

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 бакалавра)

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных про-
изводств»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Родионов Денис Владимирович гр. ТМбз-1131

1. Тема Технологический процесс изготовления дисковой фрезы.

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе 1. Чертеж детали; 2. Годовая программа выпуска - 10000 дет/год; 3. Режим работы – двухсменный.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование станочного и контрольного приспособлений

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

Аннотация

УДК 621.08.01

Технологический процесс изготовления дисковой фрезы

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

В выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования технологического процесса изготовления дисковой фрезы в условиях среднесерийного производства

Предложено:

- применение нового технологического процесса изготовления детали в условиях среднесерийного производства.
- получение заготовки из проката нормальной точности с припусками, рассчитанными аналитическим методом;
- применение высокопроизводительного оборудования и оснастки;
- вместо четырех токарных станков применение двух токарных двухшпиндельных станков с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.
- для фрезерных работ применили станок с ЧПУ EC-300HE фирмы Haas Automation, Inc, отличающийся сравнительно небольшой ценой, высокой точностью и наивысшими показателями производительности;
- вместо ручной заточки применение автоматической на заточном станке с ЧПУ фирмы SOFTRON LLC;
- вместо ручной слесарной операции применить электрохимическую, что позволило существенно снизить штучное время.
- применить режущий инструмент с износостойкими покрытиями, применение которого дает существенное форсирование режимов резания и снижение штучного времени;
- спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом с автоматизированным приводом для токарной операции;

- спроектировано приспособление для контроля перпендикулярности торцев.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 57 страниц, содержащей 22 таблицы, 2 рисунка, и графической части, содержащей 7 листов.

Содержание

Введение, цель работы	7
1 Описание исходных данных	8
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	8
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.3 Анализ базового варианта техпроцесса	13
1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса	15
2 Технологическая часть работы.....	17
2.1 Выбор типа производства	17
2.2 Выбор и проектирование заготовки	17
2.3 Разработка технологического маршрута и плана обработки.....	19
2.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	22
2.5 Проектирование технологических операций.....	26
3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений.....	33
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	33
3.2 Проектирование контрольного приспособления	38
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	41
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	41
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	42
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	43
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно- технологических эксплуатационных и утилизационных процессов) ...	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	47
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»	18
5 Экономическая эффективность работы	50
Заключение	54
Список используемой литературы.....	55
Приложения.....	57

Введение, цель работы

Машиностроение в последнее время привлекает все больше внимания со стороны правительства и бизнеса. Это связано с возможностью развития и получения значительной прибыли. Но без внедрения в производственный процесс современных наукоемких технологий это не возможно.

В чем могут заключаться современные технологии? В первую очередь это снижение затрат на производство, повышение точности и качества изделий, и как следствие повышение производительности.

Применение только высокопроизводительного оборудования не позволит добиться перечисленного, внимание необходимо уделять и новым методам проектирования технологических процессов, и разработке современной оснастки.

Основываясь на перечисленном выше сформулируем цель выпускной квалификационной работы – разработать технологический процесс изготовления детали в условиях серийного производства с выполнением требований чертежа и минимальными затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Служебное назначение детали, условия работы детали

Деталь – фреза дисковая используется при обработке шатуна автомобиля ВАЗ 2110. Фрезой обрабатывается канавка на специальном горизонтально – фрезерном полуавтомате.

В качестве материала используется сталь P6M5K5 по ГОСТ 19265-73

Ширина фрезы $B = 4,8$ мм

Диаметр фрезы $D = 40_{-0,1}$ мм

Число зубьев фрезы $Z = 14$

Режимы резания при обработке паза:

- 1) Глубина резания $t = 4$ мм.
- 2) Подача $S = 0,02$ мм/зуб
- 3) Частота вращения шпинделя: $n = 400$ об/мин
- 4) Фактическая скорость резания: $V = 50,2$ м/мин;

При работе деталь испытывает неравномерные нагрузки, и работает на высоких скоростях. Устанавливается по базовому центральному отверстию, момент передается посредством шпонки.

1.1.2 Анализ материала детали

Проанализируем материал детали (P6M5K5 ГОСТ 19265-73) по химическому составу и механическим свойствам. Результаты оформим в виде таблиц 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав стали P6M5K5, в процентах

Элемент	C	S	P	Cr	W	V	Mo	Co
		Не более						
Содержание	0.84- 0.92	0.03	0.03	3,8- 4,3	5.7- 6,7	1.7- 2.1	4.8- 5,3	4,7- 5,2

Таблица 1.2 - Механические свойства стали Р6М5К5

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

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

Выполним классификацию поверхностей детали по служебному назначению (рисунок 1.1), результаты в таблице 1.3.

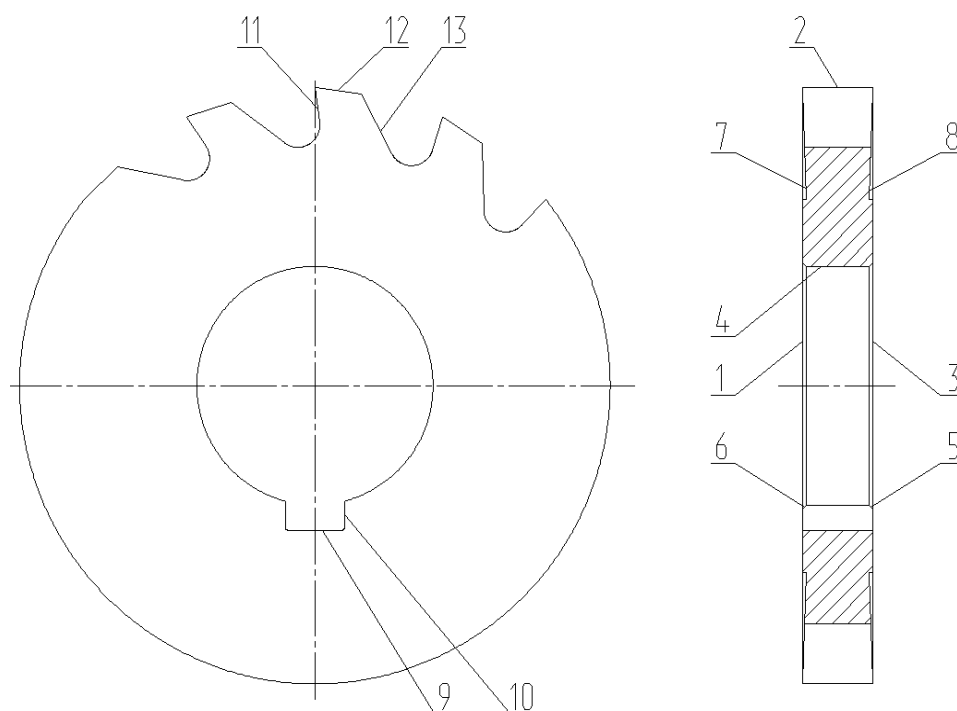


Рисунок 1.1 - Систематизация поверхностей

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали по служебному назначению

N	Вид поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные	2,11,12,10
2	Основные конструкторские базы (ОКБ)	4,3
3	Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	1
4	Свободные	остальные

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

1.2.1 Количественный анализ технологичности

1.2.1.1 Коэффициент унификации поверхностей

$$K_y = n_y / \Sigma n, \quad (1.1)$$

где n_y - число унифицированных поверхностей;

Σn - сумма всех поверхностей.

$K_y = 1$, т.к при обработке используется типовая оснастка и универсальные станки.

1.2.1.2 Коэффициент шероховатости поверхностей

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.2)$$

где $B_{ср}$ - среднее численное значение параметра шероховатости;

$$B_{ср} = \frac{B_{ni}}{\Sigma ni}, \quad (1.3)$$

где B_{ni} – числовое значение параметра шероховатости;

Σni – число поверхностей одного значения шероховатости

$$B_{ср} = (4 \cdot 0,63 + 4 \cdot 1,25 + 5 \cdot 2,5) / 13 = 1,54 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1 / 1,54 = 0,31$$

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к $K_{ш} < 0,32$.

