

$L=80$ мм - общая длина инструмента,

$l_1=10$ мм - длина 1 ступени;

$l_2=10$ мм - длина 2 ступени;

Определим геометрические параметры рабочей части сверла:

$m=0,7$ мм - толщина сердцевины

$\omega=26^\circ$ - угол наклона винтовой канавки

$\alpha=16^\circ$ - задний угол

$\psi=55^\circ$ - угол наклона поперечной кромки

$2\varphi=118^\circ$ - угол между режущими кромками

$H1=29$ мм шаг винтовой канавки 1 ступени

Шаг винтовой канавки 2 ступени

$$H2=\frac{\pi D_2}{\tan 26^\circ} = 41,9 \text{ мм} \quad (3.9)$$

3.3.1 Анализ передних углов заточки

С помощью анализа передних углов режущих кромок сверла по [6] определим вид заточки и (при необходимости) дополнительной подточки.

Диаметр сверла у перемычки

$$d_n = \frac{m}{\sin \psi} = \frac{0,7}{\sin 55^\circ} = 0,85 \text{ мм} \quad (3.10)$$

тогда

$$d_n \in [0,85; 6,5]$$

Выберем для анализа диаметры из полученного промежутка

$$d_i = 0,85; 1,5; 3; 5; 6,5$$

$$\begin{aligned} \gamma_{d1} &= \arctan \left(\frac{d_1 \tan \omega}{D \sin \varphi} - \frac{m \cos \varphi}{\sqrt{d_1^2 - m^2}} \right) = -33,959^\circ \\ \gamma_{d2} &= \arctan \left(\frac{d_2 \tan \omega}{D \sin \varphi} - \frac{m \cos \varphi}{\sqrt{d_2^2 - m^2}} \right) = -7,995^\circ \\ \gamma_{d3} &= \arctan \left(\frac{d_3 \tan \omega}{D \sin \varphi} - \frac{m \cos \varphi}{\sqrt{d_3^2 - m^2}} \right) = 7,915^\circ \\ \gamma_{d4} &= \arctan \left(\frac{d_4 \tan \omega}{D \sin \varphi} - \frac{m \cos \varphi}{\sqrt{d_4^2 - m^2}} \right) = 20,046^\circ \\ \gamma_{d5} &= \arctan \left(\frac{d_5 \tan \omega}{D \sin \varphi} - \frac{m \cos \varphi}{\sqrt{d_5^2 - m^2}} \right) = 27,168^\circ \end{aligned} \quad (3.11)$$

Полученные значения сведем в график

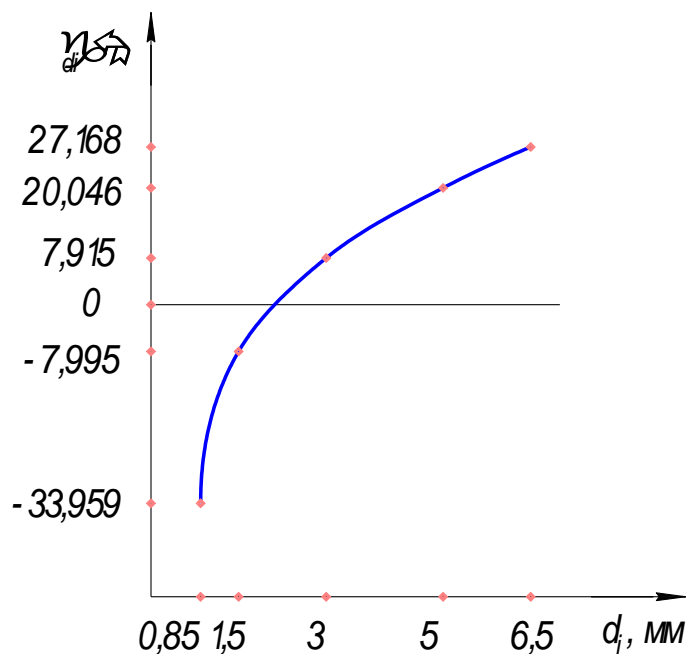


Рис. 3 График изменения передних углов режущих кромок сверла

Из графика видно, что перепад значений передних углов в промежутке диаметров $[0,85;6,5]$ очень большой.

Изучив данные делаем вывод, что для конструкции данного сверла необходима двойная заточка режущих кромок с подточкой поперечной кромки и ленточки (рисунок 4) .

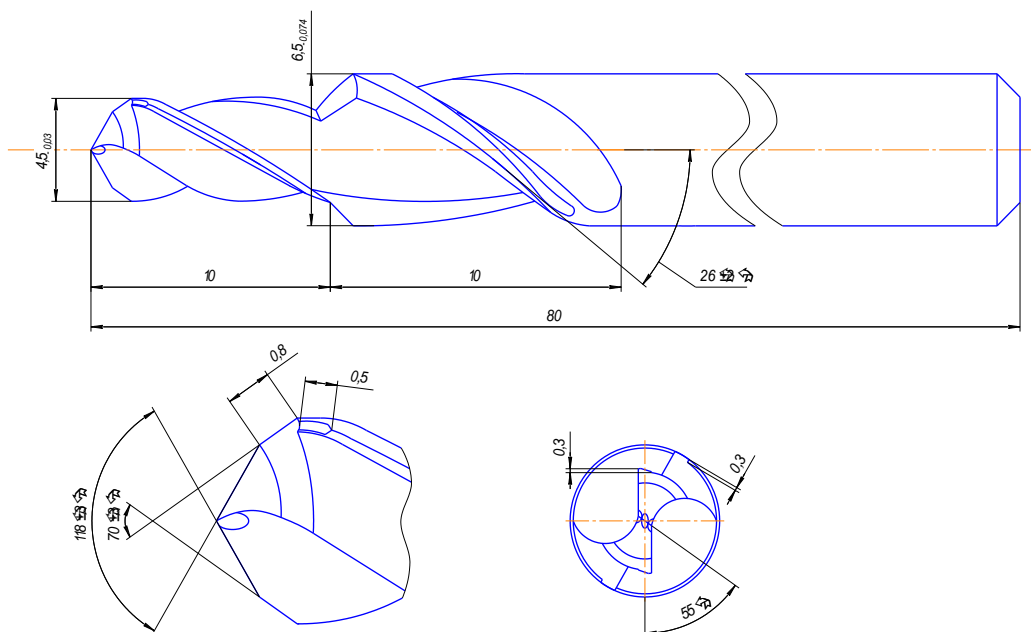


Рис. 4 Спиральное ступенчатое сверло

4 Проектирование консольного скальчатого кондуктора

На операциях механической обработки значимым элементом технологической системы служит приспособление. Не иначе, как на нем закрепляется исходная заготовка и от его параметров точности зависят характеристики получаемой детали, удобство работы для станочника и производительность процесса обработки.

Данный раздел ставит перед собой цель спроектировать консольный скальчатый кондуктор и составить соответствующую конструкторскую документацию.

Задача раздела: произвести расчёты для проектирования кондуктора и силового привода к нему по [7], [8], разработать конструкцию кондуктора с механизированным приводом.

4.1 Анализ исходных данных

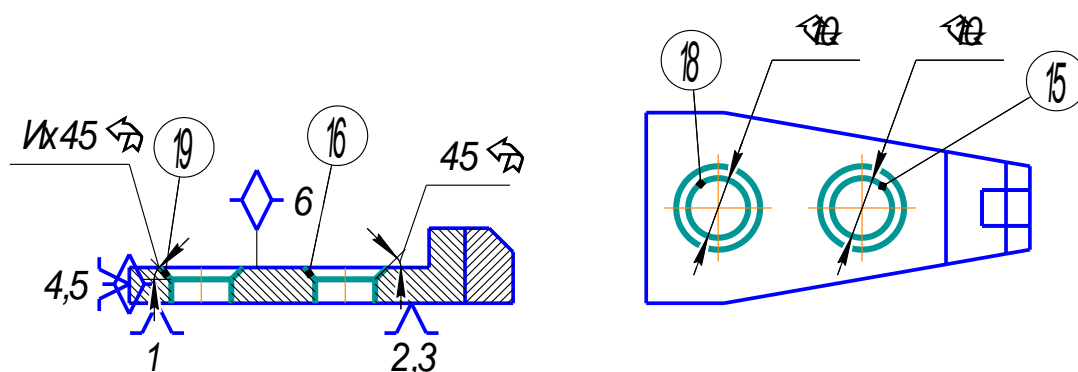


Рис. 5 Операционный эскиз

Материал обрабатываемой заготовки 12X18H10T $\sigma_B=550$ МПа

Материал режущей части сверла P6M5

Максимальный диаметр сверла $D=6,5$ мм

Глубина обрабатываемого отверстия - напроход

4.2 Расчет режимов резания

Для проектирования консольного скальчатого кондуктора используются значения, определение которых описано в разделе 3.