1.2.1.3 Коэффициент точности

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, \quad (1.4)$$

где A_{cp} – средняя точность изготовления детали

$$A_{cp} = \frac{A_{ni}}{\sum n_i}, \quad (1.5)$$

где A_{ni} – числовое значение точности

$\sum n_i$ – число поверхностей одной точности

$$A_{cp} = (1 \cdot 6 + 2 \cdot 10 + 6 \cdot 11 + 4 \cdot 12) / 13 = 10,8$$

$$K_T = 1 - 1/10,8 = 0,91$$

Вывод: по данному показателю деталь технологична, т.к. $K_T > 0,85$

1.2.2 Качественный анализ технологичности

К критериям технологичности детали относятся:

- а) технологичность заготовки,
- б) технологичность конструкции детали в целом,
- в) технологичность базирования и закрепления,
- г) технологичность обрабатываемых поверхностей.

1.2.2.1 Технологичность заготовки

Деталь – фреза дисковая из стали Р6М5К5 ГОСТ 19265-73. В качестве заготовки используется прокат, получение наружных поверхностей трудностей не вызывает. Таким образом, заготовку можно считать технологичной.

1.2.2.2 Технологичность конструкции детали в целом

Вся необходимая информация о конструкции, точности и качестве детали имеется на чертеже.

Форма детали относит ее к деталям типа диск. Каких либо сложных поверхностей или их сочетаний в конструкции нет, а значит, при разработке ТП можно воспользоваться типовым технологическим процессом.

Обработки детали, очевидно, будет реализована в два установка. Она может вестись одним или несколькими инструментами одновременно.

Обработка может вестись на универсальном оборудовании и допускает механизацию и автоматизацию, также транспортировка не вызовет трудностей. При контроле все поверхности имеют легкий доступ.

Таким образом, с точки зрения общей конфигурации детали ее можно считать технологичной

1.2.2.3 Технологичность базирования и закрепления

Технологичность базирования и закрепления детали характеризуется наличием опорных поверхностей, а также совпадением технологической и измерительной баз.

Учитывая простую конфигурацию заготовки на всех операциях можно выполнить принцип единства баз.

Таким образом, с точки зрения базирования и закрепления деталь можно считать технологичной.

1.2.2.4 Технологичность обрабатываемых поверхностей

По чертежу детали мы можем определить максимальный квалитет и минимальную шероховатость (IT7 - Ø 16H7; Ra 0,63).

Учитывая простую конфигурацию детали и достаточно жесткие требования обработки можно проводить на станках нормальной точности.

Таким образом, конструкция фрезы дисковой является технологичной.

1.3 Анализ базового варианта техпроцесса

1.3.1 Технологический маршрут базового техпроцесса

Таблица 1.4 - Характеристика базового техпроцесса

Операция		Средства технического оснащения			Тшт, час
№ оп	Наименование оп, номера об- раб. пов.	станок	оснастка	РИ	
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Контрольная				
010	Токарная	Универсальный 16K20	Патрон самоцен- трирующий	Сверло спираль- ное Р6М5	0,033
015	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец проходной Т5К10	0,08
020	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец подрезной Т5К10	0,063
025	Плоскошлифо- вальная	Плоскошлифо- вальный станок 3Л722В	Стол магнитный	Шлифовальный круг	0,05
030	Токарная	Токарно- винторезный 16K20	Патрон 3-х ку- лачковый	Резец расточной Т15К6	0,035
035	Токарная	Универсальный 16K20	Патрон самоцен- трирующий	Резец проходной Т15К6	0,03
040	Протяжная	Вертикально- протяжной 7Б64	Приспособление специальное	Протяжка шпо- ночная Р6М5	0,03
045	Моечная	КММ			0,02
050	Слесарная				0,015
055	Фрезерная	Горизонтально- фрезерный 6Р81Ш	Приспособление специальное УДГ	Фреза одноугло- вая Р6М5	0,07
060	Слесарная				0,015
065	Контрольная				

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
070	Термическая				
075	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон цанговый, оправка, центр задний	Шлифовальный круг	0,05
080	Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3Л722В	Патрон поводковый с центром. Центр упорный. Оправка	Шлифовальный круг	0,083
085	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	Патрон поводковый с центром. Центр упорный. Оправка	Шлифовальный круг	0,067
090	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3М152	Патрон поводковый с центром. Центр упорный. Оправка	Шлифовальный круг	0,035
095	Заточная	Универсально-заточной 3Б642	Патрон поводковый с центром. Центр упорный. Оправка	Шлифовальный круг	0,063
100	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон цанговый, оправка, центр задний	Шлифовальный круг	0,083
105	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный п/а 3К227В	Патрон цанговый, оправка, центр задний	Шлифовальный круг	0,015
110	Координатно-графическая				
115	Заточная	Универсально-заточной 3А64Д	Патрон цанговый	Шлифовальный круг	0,067
120	Размагничивание				0,001
125	Моечная	КММ			0,001

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
130	Комплектовочная				0,025
135	Маркировочная				
140	Консервация				
145	Упаковочная				

1.4 Цели и задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

1.4.1 Недостатки базового ТП

Анализ базового ТП показывает, что производительность оборудования не позволяет организовать техпроцесс в условиях серийного производства.

Повышение производительности ограничивают следующие факторы:

- 1) на черновых токарных операциях неоправданно значительный припуск;
- 2) лимитирующая операция – фрезерная, по нарезанию зубьев, вследствие применения универсального станка;
- 3) заточка режущих лезвий производится на универсальном станке;
- 4) снятие заусенцев выполняется на слесарных операциях;
- 5) неоптимальные режимы резания – универсальный инструмент;
- 6) универсальная оснастка с ручным зажимом не позволяет сократить вспомогательное время.

1.4.2 Цели и задачи работы. Пути совершенствования техпроцесса

Учитывая указанные недостатки базового техпроцесса, сформулируем задачи выпускной квалификационной работы и пути совершенствования ТП:

- 1) спроектировать заготовку с минимальным припуском;
- 2) в ТП использовать станки с ЧПУ или производительные полуавтоматы, более подходящих для серийного производства;

3) для фрезерной обработки применить горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ фирмы Haas Automation, Inc. с установкой заготовки в приспособлении с делительным устройством, что позволит обработать все зубья в автоматическом режиме.

4) для заточной обработке применить универсально-заточной станок с ЧПУ фирмы SOFTRON LLC, с установкой заготовки в приспособлении с делительным устройством, что позволит обработать все зубья в автоматическом режиме.

5) заточку R0.2 с торцев зубьев произведем вместо отдельной операции 115 на втором переходе торцешлифовальной операции по шлифовке поднутрений 7,8.

6) электрохимическая операция позволит отказаться от слесарной операции;

7) применить современный режущий инструмент с износостойкими покрытиями;

8) применить специальную и специализированную высокопроизводительную автоматизированную оснастку;

9) спроектировать патрон токарный с торцовым поджимом с автоматизированным приводом;

10) спроектировать контрольное приспособление для контроля биения с электронным индикатором;

11) определить экономическую эффективность изменений, внесенных в техпроцесс.

Решению этих задач посвящены последующие разделы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Определив тип производства можно определиться с организацией технологического процесса и методом получения заготовки.

По коэффициенту закрепления операций можно определить тип производства, в свою очередь для этого потребуется определение трудоемкости и количество станков.

Тип производства определим упрощенно в зависимости от массы детали и программы выпуска.

По [4, с. 24, табл. 31] при массе детали 0,03 кг и годовой программе выпуска $N_{г} = 10000$ шт. в год производство – среднесерийное.

2.2 Выбор и проектирование заготовки

2.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

Для данной детали метод получения заготовки можно предварительно определить не только по типу производства, но и из физико-технических свойств стали Р6М5, конфигурации и размеров детали. Заготовка может быть получена:

- поковкой или штамповкой;
- отрезкой от прутка (прокат).