$M_{кр} = 2051 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ - максимальный крутящий момент, возникающий в процессе обработки

$P_o = 345,8 \text{ Н}$ - максимальная осевая сила, возникающая в процессе обработки

На рисунке 6 указана схема действия сил резания



Рис.6 Схема действия сил резания

4.3 Расчет усилия зажима по [8]

При сверлении на заготовку действует осевая сила и момент крутящий.

Так как используется кондукторная плита и заготовка располагается на плоском столе, мы пренебрегаем силой осевой силой P_o .

На рисунке 7 указаны силы, действующие при закреплении заготовки.

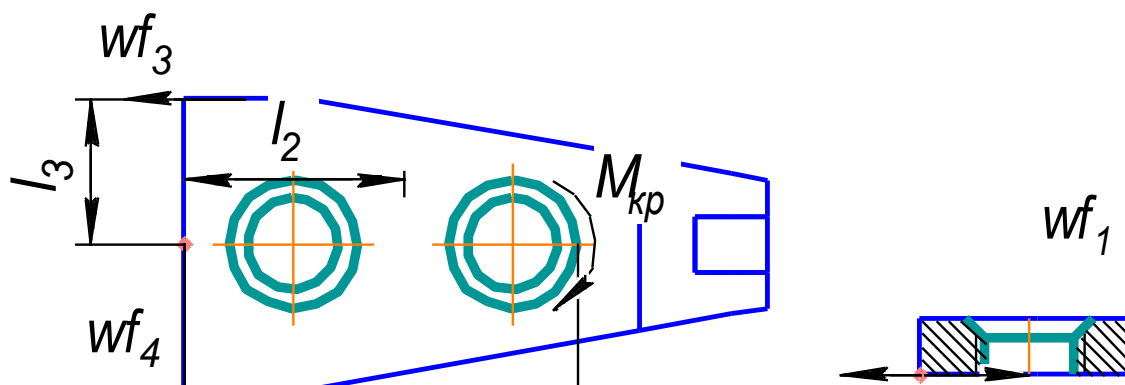


Рис.7 Эскиз заготовки с указанием сил

Равенство моментов

$$\sum M = 0$$
$$M_{кр} = M_3 = Wfl$$

тогда

Сила зажима заготовки

$$W = \frac{M_{кр}}{(f_1 + f_2)l_2 + f_3l_3} = \frac{2051}{(0,18 + 0,18)12 + 0,18 \cdot 8} = 356,076 \text{ Н} \quad (4.1)$$

4.4 Расчет зажимного механизма и силового привода по [8]

В конструкции консольного скальчатого кондуктора заложен Г-образный зажимной механизм, образуемый рамкой, кондукторной плитой и силовым приводом.

На рисунке 8 представлена схема закрепления заготовки в кондукторе

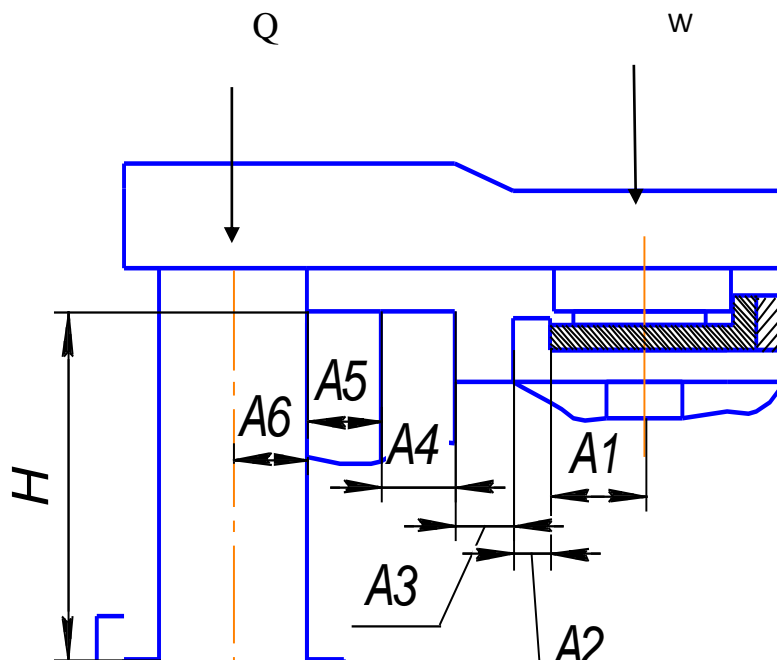


Рис.8 Схема закрепления заготовки в кондукторе

Величина усилия Q на штоке силового привода

$$Q = \frac{W}{1 - \frac{3l}{H} f_1} = \frac{356,076}{1 - \frac{3 \cdot 55}{44} \cdot 0,1} = 569,722 \text{ Н}; \quad (4.2)$$

где

$f_1=0,1$ -коэффициент трения в контакте штока с направляющими

Диаметр поршня гидравлического привода

$$Dn = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \sqrt{\frac{569,722}{1}} = 26,972 \approx 30 \text{ мм}; \quad (4.3)$$

Размеры звеньев размерной цепи, мм

$$A1 = D_{\text{заг}}/2 = 24/2 = 12$$

A2=5- толщина угла закрепления

$$A3=8$$

$$A4=10$$

$$A5=10$$

A6= $d_{\text{шт}}/2=20/2=10$ - радиус штока силового привода

$$H=0,8 \cdot 55=40$$

4.5 Расчет приспособления на точность по [8]

Погрешность установки заготовки в приспособление

$$E_y = \sqrt{(E_B^2 + E_3^2 + E_{np}^2 + E_y^2)} = \sqrt{0,005^2 + 0,005^2 + 0,005^2 + 0,0186^2} = 0,0205 \text{ мм} \quad (4.4)$$

где

E_B - погрешность базирования.

E_3 - погрешность закрепления.

E_{np} - погрешность элементов приспособления.

Условие точности

$$E_y \leq 0,3T d_2 = 0,04 \quad (4.5)$$

Т.к. в этой работе используются сменные втулки, то необходимо рассчитать погрешности смещения инструмента

$$\begin{aligned} E_{np} &\leq T \cdot K_T \sqrt{(K_T l \cdot \varepsilon_6^2) + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{nu}^2 + (K_T 2\omega)^2} = \\ &= 0,12 - 1,0 \sqrt{(0,8 \cdot 0) + 0 + 0 + 0,0228^2 + 0,0234^2 + (0,8 \cdot 0,12)^2} = 0,0186 \text{ мкм}; \end{aligned} \quad (4.6)$$

Погрешность смещения инструмента от зазоров в направляющих диаметрах кондукторной втулки (диаметры d и D)

$$\varepsilon_{nu1} = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2} = \sqrt{0,008^2 + 0,022^2} = 0,0234 \text{ мкм}; \quad (4.7)$$

Смещение оси сверла за счет зазоров по диаметру d

$$\varepsilon l = 0,5 \cdot S_l = 0,008 \text{ мкм}; \quad (4.8)$$

где

$S_l = 0,016$ мкм - максимальный диаметральный зазор между кондукторной втулкой и сверлом

$\varepsilon_2 = 0,022$ мкм - смещение оси диаметров

На нижней плоскости кондукторной плиты 7 устанавливается и закрепляется сменная кондукторная плита 8 с кондукторными втулками 17. Сменная наладка для установки и закрепления обрабатываемых деталей 9,11 помещается на плоскости стола корпуса приспособления с помощью установочного пальца 10.

При поступлении жидкости в верхнюю полость гидроцилиндра поршень 4 со штоком 6 перемещается вниз. В этом случае шток 6 с постоянной кондукторной плитой 7 и прикрепленной к ее нижней плоскости сменной плитой 8, опускаясь, зажмут обрабатываемую деталь, установленную в сменной наладке 11 на столе.

Во время подачи жидкости в нижнюю полость гидроцилиндра 3 поршень 4 со штоком 6, перемещаясь вверх, поднимает кондукторную плиту постоянную 7 и прикрепленную к ней сменную 8, и обрабатываемая деталь разжимается.

Итогом данного раздела является спроектированный консольный скальчатый кондуктор с силовым гидравлическим приводом представленный на чертеже форматом А1 и составленная соответствующая спецификация, представленная в приложении [Приложение Б]. Характеристики и параметры спроектированного приспособления полностью соответствуют требованиям, изложенным в задачах на проектирование.

5 АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРЫ ШЛИФОВАНИЯ

5.1 Введение в раздел

Усовершенствование технологических процессов в машиностроительном производстве ведет к потребности в исследовании эффектов тепла, появляющихся при обработке заготовок механическим путем. Увеличение показателей прочности, вязкости и других особенностей конструкционных материалов, присущие для нынешних составляющих машин, увеличение характеристик режимов обработки ведут к выводу, что температура процесса – есть одна из причин, которые ограничивают эффективность операций и оказывают большое воздействие на характеристики качества и точности изделий. Поэтому появляется необходимость контроля тепловых явлений при механической обработке материалов. Такой вид управления преимущественно применяется в крупносерийном автоматизированном производстве для сохранения постоянства технологического процесса и гарантирования необходимой точности характеристик изделия во времени.