Однако для формы заготовки типа диск, диаметром 40 мм и шириной 4,8 мм более целесообразным будет получение заготовки из проката

2.2.2 Проектирование заготовки

Определим требуемый размер проката, с учетом припусков на черновое точение припуск на обработку составляет 1,3 мм, чистовом 0,54 мм, шлифовании 0,16 мм

Расчетный размер заготовки

$$D = 40 + 1,3 + 0,54 + 0,16 = 42 \text{ мм}$$

Учитывая полученный размер принимаем горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590-2006

$$\text{Круг} \frac{42 - \text{В} - \text{ГОСТ } 2590 - 2006}{\text{Р6М5К5 ГОСТ } 19265 - 73}$$

Припуски на подрезание торцовых поверхностей:

Припуск на черновую подрезку торца 0,6 мм на сторону, чистовую 0,25 мм, шлифование 0,1 мм.

Габаритный размер по длине:

$$L_3 = 4,8 + (0,6 + 0,25 + 0,1) \cdot 2 = 6,7 \text{ мм}$$

Принимаем - 6,7 мм.

Объем заготовки определяем по плюсовым допускам ($\varnothing 42^{+0,4}_{-0,75}$)

$$V = \pi \cdot d^2 \cdot l / 4 = 3,14 / 4 \cdot 42,4^2 \cdot 6,7 = 9455 \text{ мм}^3 \quad (2.1)$$

Массу заготовки определяем по формуле :

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

где V - объем, мм^3 ;

γ - плотность стали, кг/мм^3 .

$$m_3 = 9455 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 0,074 \text{ кг}$$

$$\text{КИМ} = m_d / m_3 = 0,03 / 0,074 = 0,40 \quad (2.3)$$

2.3 Разработка технологического маршрута и плана обработки

2.3.1 Разработка схем базирования

При разработке схем базирования необходимо учитывать принципы постоянства и единства баз – это позволит минимизировать погрешности при обработке.

На первой операции механической обработке производится подготовка чистовых баз, базовые поверхности – черновые базы, указанные на чертеже заготовки.

Самоцентрирующие приспособления при установке заготовки на станке позволяют обеспечить точность в диаметральной направленности.

Разработанные схемы базирования указаны на операционном эскизе плана обработки.

Таблица 2.1 - Назначение технологических баз

№ оп.	Наименование операции	Контролируемый параметр	Технологическая база
1	2	3	4
005	Абразивно-отрезная	Осевой	3
		Диаметральный	2
010	Токарная	Осевой	1
015	Установ 1	Диаметральный	2
	Установ 2	Осевой	3
		Диаметральный	4
020	Протяжная	Осевой	3
025		Диаметральный	4
030	Фрезерная	Осевой	3
		Диаметральный	4
055	Круглошлифовальная	Осевой	3
		Диаметральный	4
060	Торцевнутришлифовальная	Осевой	1

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
		Диаметральный	2
065	Торцешлифовальная	Осевой	3
		Диаметральный	4
070	Торцешлифовальная Установ 1	Осевой	1
		Диаметральный	4
	Установ 2	Осевой	3
		Диаметральный	4
075	Заточная	Осевой	3
080		Диаметральный	4

2.3.2 Выбор методов обработки поверхностей

Точность и шероховатость поверхностей обуславливает выбор маршрута их обработки.

В таблице 2.2 приведена последовательность обработки отдельных поверхностей, в таблице 2.3 маршрут обработки, где обозначено:

Т- обтачивание черновое, Тч- обтачивание чистовое,
С- сверление, Ф- фрезерование,
Рч- растачивание чистовое, Ш- шлифование,
З-заточка, То- термообработка

Таблица 2.2 - Последовательность обработки поверхностей

Номер обрабатываемой поверхности	Маршрут обработки	IT	Ra
1,3	Т, Тч, ТО, Ш	8	1,25
2	Т, Тч, ТО, Ш	8	0,63
7,8	Т, Тч, ТО, Ш	9	1,25
4	С, Рч, ТО, Ш	7	0,63
5,6	Рч, ТО	12	2,5
13	Ф, ТО	12	2,5
11	Ф, ТО, З	9	0,63
12	ТО, З	9	0,63

2.3.3 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки детали.

№ оп	Наименование операции	№ базовых поверхн.	№ обраб. поверхн.	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
005	Абразивно-отрезная (прокат)	3,2	1,3	15	20
010	Обтачивание предвари- тельное	1,2	3,4	13	5
		3,4	1,2	13	5
015	Обтачивание чистовое	1,2	3,4,5	10	2,5
		3,4	1,2,6	10	2,5
020	Протяжная	3	4	8	1,25
025	Протяжная	3	9,10	10	2,5
030	Фрезерная	3,4	11,13	12	2,5
035	Слесарная				
040	Моечная				
045	Контрольная				
050	Термическая				
055	Круглошлифовальная	3,4	2	8	0,63
060	Торцевнутришлифо- вальная	1,2	4	7	0,63
			3	8	1,25
065	Торцешлифовальная	4,3	1	8	1,25
070	Торцешлифовальная	1,4	8	9	1,25
		3,4	7	9	1,25
075	Заточная	3,4	11	9	0,63
080	Заточная	3,4	12	9	0,63
085	Моечная				
090	Контрольная				
095	Химикотермическая				

2.3.4 План обработки детали

Разработка плана обработки позволяет визуализировать технологический процесс, и одновременно назначить технологические допуски на операционные размеры.

План обработки детали "Фреза дисковая" представлен в графической части ВКР.

2.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

2.4.1 Обоснование выбора оборудования

При выборе оборудования воспользуемся следующей методикой:

а) Оборудование должно полностью соответствовать требуемой производительности, мощности и точности. Превышение этих параметров значительно повысит стоимость производства.

б) Количество операций должно быть минимальным – это позволит сократить количество оборудования. Концентрация также призвана повысить точность обработки за счет меньшего числа перестановок.

в) В определенном в работе типе производства разумно применять станки высокой производительностью (автоматы, ЧПУ).

Исходя из анализа рынка металлорежущего оборудования, выясняем, что наиболее оптимальными по характеристикам цена-качество для фрезерных и токарных работ являются станки фирмы Haas Automation, Inc, для заточных работ – фирмы SOFTRON LLC.

Таблица 2.4 - Выбор оборудования

№ оп.	Наименование операции	Станок
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	Абразивно-отрезной СИ-30
010	Токарная черновая	Токарный двухшпиндельный станок с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
015	Токарная чистовая	Токарный двухшпиндельный станок с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.
020 025	Протяжная	Вертикально-протяжной станок 7Б64
030	Фрезерная	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.
035	Слесарная	Электрохимический станок для снятия заусенцев 4407
040 085	Моечная	Камерная моечная машина
055	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный п/а 3М151
060	Торцевнутришлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
065 070	Торцешлифовальная	Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В
075 080	Заточная	Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC

2.4.2 Обоснования выбора приспособлений

Таблица 2.5 - Выбор приспособлений

№ оп.	Наименование операции	Приспособление
1	2	3
005	Абразивно-отрезная	УНП с призмами ГОСТ 12195-66
010	Токарная черновая	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий с дополнительным торцовым поджимом, с гидроприводом
015	Токарная чистовая	Патрон 3-х кулачковый самоцентрирующий с дополнительным торцовым поджимом, с гидроприводом

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
020	Протяжная	Приспособление специальное
025	Протяжная	Приспособление специальное
030	Фрезерная	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом
055	Круглошлифовальная	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71
060	Торцевнутришлифовальная	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71
065 070	Торцешлифовальная	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71
075 080	Заточная	Патрон цанговый ГОСТ 17200-71

2.4.3 Обоснование выбора режущего инструмента.

При выборе режущего инструмента воспользуемся следующей методикой:

- а) Режущий инструмент выбирается по методу обработки и расположению обрабатываемых поверхностей.
- б) Следует отдавать стандартным инструментам и только при их отсутствии выполнять проектирование новых.

Результаты выбора инструмента представлены в табл. 2.6

Таблица 2.6 - Выбор инструмента

№ оп.	Наименование операции	Режущий инструмент	Мерительный инструмент
1	2	3	4
000	Абразивно-отрезная	Шлифовальный круг 1 400x4x32 24A40-НС1-Б2 ГОСТ 2424-8	Шаблон ГОСТ 2534-79
005	Токарная черновая	Резец токарный проходной с механическим креплением.	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Пластина 3-х гранная, Т5К10, с покрытием (TiCr)N $\varphi=92^\circ$, $\varphi_1=8^\circ$, $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=105	Шаблон ГОСТ 2534-79
		Сверло спиральное $\varnothing 15,4$, P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
010	Токарная чистовая	Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина T15K6, с покрытием (TiCr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=105	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73
		Резец токарный расточной с механическим креплением. Пластина T15K6, с покрытием (TiCr)N $\varphi=93^\circ$, $\varphi_1=27^\circ$, $\lambda=-2^\circ$ $\alpha=11^\circ$ h=12 b=12 L=90	Шаблон ГОСТ 2534-79
020	Протяжная	Протяжка круглая переменного резания $\varnothing 15,92$ ГОСТ 26479-85 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69
025	Протяжная	Протяжка шпоночная для паза В=4 ГОСТ 18217-90, P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
030	Фрезерная	Фреза двугловая несимметричная $\varnothing 80$ ТУ 2-035-526-76 Z=22 P18K5Ф2, покрытие (Ti, Cr)C	Шаблон ГОСТ 2534-79
055	Круг- лошлифовальная	Шлифовальный круг 1 450x10x205 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-скоба ГОСТ 18355-73 Приспособление мерительное с индикатором
060	Торцевнут- ришлифовальная	Шлифовальный круг 5 14x10x5 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007 Шлифовальный круг 6 20x10x5 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Калибр-пробка ГОСТ 14827-69 Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором
065	Торцешли- фовальная	Шлифовальный круг 6 20x10x5 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79 Приспособление мерительное с индикатором

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4
070	Торцешлифовальная	Шлифовальный круг 11 30x15x8 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с индикатором
075 080	Заточная	Круг шлифовальный 11 100x30x15 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон ГОСТ 2534-79
			Приспособление мерительное с индикатором

2.5 Проектирование технологических операций

2.5.1 Расчет промежуточных припусков и операционных размеров

При определении припусков воспользуемся методикой представленной в литературе [11, 191].

Результаты расчетов припусков приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Припуски на обработку поверхностей дисковой фрезы

№ оп	Наименование оп.	№ обраб. поверхн.	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4
005	Токарная черновая	3	0,6
		4	7,7
		1	0,6
		2	0,65
010	Токарная чистовая	3	0,25
		4	0,2
		1	0,25
		2	0,27
020	Протяжная	4	0,06

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4
055	Круглошлифовальная	2	0,08
060	Торцевнутришлифовальная	4	0,04
		3	0,10
065	Торцешлифовальная	1	0,10
070	Торцешлифовальная	8,7	0,07max
075	Заточная	11	0,10
080	Заточная	12	0,16max

2.5.2 Расчет режимов резания аналитическим методом

Операция токарная 010, установ 2.

2.5.2.1 Исходные данные

- Деталь- фреза дисковая
- Материал- сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73 $\sigma_B = 850$ МПа
- Заготовка- прокат
- Обработка- токарная черновая
- Тип производства- серийное
- Приспособление- патрон 3-х кулачковый

2.5.2.2 Структура операции (последовательность переходов)

Оп 010 Токарная чистовая. Установ 2

Содержание операции:

Переход 3: Точить поверхн., выдержать размеры $\varnothing 70.7_{-0,39}^{+0,09}$; 5.5 ± 0.09

2.5.2.3 Выбор режущих инструментов

Переход 3: Резец токарный проходной с механическим креплением. Пластина Т5К10, с покрытием (TiCr)N

$\varphi = 92^\circ$, $\varphi_1 = 8^\circ$, $\lambda = 0$ $\alpha = 11^\circ$; $h = 25$ $b = 25$ $L = 105$

2.5.2.4 Данные оборудования

Модель- TL-15HE

2.5.2.5 Расчет режимов резания

2.5.2.5.1 Припуск t , мм

$$t = 0,65 \text{ мм}$$

2.5.2.5.2 Величина перемещения инструмента за оборот шпинделя S , мм/об

$$S = 0.5 \text{ мм/об [11, с.268].}$$

2.5.2.5.3 Определим 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 – табличная величина; $C_U = 350$ [11, с.270];

T – время работы пластины, мин; $T = 60$ мин

t – припуск, мм;

m, x, y – табличные значения; $m = 0.2, x = 0.15, y = 0.35$, [11, с.270];

K_U – коэф-т, определяющий действительные условия обработки [11, с.282];

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

где K_{MU} – [11, с.261];

$$K_{ПУ} = 1.0 \text{ [11, с.263];}$$

$$K_{ИУ} = 1,0 \text{ [11, с.263];}$$

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

где $K_{\Gamma} = 1.0$ [11, с.262];

σ_B – предел прочности;

$$n_U = 0.7 \text{ [11, с.262];,}$$

$$K_{MU} = 0.7 \cdot \left(\frac{750}{850} \right)^{1,0} = 0.62$$

$$K_U = 1,0 \cdot 1.0 \cdot 0.62 = 0.62$$

$$V_T = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 0,65^{0.15} \cdot 0.5^{0.35}} \cdot 0,62 = 130,1 \text{ м/мин}$$

2.5.2.5.4 Частота вращения шпинделя n , мин^{-1}

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

где V - расчётная скорость резания, м/мин;

Подрезка торца от $\varnothing 15,4$ до $\varnothing 40,7$, точение $\varnothing 40,7$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 130,1}{3.14 \cdot 40,7} = 1018 \text{ мин}^{-1}.$$

2.5.2.5.5 Корректировка режимов резания по паспортным данным станка:

Фактическая частота вращения шпинделя (бесступенчатое регулирование): $n_1 = 1018 \text{ мин}^{-1}$;

Тогда фактическая скорость резания:

$$V_{1\max} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 40,7 \cdot 1018}{1000} = 130,1 \text{ м/мин};$$

$$V_{1\min} = \frac{3.14 \cdot 15,4 \cdot 1018}{1000} = 49,2 \text{ м/мин};$$

2.5.2.5.6 Определение силовых составляющих: 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 – табличная величина; $C_p = 300$ [11,с.273];

x, y, n – табличное значение; $x = 1.0, y = 0.75, n = -0.15$ [11,с.273];

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\text{гр}} \quad (2.9)$$

K_{MP} – коэф-т учитывает состояние материала [11,с.264];

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

где $n = 0.75$ [11,с.264];

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

$K_{фр}$, $K_{γр}$, $K_{λр}$, $K_{гр}$ - коэффициенты, определяющие геометрию РИ при определении силы.

$$K_{фр} = 0,89 \quad K_{γр} = 1,0 \quad K_{λр} = 1,0 \quad K_{гр} = 1,0 \text{ [12,с.275];}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.65^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 130,1^{-0,15} \cdot 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 546 \text{ Н}$$

2.5.2.5.7 Мощность резания N , кВт

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{546 \cdot 130,1}{1020 \cdot 60} = 1,16 \text{ кВт} \quad (2.11)$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка TL-15HE у шпинделя $N_{шп} = 15$ кВт, у контршпинделя $N_{шп} = 6$ кВт; $1,16 < 15$, т. е. обработка возможна.