Увеличение значения шлифования в нынешнем машиностроении произошло не только из-за роста стандартов качества продукции, но и внедрением в производство инструментов, обрабатывающая способность которых имеет более высокий уровень.

При анализе вопроса появления и рассеивания тепла в процессе шлифования возникает ряд затруднений, основное из которых представляет собой недостаточное количество информации об эффектах, появляющихся при работе каждого из зерен в зоне контакта круга с деталью. Поэтому в анализе теплофизики процесса шлифования зачастую используют модель, при которой площадка контакта изделия с инструментом является сплошным источником тепла. Не отрицая возможности данного метода решения задач, которые описывают некоторые аспекты теплообмена в процессе шлифования и относящиеся к нему эффекты с помощью интегралов, можем сказать, что можно соотнести описание математическими формулами с действительной

физикой процесса. Если взять за основу то, что изменение формы обрабатываемой заготовки происходит не с помощью шлифовального круга в целом, а с помощью его работающих зерен, подчиняющимся вероятностным законам расположения на режущей поверхности инструмента. Именно в эту сторону в нынешнее время продвигаются исследования процесса шлифования.

В данной главе по [9], [10], [11] мы рассмотрим анализ температур шлифования поверхности детали кругом с алмазным покрытием режущей части; подберем необходимую форму круга и его структуру; рассчитаем количество активных (работающих) зерен.

5.2 Анализ исходных данных по [9]

Тип шлифования: периферией круга.

Материал, подлежащий обработке:

Высоколегированная сталь 12X18H10T HB 179МПа ($\sigma_{\text{в}} \approx 530 \text{ кгс/мм}^2$);

Коэффициент температуропроводности $\omega = 0,050 \text{ см}^2/\text{с}$;

Коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,054 \text{ кал}/(\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{C}^0)$.

Шлифующий инструмент:

Плоский прямого профиля 1А1 ГОСТ 16167-90;

Наружный диаметр круга $D=200$;

Диаметр посадочного отверстия $d=76$;

Высота $H=6$;

Толщина алмазного слоя $s=3$;

Геометрия шлифовального круга представлена на рисунке 10.

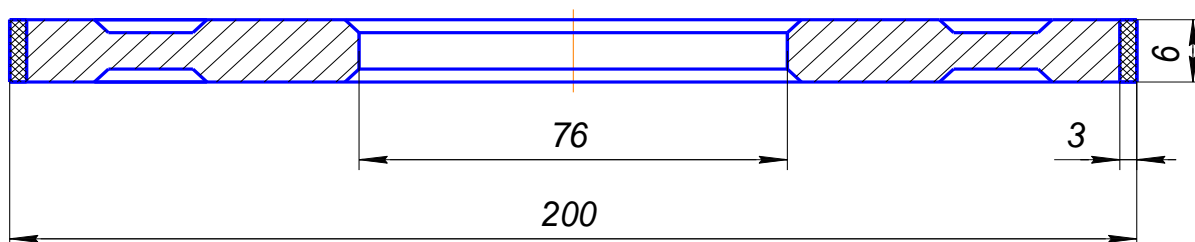


Рис. 10 Геометрия шлифовального круга

Материал режущей части:

Алмаз АСР;

Связка круга металлическая MO13;

Массовое содержание алмазов в каратах в инструменте $P=4,4$ карат/см³;

Коэффициент относительной критической заделки зерен

$$\varepsilon=0,9911e^{-0,018N}=0,828 \quad (5.1)$$

Коэффициент теплопроводности режущего зерна $\lambda_p = 0,35$ кал/(см·с·С⁰);

Коэффициент температуропроводности режущего зерна $\omega_p = 0,83$ см²/с;

Зернистость 125/100 N10;

Содержание основной фракции 45%;

Концентрация $K_0=100\%$;

Коэффициент трения $\mu_2=0,3$;

Прочность на сжатие -0,4 кгс.

Форма и размеры зерен алмазного порошка:

Радиус скругления кромок - 18,7 мкм;

Угол заострения кромок - 96 град;

Количество округлений на контуре зерна - 3,7;

Количество впадин на контуре зерна - 3,4;

Коэффициент изометричности $\frac{x}{a}=1,34^*$;

*Коэффициент изометричности - отношение длины к ширине прямоугольника, описанного вокруг проекции зерна.

Геометрическая форма зерна представлена на рисунке 11.

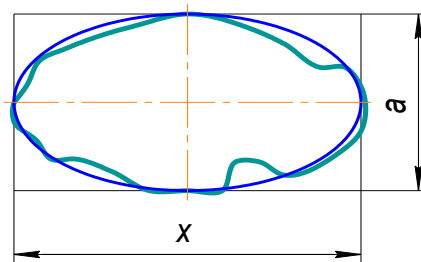


Рис. 11 Геометрическая форма зерна

Вычислим размер зерен по ГОСТ 9206-70

$$d=0,5(x + a)=0,5(0,8+0,6)=0,7 \text{ мкм}; \quad (5.2)$$

где $a=0,6$ мкм;

Значение x вычислим используя коэффициент изометричности

$$x=1,34 \cdot a=1,34 \cdot 0,6=0,804 \text{ мкм}; \quad (5.3)$$

Коэффициент теплопроводности шлифовального круга $\lambda_k=0,150$ кал/(см·с·С°).

Режим шлифования по [4]:

Скорость шлифования $V=35$ м/с;

Скорость подачи заготовки $V_1=10$ м/мин;

Толщина снимаемого припуска $t=0,2$ мм;

Продольная подача $s=1,8$ мм/дв.ход.

Размеры контактной поверхности шлифовального круга с заготовкой по [9]:

Ширина $B=5$ мм;

Длина

$$L = \sqrt{Dt} = \sqrt{200 \cdot 0,2} = 6,325 \text{ мм}. \quad (5.4)$$

5.3 Расчет условий шлифования по [9]

5.3.1 Анализ распределения размеров зерен шлифпорошка по фракциям

Массовое распределение размеров зерен описано законом нормального распределения

$$y_M(x_i) = \frac{1}{\sigma_M \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x_i - \bar{x}_M)^2}{2\sigma_M^2} \right];$$

где

x_i - текущий размер;

\bar{x}_M – средневероятный размер при распределении по массе (в дальнейшем будем называть его средним);

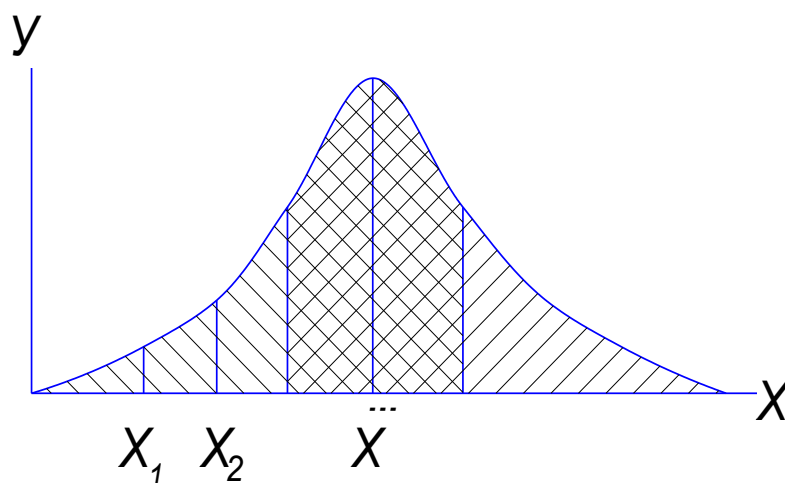
σ_M – среднее квадратичное значение размеров зерен при распределении по массе.

На рисунке 12 изображены участки под кривой распределения, показывающие отношение между массами зерен в различных фракциях в соответствии с ГОСТ 3647-71. Массовую долю в заданных пределах $x_1 = 125$ и $x_2 = 100$, предполагая, что распределение их по размерам нормальное, определяют по формуле

$$P = 0,5 \left[\Phi \left(\frac{x_2 - \bar{x}_M}{\sqrt{2}\sigma_M} \right) - \Phi \left(\frac{x_1 - \bar{x}_M}{\sqrt{2}\sigma_M} \right) \right];$$

где:

$\Phi \left(\frac{x - \bar{x}_M}{\sqrt{2}\sigma_M} \right)$ - функция Крампа.



Фракции:  - основная  - мелкая  - крупная

Рис.12 Распределение зерен по фракциям

В результате анализа распределений размеров зерен шлифпорошка зернистости N10 с содержанием основной фракции 45% получены формулы

Для средневероятностного размера

$$\bar{x}_M = \sqrt{x_{н\sigma} \cdot x_{нм}} = \sqrt{125 \cdot 100} = 111,803 \text{ мкм}; \quad (5.5)$$

Для среднего квадратичного отклонения

$$\sigma_M = 0,11 \bar{x}_M = 0,11 \cdot 111,8 = 12,298 \text{ мкм}; \quad (5.6)$$

Практические расчеты по [10] в этом случае можно производить по формуле:

$$\begin{aligned} P &= 0,5 \left[\Phi \left(0,39 \frac{x_2}{N} - 0,42 \right) - \Phi \left(0,39 \frac{x_1}{N} - 0,42 \right) \right] = \\ &= 0,5 \left[\Phi \left(0,39 \frac{100}{10} - 0,42 \right) - \Phi \left(0,39 \frac{125}{10} - 0,42 \right) \right] = \\ &= 0,5 \left[\Phi(3,48) - \Phi(4,455) \right] = 0,5 \left[(0,99954 - 0,999991) \right] = 0,225 \cdot 10^{-3} \text{ кг}; \end{aligned} \quad (5.7)$$

Проведем переход от параметров кривой распределения по массе зерен \bar{x}_M и σ_M к параметрам кривой распределения по их количеству \bar{x} и σ с помощью переходных коэффициентов:

$$\bar{x} = 0,96\bar{x}_M = 0,96 \cdot 111,803 = 107,331 \text{ мкм}; \quad (5.8)$$

$$\sigma \approx \sigma_M = 12,298 \text{ мкм}; \quad (5.9)$$

5.3.2 Расчет рабочего слоя шлифовального круга по [9], [11]

Толщина рабочего слоя инструмента

$$\Delta_{max} \approx 1,36\bar{x}(1-\varepsilon) = 25,107 \text{ мкм}; \quad (5.10)$$

Рабочая поверхность круга

$$\sigma_0 \approx \frac{\Delta_{max}}{6} = \frac{25,107}{6} = 4,185 \text{ мкм}; \quad (5.11)$$

Номинальное количество зерен в единице объема шлифовального инструмента

$$n_W \approx \frac{3}{200\pi} \cdot \frac{K}{a^2 \bar{x}^3} = \frac{3}{200\pi} \cdot \frac{100}{0,6^2 0,107^3} = 1082,649 \text{ 1/мм}^3; \quad (5.12)$$

Номинальное количество вершинок зерен в объеме рабочего слоя круга, расположенном над единицей поверхности связки

$$n_0 \approx \frac{3K}{200\pi} \frac{1}{a^{3/2} \bar{x}^2} = \frac{3 \cdot 100}{200\pi} \frac{1}{0,6^{3/2} 0,107^2} = 89,732 \text{ 1/мм}^2; \quad (5.13)$$

Фактическое количество вершинок зерен в объеме рабочего слоя круга, расположенном над единицей поверхности связки

$$n = n_0(1 - \varepsilon) = 15,434 \text{ шт}; \quad (5.14)$$

Количество активных (работающих) зерен, шт

$$n_p = \beta^* \cdot n \cdot F(v); \quad (5.15)$$

где

$F(v)$ - функция, зависящая от безразмерного параметра v ;

$\beta^* = 1,63$ - поправка на несимметричное расположение кривой распределения вылетов вершинок зерен в рабочем слое круга.

Безразмерный параметр

$$v = \frac{1000V}{w} n \cdot \sigma_0^2 \cdot \tan \gamma = \frac{1000 \cdot 35}{5,271} 15,434 \cdot 0,0041^2 \cdot 1 = 1,6397; \quad (5.16)$$

где γ - половина средневероятного значения угла режущей вершинки зерна.

Средняя удельная производительность процесса шлифования, выраженная через сьем материала с единицы поверхности контакта между кругом и деталью

$$w = \frac{1000}{60} V \sqrt{\frac{t}{D}} = \frac{1000}{60} 10 \sqrt{\frac{0,2}{200}} = 5,271 \text{ мм/с}; \quad (5.17)$$

В пределах $1 \leq v \leq 100$ значения $F(v)$ аппроксимируются выражением

$$F(v) \approx \frac{0,55}{\sqrt{v}};$$

тогда

Количество активных зерен будет равно

$$n_p = \frac{0,55\beta^*\sqrt{n}}{\sigma_0\sqrt{\tan\gamma}} \sqrt{\frac{w}{1000V}} = \frac{0,55 \cdot 1,63 \sqrt{15,434}}{0,0041\sqrt{1}} \sqrt{\frac{5,271}{1000 \cdot 35}} = 24,808 \text{ зерен/мм}^2; \quad (5.18)$$

Средняя толщина среза, приходящаяся на одно режущее зерно

$$\begin{aligned} a &\approx 2 \cdot 10^3 \frac{a^{0,37}}{(\tan\gamma)^{0,25}} \frac{(1-\varepsilon)^{0,25} \bar{x}}{K^{0,25}} \left(\frac{w}{1000V}\right)^{0,25} = \\ &= 2000 \frac{0,6^{0,37}}{1^{0,25}} \frac{(1-0,828)^{0,25} 0,107}{100^{0,25}} \left(\frac{5,271}{1000 \cdot 35}\right)^{0,25} = 3,996 \text{ мкм.} \end{aligned} \quad (5.19)$$

5.3.3 Расчет температуры шлифования по [9]

Средняя температура на поверхности контакта режущего зерна с деталью

$$\begin{aligned} \theta_3 &= 10,7 \frac{A^*}{\lambda + 2,25\lambda_p A^* \sqrt{F_0}} \frac{\delta P_z \sqrt{\omega_p V}}{x_n^2 n_p B \sqrt{L}} = \\ &= \frac{0,75}{0,054 + 2,25 \cdot 0,35 \cdot 0,75 \sqrt{0,658}} \cdot \frac{2 \cdot 15,466 \sqrt{0,83 \cdot 35}}{0,079^2 \cdot 24,808 \cdot 5 \sqrt{6,325}} = 708,767 \text{ }^\circ\text{C}; \end{aligned} \quad (5.20)$$

где

Функция A^* зависит от соотношения $\frac{\lambda_p}{\lambda_k} = \frac{0,35}{0,15} = 2,33$, а так же от времени контакта зерна с деталью при одном резе τ_k . Последнее представлено через безразмерный комплекс Фурье

$$F_0 = \frac{100\omega_p\tau_k}{x_{II}^2} = \frac{\omega_p L}{10Vx_{II}^2} = \frac{0,83 \cdot 6,325}{10 \cdot 35 \cdot 0,079^2} = 2,403; \quad (5.21)$$

Проанализировав полученные данные, сделали вывод, что $A^*=0,75$;
 $\delta=2$ - коэффициент, учитывающий скачкообразное распределение нагрузки между зернами на площадке контакта в связи с неравномерным распределением удельных сил;

Приведенный размер зерен в круге

$$x_n = 0,875 \bar{x}^3 \sqrt{a} = 0,875 \cdot 0,1073^3 \sqrt{0,6} = 0,0792 \text{ мм}; \quad (5.22)$$

Окружная составляющая шлифования

$$P_z = 8t^{0,3} s^{0,3} B^{0,6} = 8 \cdot 0,2^{0,3} 1,8^{0,3} 5^{0,6} = 15,466 \text{ кгс}; \quad (5.23)$$

Наибольшая температура на поверхности контакта круга с деталью

$$\begin{aligned} \theta_{max} &= 52 \cdot (1 - b^*) \cdot \frac{\sqrt{\omega}}{\lambda} \cdot \frac{m^{0,05} P_z V}{b \sqrt{V} B^{0,4}} = \\ &= 52 \cdot (1 - 0,713) \cdot \frac{\sqrt{0,050}}{0,054} \cdot \frac{0,02^{0,05} 15,466 \cdot 35}{6,325 \sqrt{10} \cdot 5^{0,4}} = 722,479 \text{ }^\circ\text{C}; \end{aligned} \quad (5.24)$$

Для определения доли тепла в детали $(1 - b^*)$ применяют формулу

$$b^* = \frac{1}{1 + 2,25 \frac{\lambda}{\lambda_1} A^* \sqrt{Fo}} = \frac{1}{1 + 2,25 \frac{0,054}{0,35} 0,75 \sqrt{2,403}} = 0,713. \quad (5.25)$$

Поскольку максимальная расчетная температура глубинного шлифования меньше, чем температура аллотропного превращения алмаза, сделаем вывод, что в данных условиях процесса шлифовальный круг с алмазоносным слоем подходит для обработки поверхности заготовки.

В дальнейшей разработке технологического процесса и проектировании наладки на операцию шлифования мы применим круг данного типа.

6 Определение стратегии механической обработки планки опорной на операциях

6.1 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на фрезерную операцию №025 по [12].

Разработаем технологическую наладку и рассчитаем режимы резания на операцию №025. При расчете режимов резания использовался.

Выбор оборудования: согласно технологическому маршруту будем использовать вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ.

Выбор приспособлений: согласно технологическому маршруту будем использовать приспособление специальное комбинированное

Выбор режущего инструмента: при фрезеровании будем использовать фрезу концевую, цилиндрическую с коническим хвостовиком Тип 1 Исполнение 1 32x19x115 ГОСТ 23248-78

Операционный эскиз фрезерной операции представлен на рисунке 13.