2.5.3 Определение режимов резания табличным методом

Расчет припусков табличным методом проводим по методике, описанной в [1]. Результаты в таблице 2.8

Таблица 2.8 - Сводная таблица режимов резания

№ оп	операция	переход	t, мм	подача S, мм/об	скорость V _т , м/мин	Частота вращения шпинделя, об/мин	Принятая частота вращения шпинделя об/мин	Действительная скорость Резания V _{пр} м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
010	Токарная черновая	Сверлить Ø15,4	7,7	0,25	26	537	537	26,0
		Подрезать торец 15,4/42	0,6	0,50	130	986	986	130,1
		Подрезать торец 15,4/40,7	0,6	0,5	130	1018	1018	49,2/130,1
		Точить Ø40,7	0,65	0,5	130	1018	1018	130,1
015	Токарная чистовая	Подрезать торец 15,4/40,7	0,25	0,25	400	3130	3130	151,3/400,0
		Расточить Ø15,8	0,2	0,25	360	7256	5000	248,1
		Подрезать торец 15,8/40,16	0,25	0,25	400	3172	3172	157,3/400,0
		Точить Ø40,16	0,27	0,25	400	3172	3172	400,0
020	Протяжная	Протянуть отв Ø15,92	0,06	-	8	-	-	8
025	Протяжная	Протянуть паз 4	1,8	-	8	-	-	8
030	Фрезерная	Фрезеровать пов. фрезой Ø80	4,08	0,04-22	110	438	438	110
055	Круглошлифовальная	Шлифовать Ø40	0,08	5 0,006*	45	358	358	45
060	Торцевнутришлиф.	Шлифовать Ø16	0,04	0,005* 5300**	45	895	895	45
		Шлифовать торец 40/16	0,10	0,006* 5300**	45	358	358	45/18,0
065	Торцешлиф.	Шлифовать торец 40/16	0,10	0,006* 5300**	45	358	358	45/18

Продолжение таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
070	Тор- цешлиф.	Шлифовать торец 40/25	0,07	0,006* 5300**	45	358	358	45/18
075	Заточная	Заточить переднюю пов.	0,10	0,01* 4* ³	25 м/с круга	4800	4800	25 м/с круга
080	Заточная	Заточить заднюю пов.	0,16	0,01* 4* ³	25 м/с круга	4800	4800	25 м/с круга

* - подача в мм/ход стола

** - подача в мм/мин

*³ - подача продольная в м/мин

2.5.4 Определение норм времени на все операции

Для определения норм времени воспользуемся методикой [1], результаты оформим в виде таблицы 2.9.

Таблица 2.9 - Нормы времени

№ оп	Наименование оп	То мин	Тв мин	Топ мин	Тоб.от мин	Тп-з мин	Тшт мин	п	Тшт-к мин
010	Токарная черновая	0,162	0,555	0,717	0,043	28	0,760	236	0,879
015	Токарная чистовая	0,052	0,610	0,662	0,040	28	0,702	236	0,820
020	Протяжная	0,072	0,270	0,342	0,020	19	0,362	236	0,442
025	Протяжная	0,096	0,270	0,366	0,022	19	0,388	236	0,468
030	Фрезерная (3 детали/1 деталь)	1,344 0,448	0,477 0,159	1,821 0,607	0,109 0,036	24	1,930 0,643	236	2,032 0,677
055	Круглошлифо- вальная (3 детали/1 деталь)	0,134 0,044	0,555 0,185	0,689 0,230	0,072 0,024	17	0,761 0,254	236	0,833 0,278
060	Торцевнутришли- фовальная	0,167	0,536	0,703	0,069	21	0,772	236	0,861
065	Торцешлифоваль- ная	0,135	0,370	0,505	0,051	17	0,556	236	0,628
070	Торцешлифоваль- ная	0,052	0,740	0,792	0,065	17	0,857	236	0,929
075	Заточная (3 дета- ли/1 деталь)	0,840 0,280	0,555 0,185	1,395 0,465	0,183 0,061	17	1,578 0,526	236	1,650 0,550
080	Заточная (3 дета- ли/1 деталь)	1,344 0,448	0,555 0,185	1,899 0,633	0,267 0,089	17	2,166 0,722	236	2,238 0,746

3 Проектирование станочного и контрольного приспособлений

3.1 Проектирование станочного приспособления

Выполним проектирование токарного патрона для токарной операции 010.

3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета токарного патрона необходимо определить силы резания на лимитирующем переходе.

Главная составляющая силы резания при точении определена в п. 2.5.2:
 $P_z = 546 \text{ Н}$

Крутящий момент определяется по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.1)$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.2)$$

где C_m , C_p - поправочные коэффициенты; $C_m = 0,0345$; $C_p = 68$ [11, с.281];

q , y , - показатели степени;

для крутящего момента $q = 2.0$, $y = 0.8$, [11, с.281];

для осевой силы $q = 1.0$, $y = 0.7$, [11, с.281];

K_p - поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} \quad (3.3)$$

K_{MP} - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала [11, с.264];

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n, \quad (3.4)$$

где σ_B - предел прочности;

n - показатель степени; $n = 0.75$ [11, с.264]

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

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15,4^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 1,10 = 29,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 15,4^{1,0} \cdot 0,25^{0,7} \cdot 1,10 = 4365 \text{ Н}$$

3.1.2 Расчет усилия зажима

Силу зажима определим через равенство моментов сил зажима и сил резания.

Схема действий сил резания и сил зажима показана на рисунке 3.1.

Силу зажима 3-мя кулачками определим для лимитирующего перехода – сверление. Расчет выполним при действии крутящего момента, без учета осевой силы P_o , т.к. она прижимает заготовку к опорам:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot d_2 / 2}, \quad (3.5)$$

где K – коэффициент запаса;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

$M_{кр}$ – крутящий момент при сверлении, Н*м;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности кулачка; $f = 0,3$;

d_2 – диаметр зажимаемой поверхности, мм; $d_2 = 42 \text{ мм}$.

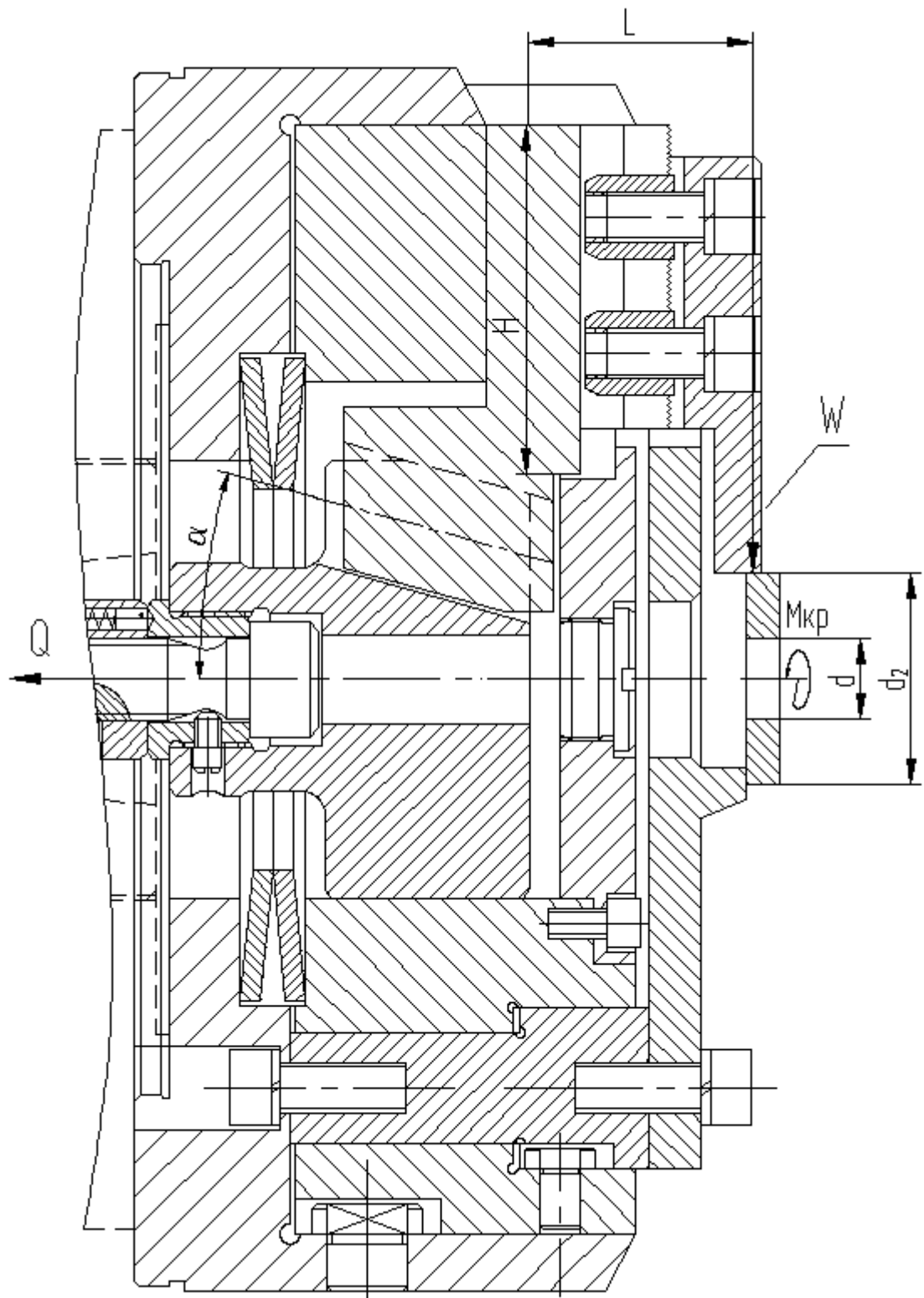


Рисунок 10.1 - Схема действий сил резания и сил зажима

Коэффициент запаса определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.6)$$