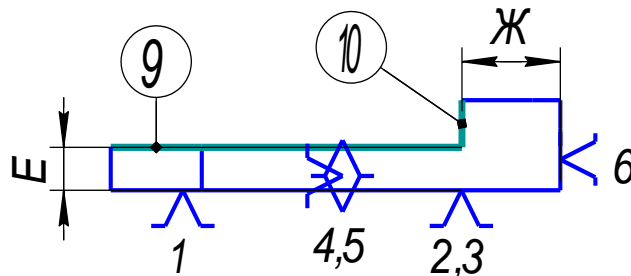


Рис.13 Операционный эскиз на фрезерную операцию 025

Расчет режимов резания по [4]

Скорость резания при фрезеровании

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{t^x \cdot B^u \cdot T^m \cdot s_z^y \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{22,5 \cdot 32^{0,35}}{3,5^{0,21} \cdot 25^{0,03} \cdot 100^{0,27} \cdot 0,09^{0,48} \cdot 4^{0,1}} \cdot 1 = 42,126 \text{ м/мин}; \quad (6.1)$$

где

$C_v=22,5$ - коэффициент, учитывающий профиль фрезы ;

$D=32$ мм - диаметр фрезы;

$K_1 = 1$ -поправочный коэффициент, характеризующий твердость обрабатываемого материала;

$K_2 = 1$ -поправочный коэффициент, характеризующий схему закрепления фрезы;

$K_3 = 1$ -поправочный коэффициент, характеризующий тип обрабатываемого материала;

$t=0,2$ мм- толщина снимаемого припуска;

$B=25$ мм- ширина фрезерования;

$T=100$ мин- стойкость фрезы;

$s_z = 0,09$ мм/зуб- подача на зуб фрезы;

$z=4$ - количество зубьев фрезы.

Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 42,126}{\pi \cdot 32} = 419,035 \text{ об/мин}; \quad (6.2)$$

Окружная сила резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^h \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 82 \cdot 3,5^{0,75} \cdot 0,09^{0,6} \cdot 25^{1,0} \cdot 4}{32^{0,86} \cdot 419,035^0} \cdot 0,911 = 2511,779 \text{ Н}; \quad (6.3)$$

где

C_p - коэффициент и x, y, h, q, w - показатели степени

K_{mp} -коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

Эффективная мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2511,779 \cdot 42,126}{1020 \cdot 60} = 1,729, \text{ кВт}; \quad (6.4)$$

Теперь рассчитаем нормы времени для этой операции по [1]:

Основное время

$$T_0 = \frac{L}{s_z \cdot n \cdot z} \cdot i = \frac{106,488}{0,09 \cdot 419,035 \cdot 4} \cdot 1 = 0,759 \text{ мин}; \quad (6.5)$$

где

L – расчетная длина обработки, мм;

i- количество проходов.

Вспомогательное время определяется в долях от основного

$$T_B = 0,20 \cdot T_0 = 0,20 \cdot 0,609 = 0,141 \text{ мин}; \quad (6.6)$$

Время обслуживания и время перерывов определяются в долях от суммы вспомогательного и основного времен.

Время обслуживания

$$T_{об} = 0,06 \cdot (T_0 + T_B) = 0,06 \cdot (0,759 + 0,141) = 0,054 \text{ мин}; \quad (6.7)$$

Время перерывов

$$T_{пер} = 0,025 \cdot (T_0 + T_B) = 0,025 \cdot (0,609 + 0,122) = 0,023 \text{ мин}; \quad (6.8)$$

Подставив найденные значения в формулу найдем штучное время на операции фрезерования, мин

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{пер} = 0,759 + 0,141 + 0,054 + 0,023 = 0,977 \quad (6.9)$$

Теперь разработаем технологическую наладку и операционную карту на эту операцию. Чертеж наладки представлен на листе А1, операционная карта представлена в приложении [Приложение В] .

6.2 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на сверлильную операцию 040 по [12]

Разработаем технологическую наладку и рассчитаем режимы резания на операцию №040.

Выбор оборудования: согласно технологическому маршруту будем использовать вертикально-сверлильный станок 2А135.

Выбор приспособлений: согласно технологическому маршруту будем использовать консольный скальчатый кондуктор с гидравлическим силовым приводом.

Выбор режущего инструмента: при сверлении будем использовать специальное ступенчатое сверло с цилиндрическим хвостовиком 4,5х6,5х80х20

Операционный эскиз сверлильной представлен на рисунке 14

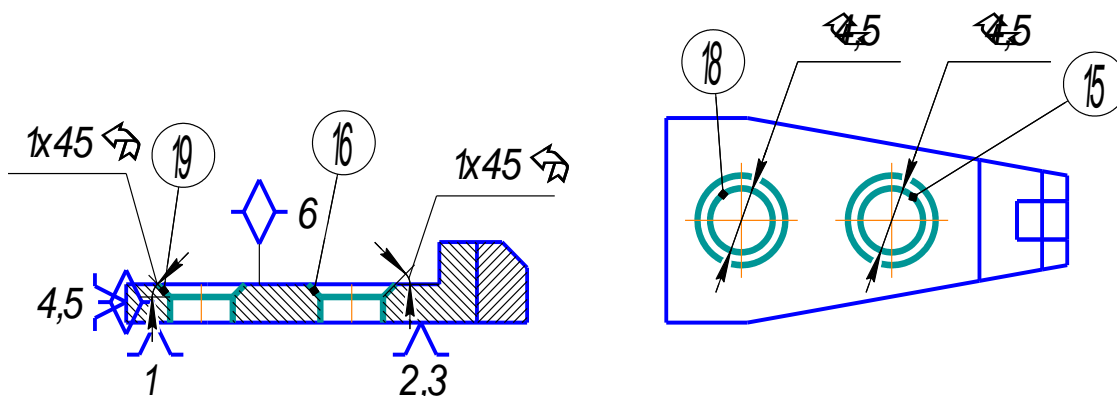


Рис.14 Операционный эскиз на сверлильную операцию 040

Полный расчет режимов резания для сверлильной операции проводится в разделе 3.

Рассчитаем нормы времени для этой операции по [1]

Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} = \frac{13,103 \cdot 2}{223,258 \cdot 0,19} = 0,6178 \text{ мин};$$

Вспомогательное время

$$T_B = 0,40 \cdot T_o = 0,40 \cdot 0,618 = 0,247 \text{ мин};$$

Время обслуживания

$$T_{об} = 0,06 \cdot (T_o + T_e) = 0,06 \cdot (0,618 + 0,247) = 0,052 \text{ мин};$$

Время перерывов

$$T_{пер} = 0,025 \cdot (T_o + T_e) = 0,025 \cdot (0,618 + 0,247) = 0,0216 \text{ мин};$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{об} + T_{пер} = 0,618 + 0,247 + 0,052 + 0,0216 = 0,939 \text{ мин}.$$

Теперь разработаем технологическую наладку и операционную карту на эту операцию. Чертеж наладки представлен на листе А1, операционная карта представлена в приложении [Приложение Г] .

6.3 Расчет режимов резания и проектирование технологической наладки на шлифовальную операцию №055 по [12].

Проведем расчет режимов резания и разработаем технологическую наладку на операцию №055. Данная шлифовальная операция проходит в один переход. Снимаемый припуск на операции примем равным 0,2 миллиметра .

Выбор оборудования: согласно технологическому маршруту будем использовать плоскошлифовальный станок JPSG-0618Н.

Выбор приспособлений: согласно технологическому маршруту будем использовать приспособление специальное комбинированное.

Выбор режущего инструмента: при шлифовании будем использовать Круг алмазный шлифовальный плоский прямого профиля формы 1А1 200х6х76,2х3 ГОСТ Р 53923-2010

Операционный эскиз представлен на рисунке 15

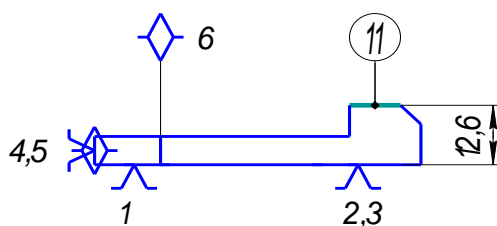


Рис. 15 Операционный эскиз шлифовальной операции 055

Расчет режимов резания по [4]

На данной операции обрабатывается плоская поверхность планки опорной, для обработки поверхности используем периферию круга.

Для расчета режимов резания пользуемся исходными данными представленными в разделе 5.

Расчетная мощность шлифования

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y = 0,68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1,8^{0,8} = 3,003 \text{ кВт}; \quad (6.10)$$

где

Cn - коэффициент и r, y, z, q показатели степени - табличные данные,

V_3 - скорость вращения заготовки, м/мин;

s - поперечная подача, мм/об;

d - диаметр шлифования, мм;

b - ширина шлифования, мм ;

Частота вращения шлифовального круга

$$n_K = \frac{1000 \cdot V_K}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 2100}{\pi \cdot 200} = 3342,254 \text{ об/мин}; \quad (6.11)$$

где

V_K - скорость вращения шлифовального круга, м/мин;

d - диаметр круга, мм.

През < N станка $\cdot \eta = 7,5 \text{ кВт}$ (по паспорту станка), делаем вывод, что данный станок подходит.

Теперь рассчитаем нормы времени по [1]:

Основное время

$$T_o = \frac{L + l_1 + l_2}{V_3 \cdot 1000} \cdot \frac{h}{t} \cdot \frac{1}{m} K = \frac{89,47 + 5 + 5}{10 \cdot 1000} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 15 = 0,149 \text{ мин} \approx 8,94 \text{ сек};$$

где

$L=89,47$ мм - длина обрабатываемой поверхности;

$l_1=5$ мм - длина врезания;

$l_2=5$ мм - длина перебега;

$V_3=10$ м/мин - скорость продольного перемещения деталей;

$h/t=1$ - т.к. мы применяем глубинное шлифование припуск на обработку и глубина шлифования равны 0,2 мм, соответственно их отношение равно единице;

$m=1$ количество одновременно обрабатываемых деталей (при последовательном шлифовании);

$K=15$ - коэффициент шлифования для круга с алмазоносным слоем.

Вспомогательное время

$$T_B = 0,40 \cdot T_0 = 0,40 \cdot 0,149 = 0,060 \text{ мин};$$

Время обслуживания

$$T_{об} = 0,06 \cdot (T_0 + T_г) = 0,06 \cdot (0,149 + 0,060) = 0,0125 \text{ мин};$$

Время перерывов

$$T_{пер} = 0,025 \cdot (T_0 + T_г) = 0,025 \cdot (0,149 + 0,06) = 0,0052 \text{ мин};$$

Штучное время

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{пер} = 0,149 + 0,06 + 0,0125 + 0,0052 = 0,227$$

мин.

Теперь разработаем технологическую наладку и операционную карту на эту операцию. Чертеж наладки представлен на листе А1, операционная карта представлена в приложении [Приложение Д] .

7 Безопасность и экологичность технического объекта

7.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта по [16]

Список материалов, операций и оборудования с приспособлениями применяемый в разработанном технологическом процессе сведен в таблицу

Таблица 7 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Изготовление планки опорной	Заготовительная	Оператор	Станок отрезной Friggi VAS OSF Тиски автоматические HWE-AMV160L-C	12X18H10T СОЖ
	Фрезерная		Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г, ПСК ³	
			Универсально-фрезерный станок 6Н81, Тиски 7201-0001 ГОСТ 16518-96	
	Пайка	Сварщик	Сварочный	

³ ПСК- приспособление специальное комбинированное

Продолжение таблицы 7

			полуавтомат М 3030 automotive, Тиски 7201-0001 ГОСТ 16518-96	ВК8ПСР 10
	Сверлильная	Оператор	Вертикально- сверлильный станок 2А135, Консольный скальчатый кондуктор специальный	12Х18Н10Т СОЖ
	Нарезание резьбы		Вертикально- сверлильный станок 2С132К, ПСК	
	Шлифовальная		Плоскошлифовал ьный станок JPSG-0618Н, ПСК	
	Моечная	Оператор моечного оборудования	Моечная машина Сивер 80 НТ	
	Контроль	Контролер станочных работ	Ручные измерительные приборы	-

7.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков по [16]

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков.

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Заготовительная 000	Движение механизмов станка	Полотно передвижения заготовок
	Высокое напряжение электрической цепи станка	Электродвигатель станка работает от напряжения более 360В
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок, режущего инструмента и оборудования	Режущая поверхность пилы остро заточена
Фрезерная 005-030	Подвижные механизмы станка	Стол и вращающийся шпиндель станка
	Повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне	Испарения СОЖ
	Повышенная или пониженная температура на поверхности оборудования, материалов	Поверхности заготовок и режущего инструмента в зоне контакта
	Высокие значения напряжения в электрической цепи станка	Ток потребляемый станком
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок , режущего инструмента и оборудования	Заготовка, режущий инструмент

Продолжение таблицы 8

	Канцерогенные вещества	СОЖ
Пайка 035	Повышенная температура на поверхности оборудования и материалов	Высокие значения температуры в зоне контакта инструмента с заготовкой
	Высокие значения напряжения в электрической цепи	Ток потребляемый аппаратом
	Повышенная загазованность воздуха в рабочей зоне	Газ для пайки
Сверлильная 040	Подвижные механизмы станка	Стол и вращающийся шпиндель станка
	Повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне	Испарения СОЖ
	Повышенная или пониженная температура на поверхности оборудования, материалов	Поверхности заготовок и режущего инструмента в зоне контакта
	Высокие значения напряжения в электрической цепи станка	Ток потребляемый станком
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок , режущего инструмента и оборудования	Заготовка, режущий инструмент
	Канцерогенные вещества	СОЖ
Нарезание резьбы 045	Подвижные механизмы станка	Стол и вращающийся шпиндель станка
	Повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне	Испарения СОЖ
	Повышенная или пониженная температура на поверхности оборудования, материалов	Поверхности заготовок и режущего инструмента в зоне контакта

Продолжение таблицы 8

	Высокие значения напряжения в электрической цепи станка	Ток потребляемый станком
	Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок , режущего инструмента и оборудования	Заготовка, режущий инструмент
	Канцерогенные вещества	СОЖ
Шлифование 050-065	Подвижные части станка	Шлифовальный круг с высоким значением скорости вращения
	Повышенная или пониженная температура на поверхности оборудования и материалов	Высокие значения температуры в зоне контакта инструмента с заготовкой
	Повышенный шум в зоне работы	Рабочие механизмы шлифовального станка
	Высокий уровень вибрации	Шлифовальные круги с хаотичным расположением алмазных зерен
	Высокие значения напряжения в электрической цепи станка	Ток потребляемый станком
	Повышенное запыление и загазованность воздуха в рабочей зоне	Алмазная пыль
Моечная 070	Канцерогенные вещества	Жидкость для промывания
Контрольная 075		

7.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков по [16].

Таблица 9 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный	Организационные методы и технические средства	Средства индивидуальной защиты работника
--	---	--

Продолжение таблицы 9

фактор	защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	
Движущиеся механизмы станка	Проведение инструктажа по технике безопасности при использовании оборудования, применение специальных ограждений	Рабочий костюм, перчатки и фартук для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, специальная рабочая обувь, каска защитная, защитные очки.
Высокое значение напряжения в электрической цепи	Изоляция электропроводки, специальное заземляющее покрытие, наличие предохранителей	Рукавицы или перчатки прорезиненные.
Острые кромки, заусенцы, шероховатость на поверхности заготовок , режущего инструмента и оборудования	Использование в техпроцессе слесарных переходов для округления острых углов и удаления заусенцев	При транспортировке использовать перчатки прорезиненные или специализированные ухваты
Повышенное запыление и загазованность в рабочей зоне	Введение средств вентиляции рабочей зоны, использование пылесборников, ведение работ в отдаленной от человека зоне	Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) противоаэрозольное
Высокие значения температуры на поверхности оборудования, материалов	Использовать СОЖ	Рукавицы комбинированные

Продолжение таблицы 9

Канцерогенные вещества	Использование веществ в минимальном количестве с автоматическим распылением и доставкой	Средство индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) противоаэрозольное
Высокий уровень шума на рабочем месте	Использование звукоизоляции при изготовлении оборудования	Наушники против шума или специальные вкладыши
Высокий уровень вибрации	Использование противовибрационного покрытия, демпфирующих опор	Специальная рабочая обувь

7.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта по [16].

Таблица 10 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Заготовительный	Станок отрезной Friggi VAS OSF	В	Тепловой поток, огонь, искры, высокая температура окружающей среды, высокая концентрация токсичных газов выделяемых продуктами горения и термического разложения,	Образующиеся в процессе пожара осколки технологической системы(оснастка, оборудование, инструмент), части разрушенных сооружений, транспортных средств, материалов, производимой продукции, выделяющиеся при

Продолжение таблицы 10

Фрезерный	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г, Универсально-фрезерный станок 6Н81, Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ		низкий уровень концентрации кислорода, снижение уровня видимости в дыму	горении жидкостей и других материалов токсичные газы, попавшие в окружающую среду, замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологической системы, взрывоопасные факторы, появляющиеся из-за возникшего пожара, термохимические воздействия используемых при пожаре тушащих веществ на предметы и людей.
Пайки	Сварочный полуавтомат М 3030 automotive			
Сверлильный	Вертикально-сверлильный станок 2А135			
Нарезания резьбы	Вертикально-сверлильный станок 2С132К			
Шлифовальный	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618Н			
Моечный	Моечная машина Сивер 80 НТ			

7.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта по [16]

Таблица 11 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование
Пенные и водные	Воздушно-пенные мотопомпы	Установка водного тушения	Тепловые	Водопенное оборудование
Порошковые		Спринклерные	Дымовые	Генераторы пены
		Дренчерные	Световые	Гидрант

Продолжение таблицы 11

Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Респираторы	Лопата совковая	Локальное оповещение
Противогазы	Багор	Связь с аппаратуры
Форма с материалом из специального волокна	Ведро	

7.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара по [16].