где коэффициенты:

$$K_0 = 1.5 [12, \text{с.} 382];$$

$$K_1 = 1.0 [12, \text{с.} 382];$$

$$K_2 = 1.2 [12, \text{с.} 383];$$

$$K_3 = 1.2 [12, \text{с.} 383];$$

$$K_4 = 1.0 [12, \text{с.} 383];$$

$$K_5 = 1.0 [12, \text{с.} 383];$$

$$K_6 = 1.0 [12, \text{с.} 384].$$

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

Если $K < 2,6$, принимаем $K = 2,6$

Тогда

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 29,7 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 21} = 11785 \text{ Н.}$$

3.1.3 Выбор конструкции и расчет зажимного механизма

Сила зажима которая прикладывается к постоянным кулачкам приспособления и на сменных кулачках не одинакова, последняя будет немного выше и определится по выражению:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot L_K / H_K}, \quad (3.7)$$

где $f_1 = 0,1$;

$$L_K = 44 \text{ мм};$$

$$H_K = 70 \text{ мм.}$$

$$W_1 = \frac{11785}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot 44 / 70} = 14524 \text{ Н.}$$

Определяем усилие Q , создаваемое силовым приводом, и передаваемое через зажимной механизм на постоянный кулачок:

$$Q = W_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.8)$$

где α - угол скоса направляющих;

φ - угол трения.

$$Q = 14524 \cdot \operatorname{tg}(15 + 5^{\circ} 43') = 5493 \text{ Н.}$$

3.1.4 Выбор конструкции и расчет силового привода

Для обеспечения исходной силы требуется привод, он может быть пневматический или гидравлический, предпочтение следует отдавать первому. В условиях нашего проектирования примем пневмоцилиндр двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

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

где Q – тянущая сила на штоке, Н;

D – диаметр поршня пневмоцилиндра, мм;

d – диаметр штока пневмоцилиндра, мм;

p – рабочее давление, МПа;

$\eta = 0,9$ -КПД привода.

Приняв приближенно $d = 0.2D$, получим:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 (1 - 0.2^2) \cdot p \cdot \eta = \frac{\pi}{4} \cdot 0.96 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \quad (3.10)$$

Тогда:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot 0.96 \cdot p \cdot \eta}} = 1.15 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}} \quad (3.11)$$

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{5493}{0,4 \cdot 0,9}} = 144,5 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 15608-81 стандартный размер пневмоцилиндра, присоединяемого к фланцевому концу шпинделя $D = 200$ мм.

Ход кулачков: $S = 4$ мм

Ход поршня: $S_{\text{п}} = 14$ мм

3.1.5 Расчет погрешности базирования

Погрешность базирования при установке заготовки в самоцентрирующем 3-х кулачковом патроне при обработке рабочих поверхностей кулачков в сборе $\epsilon_B=0$ – т.к. измерительная и технологическая базы совпадают.

3.1.6 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Патрон устанавливается на фланец шпинделя и крепится винтами 37 с шайбами 48.

Основные детали патрона: корпус 12, тарельчатые пружины 22, стойка 23, втулка 6.

Пневмоцилиндр содержит: корпус 11, крышка 14, поршень 18, шток 28, уплотнительные кольца 40,41,42,43,44,45.

Патрон работает следующим образом:

Заготовка устанавливается до упора в опору 16. При подаче воздуха в левую полость пневмоцилиндра клин 8 отходит влево, подкулачники 17 скользят по наклонному пазу, кулачки зажимают заготовку.

При подаче воздуха в правую полость пневмоцилиндра клин 8 перемещается влево, подкулачники скользят по наклонному пазу и кулачок, раскрепляет заготовку.

3.2 Проектирование контрольного приспособления

3.2.1 Анализ конструкции базового приспособления. Цели проектирования

После шлифовальной операции происходит контроль биения базовых поверхностей относительно базового отверстия. Спроектируем приспособление для контроля биения, взяв за основу приспособления для аналогичных деталей.

В отличие от базового варианта с механическим индикатором применим электронные индикаторы фирмы Mitutoyo (США).

3.2.2 Описание конструкции приспособления

К основанию 4 винтами 11 крепиться базовая плита 5. На плиту 5 устанавливается индикаторный блок 1. Фланец 8 устанавливается в отверстие основания 4 и закрепляется винтами 10. Во фланце устанавливается самоцентрирующая оправка 2. Стойка 6 крепиться винтами 9 к плите.

На нижней плоскости основания предусмотрены ножки 3.

Приспособление работает следующим образом:

В оправке 2 с упором в головку винта 13 устанавливается заготовка. Оправка 2 разжимается, центрируя заготовку. Индикаторный блок 1 устанавливается на плиту 5. В контролируемый торец упирается головка индикаторной вставки. Вращая деталь, вставка повторяет неровности профиля детали, и с индикатора снимают показания о биении торца относительно базового отверстия.

У индикатора есть возможность ввода предельных контролируемых значений полей допусков и годность детали можно определять не по разнице показаний индикатора, а по светодиодной индикацией:

- «зеленый» - годный
- «красный» - брак
- «желтый» - доработать

3.2.3 Расчет точности приспособления

Определим допустимую погрешность контроля.

$$[\varepsilon] = (0,2 \dots 0,4)Td \quad (3.12)$$

$K = 0,2$ – для более грубых квалитетов

$K = 0,4$ – для более точных квалитетов.

В нашем случае для контроля биения:

$$[\varepsilon] = 0,3 \times 0,02 = 0,006 \text{ мм.}$$

Фактическое значение погрешности контроля:

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{уст}}^2 + \varepsilon_{\text{прибора}}^2 + \varepsilon_{\text{эталона}}^2}, \quad (3.13)$$

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

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

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

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

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

$$\varepsilon_{\text{уст}} = \sqrt{\varepsilon_{\text{баз}}^2 + \varepsilon_{\text{закрепл}}^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2}, \quad (3.14)$$

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;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}, \quad (3.15)$$

где Δ_1 – несоосность фланца и оправки $\Delta_1 = 2$ мкм;

Δ_2 – максимальный зазор в сопряжении фланца и оправки $\Delta_2 = 5$ мкм;

$$\varepsilon_{\text{полож.заг.}} = \sqrt{2^2 + 5^2} = 5,3 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{уст.}} = \sqrt{0^2 + 0^2 + \varepsilon_{\text{полож.заг.}}^2} = 5,3 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\text{факт}} = \sqrt{0,5^2 + 5,3^2} = 5,4 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_{\text{факт.}} < [\varepsilon]$: $0,0054 \text{ мм} < 0,006 \text{ мм}$, таким образом, контрольное приспособление обеспечивает необходимую точность контроля.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологи- ческий про- цесс	Технологи- ческая операция , вид выполняе- мых работ	Наименование должности ра- ботника, вы- полняющего технологиче- ский процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, ве- щества
1	Точение	Токарная опера- ция	Оператор станка с ЧПУ	Токарный двухшпин- дельный станок с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.	Металл, СОЖ
2	Протягива- ние	Протяжная опе- рация	Протяжник	Вертикально- протяжной станок 7Б64	Металл, СОЖ
3	Фрезерова- ние	Фрезерная опе- рация	Оператор станка с ЧПУ	Горизонтальный об- рабатывающий центр с ЧПУ EC-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	Металл, СОЖ
4	Круглое шлифование	Круглошлифо- вальная опера- ция	Шлифовщик	Круглошлифоваль- ный п/а 3М151	Металл, СОЖ
5	Внутреннее шлифование	Торцевнутри- шлифовальная операция	Шлифовщик	Торцевнутришлифо- вальный п/а 3К227В	Металл, СОЖ
6	Затачивание	Заточная опера- ция	Заточник	Универсально- заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – 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	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Токарный двухшпиндельный станок с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.
2	Протяжная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте	Вертикально-протяжной станок 7Б64
3	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.
4	Круглошлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Круглошлифовальный п/а 3М151
5	Торцевнутришлифовальная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся 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
6	Заточная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)	Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC

4.3 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 4.3 – 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	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 колебания	Беруши, наушники

4.4 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).

4.4.1 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 матери-

алов 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 4.4.

Таблица 4.4 – 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	Токарный двухшпиндельный станок с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc. Вертикально-протяжной станок 7Б64 Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	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
2	Участок абразивной обработки	Круглошлифовальный п/а 3М151 Торцевнутришлифовальный п/а 3К227В Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC	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.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (ВКР)

Таблица 4.5 - 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, внутреннее пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемо-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

4.4.3 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 4.6 – 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
Фрезерная операция Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	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 недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 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 производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – 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.)
Фрезерование	Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ ЕС-300HE фирмы Haas Automation, Inc.	Пыль стальная	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (ВКР) согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – 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

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления оси привода штамповочного прессы, 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 оси привода штамповочного прессы, 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 без-

опасности. 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.

5 Экономическая эффективность работы

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

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Фреза дисковая». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
Оп 075 Заточная – производится заточка передней поверхности. Заготовки установлены комплектом из 3-х штук на гладкой оправке с ручным зажимом. Поворот заготовки на 1 зуб производится вручную, с упором в откидной упор. <u>Оборудование</u> – Универсально-заточной станок 3Б642. <u>Оснастка</u> – патрон поводковый с центром, оправка. <u>Инструмент</u> – Круг шлифовальный 11 100х30х15 63CF90K8VA 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007	Оп 075 Заточная – производится заточка передней поверхности. Заготовки установлены комплектом из 3-х штук с цанговым патроном. Поворот заготовки на 1 зуб производится в автоматическом цикле. <u>Оборудование</u> – Универсально-заточной станок с ЧПУ TG-5 фирмы SOFTRON LLC <u>Оснастка</u> – патрон цанговый. <u>Инструмент</u> – Круг шлифовальный 11 100х30х15 63CF90K8VA 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007

Продолжение таблицы 5.1

1	2
Масса детали $M = 0,03$ кг. Масса заготовки (прокат) $M_z = 0,074$ кг Материал – сталь Р6М5К5 ГОСТ 19265-73	
Тип производства – среднесерийный Условия труда – нормальные. Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г}, шт.$	10000	10000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}, мин.$	1,802	0,55
		$T_{маш}, мин.$	0,504	0,28

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [10], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программного обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, затраты на

проектирование и многое другое, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 238918,69$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 22,8$ руб., $C_{ПОЛН(ПР)} = 8,03$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [10] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (C_{ПОЛ(БАЗ)} - C_{ПОЛ(ПР)}) \cdot \Pi_{Г} \quad (5.1)$$

$$\Pi_{Р.ОЖ} = \Xi_{УГ} = (22,8 - 8,03) \cdot 10000 = 147700 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 147700 \cdot 0,2 = 29540 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = \Pi_{Р.ОЖ} - H_{ПРИБ} \quad (5.3)$$

$$\Pi_{Р.ЧИСТ} = 147700 - 29540 = 118160 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{\Pi_{Р.ЧИСТ}} + 1, \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{238918,69}{118160} + 1 = 2,99 = 3 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = \Pi_{Р.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T \Pi_{Р.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 118160 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} \right) = 269877,44 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = 269877,44 - 238918,69 = 30958,75 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{269877,44}{238918,69} = 1,13 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 075 технологического процесса изготовления детали «Фреза дисковая». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости, в размере 118160 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 30958,75 руб.

Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- разработана заготовка, полученная из проката нормальной точности;
- разработан технологический процесс изготовления детали в условиях среднесерийного производства;
- применено высокопроизводительное оборудование и оснастка;
- вместо четырех токарных станков применили два токарных двухшпиндельных станка с ЧПУ TL-15HE фирмы Haas Automation, Inc.
- для фрезерных работ применили станок с ЧПУ EC-300HE фирмы Haas Automation, Inc, отличающийся сравнительно небольшой ценой, высокой точностью и наивысшими показателями производительности;
- вместо ручной заточки применили автоматическую на заточном станке с ЧПУ фирмы SOFTRON LLC;
- вместо ручной слесарной операции применить электрохимическую, что позволило существенно снизить штучное время.
- применен режущий инструмент с износостойкими покрытиями;
- спроектирован патрон клиновый с торцовым поджимом с автоматизированным приводом для токарной операции;
- спроектировано контрольное приспособление.

Экономический эффект от внедрения данных мероприятий составит 30958,75 рублей.

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 Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: Учебное пособие для вузов. / А.Ф. Горбачев, 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 Добрыдnev, И.С. Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения" [Текст]: Учеб. пособие для техникумов по специальности "Обработка металлов резанием" / И.С. Добрыдnev. – 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.

16. <http://www.haascnc.com/>

17. <http://www.stankoagregat.ru/>

Приложения

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу станочного приспособления.
4. Спецификация к чертежу контрольного приспособления

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Т	396131XXX- патрон трехкулачковый																		
02Т	392154XXX- сверло спиральное Ø15,4 Р18К5Ф2																		
03Т	392195XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10; 392195XXX- резец-вставка расточной ОСТ 2.И. 10.1-83 Т5К10;																		
04Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
05																			
06А	XXXXXX 015 4110 Токарная программная ИОТ И 37.101.7034-93																		
07Б	391148XXX TL-15HE 2 15929 411 1Р 1 1 1 186 1 28 0,702																		
08О	Точить поверхн., выдерж. разм. 1																		
09О	Расточить отв., выдерж. разм. 2,3																		
10О	Переустановить заготовку																		
11О	Точить поверхн., выдерж. разм. 4-6																		
12О	Контроль исполнителем																		
13Т	396131XXX- патрон трехкулачковый																		
14Т	392195XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 392195XXX- резец-вставка расточной ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6;																		
15Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
16																			
17А	XXXXXX 020 4182 Протяжная ИОТ И 37.101.7346-84																		
18Б	381753XXX 7Б64 2 16458 411 1Р 1 1 1 186 1 19 0,388																		
МК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01О	Протянуть отв, выдерж. разм. 1																		
02О	Контроль исполнителем																		
03Т	396131XXX- приспособление специальное																		
04Т	392302XXX- протяжка круглая переменного резания Ø 15,92 ГОСТ 26479-85 Р18К5Ф2;																		
05Т	393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84																		
06																			
07А	XXXXXX 025 4182 Протяжная ИОТ И 37.101.7346-84																		
08Б	381753XXX 7Б64 2 16458 411 1Р 1 1 1 236 1 19 0,388																		
09О	Протянуть паз, выдерж. разм. 1-3																		
10О	Контроль исполнителем																		
11Т	396131XXX- приспособление специальное																		
12Т	392302XXX- протяжка шпоночная для паза В=4 ГОСТ 18217-90, Р18К5Ф2; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
13																			
14А	XXXXXX 030 4260 Фрезерная ИОТ И 37.101.7026-89																		
15Б	3816XXX ЕС-300HE 2 18632 411 1Р 1 1 1 236 1 24 0,643																		
16О	Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-7																		
17О	Контроль исполнителем																		
18Т	396131XXX- приспособление специальное																		
МК																			