Таблица 12 - Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
ТП изготовления планки опорной	Организация пожарной охраны, организация служб по пожарной безопасности в соответствии с законодательством,	Устранение пожара должно быть достигнуто исключением образования горючей среды и (или) исключением возникновения в горючей среде (или внедрения в

Продолжение таблицы 12

	<p>соблюдение наличия паспорта материалов, изделий, техпроцессов, зданий и сооружений по обеспечению пожарной безопасности; организация инструктажей по технике на производстве и общественных объектов пребывания людей; разработка и применение норм и правил по пожарной безопасности, инструкции по эксплуатации пожароопасных веществ, материалов, по соблюдению противопожарного режима и по действиям при возникновении пожароопасной ситуации; изготовление и использование специальных агитирующих знаков по обеспечению пожарной безопасности; правила хранения веществ материалов, тушение которых не представляется возможным одними и теми же средствами пожаротушения в зависимости от их физико-химических и пожароопасных свойств; Распределение количества людей на территории объекта по условиям их безопасности</p>	<p>нее) источников горения. Устранение возникновения горючей среды должно быть обеспечено одним из следующих способов или их комбинаций: Максимально возможное использование негорючих и трудногорючих веществ и материалов; Ограничение объема и массы горючих веществ и материалов, определение наиболее безопасного способа их размещения согласно условиям технологии и строительства; Применение изоляции горючей среды при помощи изолированных камер, отсеков и т.п. Контроль над концентрацией среды и поддержание нормированной концентрации согласно правилам и другим нормативно-техническим документам по безопасности; Контроль температуры и давления среды, при определенных значениях которых распространение пламени исключается; Максимальное применение механизированных и автоматизированных технологических процессов, использующих горючие вещества; Установка пожароопасного</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 12

	<p>при возникновении пожара; Разработка правил по действиям администрации, рабочих, служащих и населения</p>	<p>удовлетворяет требованиям электростатической безопасности против искр; Устройство защиты зданий, сооружений от молний; Контроль оптимальной температуры на поверхности машин, механизмов, оборудования, веществ, материалов, которые могут контактировать с горючей средой; Исключение появления искры в пожароопасной среде; Использование инструмента, который не вызывает искры при работе с горючими жидкостями и газами; Исключение условий для теплового, химического и микробиологического самовозгорания используемых веществ, материалов, изделий и конструкций. Ограничение объема и массы горючих веществ и материалов, определение наиболее безопасного способа их размещения согласно условиям технологии и строительства должны достигаться одним из следующих способов или их комбинацией: Уменьшение массы и объема горючих веществ и материалов,</p>
--	---	---

Продолжение таблицы 12

		<p>которые одновременно находятся в помещении или на открытых площадках;</p> <p>Устройство аварийного слива горючих жидкостей и стравливания горючих газов из оборудования;</p> <p>Устранение горючих отходов производства;</p> <p>Замена горючих жидкостей на негорючие технические моющие средства.</p>
--	--	---

7.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта по [16].

Таблица 13 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
ТП изготовления планки опорной	Станок отрезной Friggi VAS OSF	Выброс отходов в виде стружки и частиц микрочастиц от режущего инструмента и заготовки	Использование воды из источников водоснабжения, выброс хромированной стружки в гидравлическую систему	Образование отходов, загрязнение растительного покрова из за микрочастиц
	Горизонтально-фрезерный станок 6П80Г,			
	Универсально-фрезерный станок 6Н81,			
	Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ			

Продолжение таблицы 13

	Сварочный полуавтомат М 3030 automotive	-		
	Вертикально-сверлильный станок - 2А135	Выброс отходов в виде стружки и частиц микропыли от режущего инструмента и заготовки		
	Вертикально-сверлильный станок 2С132К			
	Плоскошлифовальный станок JPSG-0618Н			
	Моечная машина Сивер 80 НТ	-		

Таблица 14 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Токарное, подрезное, шлифовальное оборудование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение сухих пылеуловителей такие как циклоны и аппараты нейтрализации газовых выбросов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применяется химический метод очистки, в котором удаляются канцерогенные вещества
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Применяется биологическое очищение при помощи специальных устройств

Заключение

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

2 Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления планки опорной, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенная температура рабочей зоны, запыленность, некачественная поверхность вследствие механической обработки.

3 Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно острые кромки, повышенный шум, высокая температура рабочей зоны. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

4 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.

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

8 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является расчет технико-экономических показателей проектируемого технологического процесса и определение экономического эффекта от предложенных технических решений.

В данной выпускной квалификационной работе проектируется новый технологический процесс изготовления планки опорной, который проходит в режиме крупносерийного производства.

В проектируемом процессе используются универсальные станки, специальные приспособления и режущий инструмент, описание которых представлено в разделах 2, 3, 4, 5.

Условия труда принимаем нормальные.

Так как мы имеем крупносерийный тип производства, форма оплаты труда принимается как повременно-премиальная.

Исходные данные необходимые для подстановки в расчетные формулы экономического обоснования по [17]. представлены в приложении [Приложение Е].

На базе представленных в приложении исходных данных определяем капитальные вложения на технологический процесс изготовления планки опорной.

Для этого используем методику представленную в [17], согласно которой общие капитальные вложения составляют:

$$K_{ОБЩ} = 2621229,0255 \text{ руб};$$

Для обоснования эффективности принятого проекта необходимо выполнить следующие действия:

- 1 Рассчитать технологическую себестоимость
- 2 Определить полную себестоимость
- 3 Рассчитать показатели экономической эффективности

Технологическая себестоимость проекта предполагает определение затрат на основной материал M , заработной платы оператора $Z_{пл.оп}$,

начисления на данную заработную плату $H_{ЗПЛ}$ и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования $P_{Э.ОБ.}$.

Детализация данных величин представлена на диаграмме (рисунок 16)

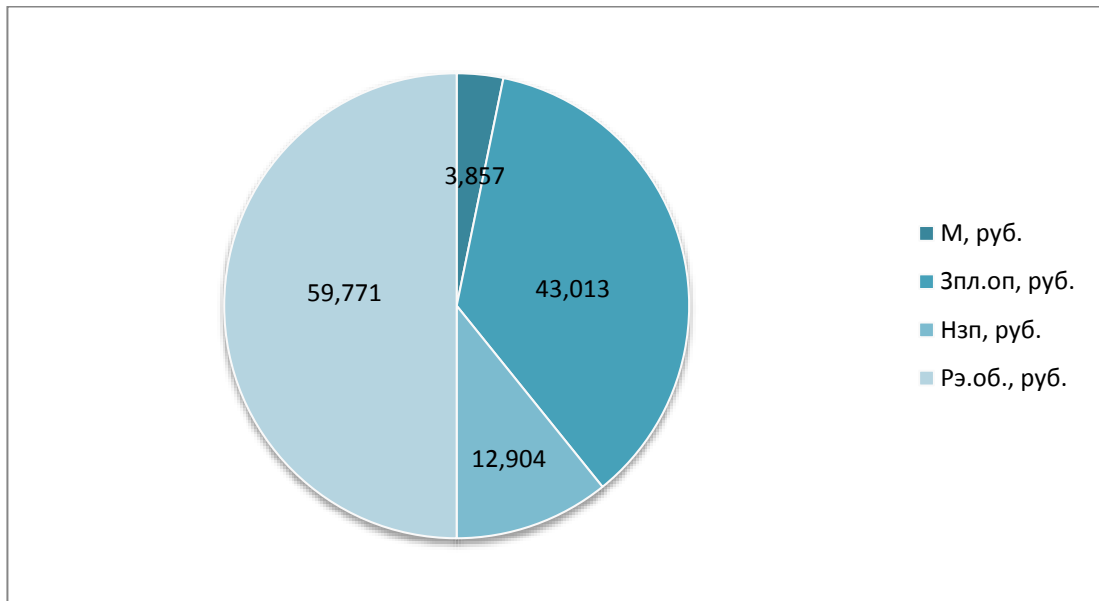


Рис.16 Диаграмма технологической себестоимости проекта

Учитывая представленные на диаграмме данные получаем технологическую себестоимость равную $C_{ТЕХ} = 119,545 \text{ руб.}$

Расчет показателей экономической эффективности рассматриваемого процесса осуществляется по следующему алгоритму:

$$P_{ОЖ} = C_{ПОЛ} \cdot R \cdot P_{Г} = 279,097 \cdot 0,18 \cdot 75000 = 3767809,5 \text{ руб.}; \quad (8.1)$$

$$H_{ПРИБ} = P_{ОЖ} \cdot K_{НАЛ} = 3767809,5 \cdot 0,2 = 753561,9 \text{ руб.}; \quad (8.2)$$

$$P_{ЧИСТ} = P_{ОЖ} - H_{ПРИБ} = 3767809,5 - 753561,9 = 3014247,6 \text{ руб.}; \quad (8.3)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ОБЩ}}{P_{ЧИСТ}} + 1 = \frac{2621229,02}{3014247,6} + 1 = 1,869 \approx 2 \text{ года}; \quad (8.4)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} =, \quad (8.5)$$

$$= 301424,6 \cdot (0,670 + 0,476) = 3454327,7491 \text{ руб};$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}} = \quad (8.6)$$

$$= 3454327,7491 - 2621229,0255 = 833098,724 \text{ руб};$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}} = \frac{3454327,749}{2621229,0255} = 1,3 \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (8.7)$$

На основе полученных данных делаем вывод, что предложенный технологический процесс целесообразен, поскольку имеет высокий показатель экономической эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

1 Изучена и проанализирована область применения и условия изготовления планки опорной;

2 Разработаны теоретические схемы базирования, выбраны средства технологической оснастки, выбран технологический маршрут обработки планки опорной;

3 Разработан технологический процесс изготовления планки опорной;

4 Спроектировано приспособление – скальчатый кондуктор с гидравлическим приводом.

5 Спроектирован режущий инструмент - ступенчатое спиральное сверло с цилиндрическим хвостовиком

6 Проведен анализ температуры шлифования

7 Рассчитаны режимы резания, нормы времени и спроектированы наладки на три разнохарактерные операции - сверлильную, фрезерную и шлифовальную.

8 Произведен расчет экономической эффективности.

В результате работы была получена технология изготовления планки опорной, на основе температурного анализа было принято решение об использовании в процессе изготовления планки опорной алмазных шлифовальных кругов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. Пособие для машиностроит. спец. Вузов] – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн: Высш. школа, 1983.- 256с.

2 Соболев С.Ф., Кузьмин Ю.П. Методические указания по разработке технологических процессов изготовления деталей механической обработкой. – СПб : СПбГУ ИТМО, 2007. – 118с.

3 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

4 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.

5 4 Справочник технолога – машиностроителя, в 2х томах. Под ред. Дальского А. М. М.: Машиностроение, 2003 г. т. 1 – 912 стр., т. 2 – 944 стр.

6 Малышев В.И. Технология изготовления режущего инструмента : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / В. И. Малышев. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. - 439 с.5.Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. - М. : Машиностроение, 1988. - 480 с.

7 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

8 Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений: [учебное пособие для учащихся техникумов] – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1980.- 240с.

9 Абразивная и алмазная обработка материалов : справочник / сост. Е. И. Алексенцев, Я. И. Барац [и др.] ; под ред. А. Н. Резникова. – М. : Машиностроение, 1977. – 391 с.

- 10 Старков В.К. Физика и оптимизация резания материалов. М. : Машиностроение, 2009. – 640 с.
- 11 Кашук В.А., Верещагин А.Б. Справочник шлифовщика. - М. : Машиностроение, 1988. - 480 с
- 12 Технологические наладки механической обработки и сборки в машиностроении : учеб. пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Гриф УМО ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2003. - 179 с.
- 13 Мягков, В.Д. Допуски и посадки / В.Д.Мягков [и др.] - Машиностроение. : Ленингр. отд-ние", 1982. - 543 с.
- 14 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.
- 15 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.
- 16 Горина, Л.Н. Методические указания к дипломному проектированию / Л.Н. Горина. – Тольятти: ТГУ, 2003г. – 17с.
- 17 Зубкова Н.В. Учебно – методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Конструкторско – технологическое обеспечение машиностроительных производств». / Н.В. Зубкова – Тольятти: ТГУ, 2015. – 73с.
- 18 S. Kalpakjian/ S.R. Schmid// Manufacturing processes for engineering materials. - New Jersey: Prentice Hall, 2003.
- 19 Mechanical Engineering / Ed. Murat Gokcek. – InTech, 2012. – 682p. ISBN 978-953-51-0505-3.
- 20 Elaine McClarence / E. McClarence // Metalworking world. 3. - Sweden: Spoon publishing, 2012. - p. p. 6-7. ISBN 1652-5825.

21 Modern Surface Engineering Treatments / Ed. Mahmood Aliofkhazraei.
- InTech, 2013. - 238p. ISBN 978-953-51-1149-8.

22 Welding Processes / Ed. Radovan Kovacevic. - InTech, 2012. - 450p.
ISBN 978-953-51-0854-2.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Дубл.											
Взам.											
Подп.											
Разраб.	Рево В.С.										
Проверил	Резников Л.А.										
Н. Контр.										0,25	
Наименование операции		Материал		Твердость		E B	МД	Профиль размеры		МЗ	КОИД
025 Фрезерная		Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 19903-74		179 НВ			0,013	40x24x10		0,08	1
Оборудование		Обозначение программы		To	Tв	Tпз	Tшт	СОЖ			
Вертикально-фрезерный станок 6Н12ПБ				0,759			0,977	Эмульсия 1,5%			
P		ПИ	Д или В	L	V	i	S	n	t		
00 1	1. Установить заготовку										
T0 2	Приспособление специальное комбинированное										
00 3	Фрезеровать занижение 9, 10										
T0	Фреза концевая цилиндрическая с коническим хвостовиком тип 1 32x19x115 ГОСТ 23248-78										

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Таблица 15 - Исходные данные для экономического обоснования

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	000 заготовительная	000 фрезерная	010 фрезерная	015 фрезерная	020 фрезерная	025 фрезерная	030 фрезерная	035 пайка	040 сверлильная	045 резъбонарезание	050 шлифовальная	055 шлифовальная	060 шлифовальная	065 шлифовальная
			Friggi VAS OSF	6П80Г	6П80Г	6Н81	6П80Г	6Н12ПБ	6П80Г	М 3030	2А135	2С132К	JP5G-0618H	JP5G-0618H	JP5G-0618H	JP5G-0618H
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	75000													
2	Норма штучного времени, в т.ч. машинное время	$T_{шт}, мин.$ $T_{маш}, мин.$	2,6 2,3	1,3 1,1	1,3 1,1	1,0 0,8	0,9 0,8	0,98 0,76	0,7 0,6	0,8 0,7	0,9 0,6	2,1 1,8	1,1 0,9	0,23 0,15	0,2 0,1	0,2 0,1
3	Цена единицы оборудования	$C_{об}, руб.$	550000	130000	130000	150000	130000	125000	130000	50000	140000	210000	1200000	1200000	1200000	1200000
4	Выручка от реализации изношенного оборудования	$B_{р.об}, руб.$	27500	6500	6500	7500	6500	6250	6500	2500	7000	10500	60000	60000	60000	60000
5	Коэффициент загрузки оборудования	K_3	0,645	0,337	0,337	0,259	0,234	0,254	0,182	0,208	0,234	0,545	0,285	0,060	0,052	0,052
6	Установленная мощность электродвигателя станка	$M_{у}, кВт.$	18,5	2,8	2,8	1,7	2,8	1,7	2,8	0,4	4,5	4,87	2,25	2,25	2,25	2,25
7	Цена единицы инструмента	$C_{и}, руб.$	2000	756 12526	756 12526	12526 531	3314 3314	1200	756	20200	2000	150	1500 1300	1300	1200	1500
8	Выручка от реализации изношенного инструмента по цене металлолома	$B_{р.и}, руб.$	40	15,2 250	15,2 250	250 10,62	66,28 66,28	24	15,2	-	40	3	30 26	26	24	30

Продолжение таблицы 15

9	Количество переточек инструмента до полного износа	$N_{ПЕР}$	15	11 22	11 22	22 15	9 9	30	11	5921	62	7	16 16	16	16	16
10	Стоимость одной переточки	$C_{ПЕР}, руб.$	255,1	184,9 105,3	184,9 105,3	105,3 184,9	286,9 286,9	121,1	184,9	-	114,2	105,2	286,9 286,9	286,9	286,9	286,9
11	Стойкость инструмента между переточками	$T_{И}, час.$	2,0	4,0 2,0	4,0 2,0	2,0 1,0	2,0 2,0	2,0	4,0	0,012	0,5	0,3	2,0 2,0	2,0	2,0	2,0
12	Цена единицы приспособления	$C_{ПР}, руб.$	3000	1600	1600	980	980	1230	1550	980	3500	1600	1630	1500	1500	1500
13	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{Р.ПР}, руб.$	600	320	320	196	196	246	310	196	700	320	326	300	300	300
14	Площадь, занимаемая одним станком	$P_{УД}, м^2$	72,975	3,07	3,07	3,996	3,07	3,943	3,07	0,2	0,809	1,470	2,054	2,054	2,054	2,054
15	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь	$K_{Д.ПЛ.}$	2,0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
16	Материал заготовки и метод получения.		12X18H10T Прокат, нарезание													
17	Масса заготовки	$M_3, кг.$	0,08													
18	Вес отходов в стружку	$M_{ОТХД}, кг.$	0,0673													
19	Цена 1кг материала заготовки	$C_{МАТ}, руб/кг$	301,92													
20	Цена 1кг отходов	$C_{ОТХ}, руб/кг$	3,94													
21	Коэффициент транспортно-заготовительных расходов	$K_{Т.З}$	1,05													