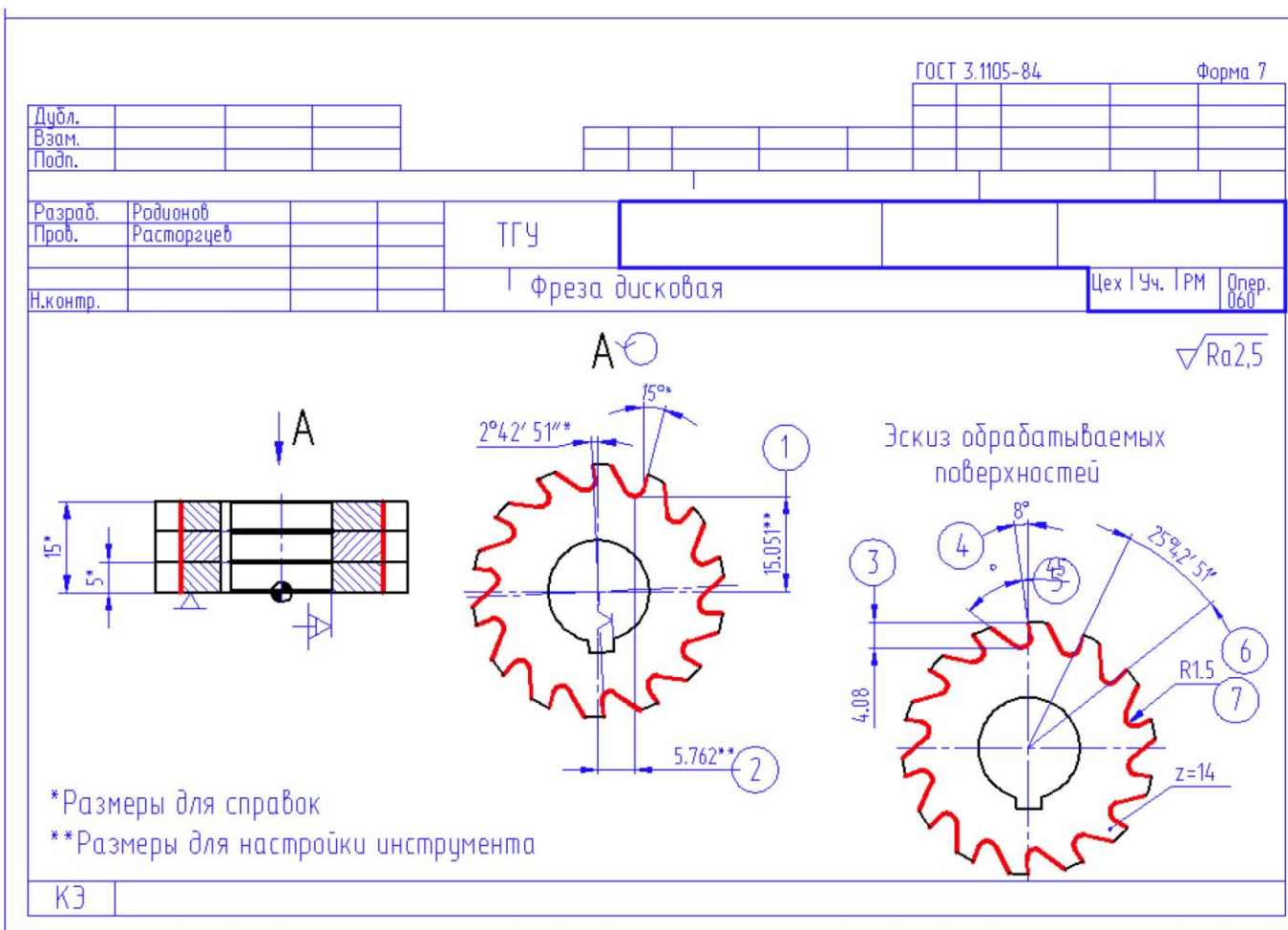
Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Т	391810XXX- фреза двуугловая несимметричная Ø 80 ТУ 2-035-526-76 Z=22 P18K5Ф2; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
02																			
03А	XXXXXX 035 0190 Слесарная																		
04Б	XXXXXX 4407																		
05О	Электрохимическое снятие заусенцев																		
06																			
07А	XXXXXX 040 0130 Моечная																		
08Б	375698XXX КММ																		
09																			
10А	XXXXXX 045 0200 Контрольная																		
11																			
12А	XXXXXX 050 0511 Термическая																		
13Б	XXXXXX																		
14О	Закалить, отпустить, лазерная закалка																		
15																			
16А	XXXXXX 055 4132 Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																		
17Б	38132XXX 3М151 2 18873 411 1Р 1 1 1 236 1 17 0,254																		
18О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1																		
МК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
01Т	396131XXX- патрон цанговый																		
02Т	391810XXX- шлифовальный круг 6 20x10x5 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																		
03Т	3917400XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
04																			
05А	XXXXXX 070 4132 Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																		
06Б	38132XXX 3К227В 2 18873 411 1Р 1 1 1 236 1 17 0,857																		
07О	Шлифовать торец, выдерж. разм. 1-3																		
08О	Шлифовать радиус, выдерж. разм. 4-5																		
09О	Переустановить заготовку																		
10О	Шлифовать торец, выдерж. разм. 7-9																		
11О	Шлифовать радиус, выдерж. разм. 10-11																		
12О	Контроль исполнителем																		
13Т	391810XXX- шлифовальный круг 11 30x15x8 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007;																		
14Т	3917400XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																		
15																			
16А	XXXXXX 075 4142 Заточная ИОТ И 37.101.7419-85																		
17Б	38132XXX ТГ-5 2 18873 411 1Р 1 1 1 236 1 17 0,526																		
18О	Заточить переднюю поверхность зубьев, выдерж. разм. 1-2																		
МК																			

Дубл.																										
Взам.																										
Подп.																										
Разраб.	Родионов																									
Пров.	Расторгуев																									
Н. Контр.	Виткалов																									
ТГУ										Фреза дисковая										Цех	Уч.	РМ	Опер			
Наименование операции										Материал										твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
4110 Токарная										Сталь Р6М5К5										240 НВ	166	0,03	Ø42х6,7		0,74	1
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы										То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ		
TL-15HE										XXXXXX										0,162	0,555	28	0,760	Укринол- 1		
P											ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V							
01											мм	мм		мм	мм/об	об/мин	м/мин									
02O	1. Установить и снять заготовку																									
03T	396131XXX(2) - патрон трехкулачковый самоцентрирующий																									
04O	Сверлить отв., выдерж. разм. 1																									
05T	392154XXX- сверло спиральное Ø15,4 Р18К5Ф2; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69;																									
06T	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																									
07O	XX 15,4 6,7 7,7 1 0,25 537 26,0																									
08O	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 2																									
09T	392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																									
10T	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																									
11P	XX 42/15,4 13,3 0,6 1 0,50 986 130,1																									
12O	3. Переустановить заготовку																									
ОКП																										

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
<i>P</i>									<i>П</i>	<i>Д или В</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>V</i>				
01										мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин				
02О	4. Точить поверхн., выдерж. разм. 3-4																			
03Т	392110XXX- резец-вставка 25х25 ОСТ 2.И. 10.1-83 Т15К6; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;																			
04Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																			
05Р									XX	40,7	19,4	0,6	1	0,50	1018	130,1				
06																				
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
11																				
19																				
ОКП																				

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Родионов																			
Пров.	Расторгуев																			
Н. Контр.	Виткалов																			
Фреза дисковая										Цех	Уч.	РМ	Опер							
Наименование операции										Материал		твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД		
4260 Фрезерная										Сталь Р6М5К5		240 НВ	166	0,03	Ø42x6,7		0,74	1		
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ				
ЕС-300НЕ										XXXXXX		2,819	0,259	32	3,263	Укринол-1				
Р					ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V							
01						мм		мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин							
02О	1. Установить и снять заготовку																			
03Т	396131XXX- приспособление специальное																			
04О	2. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 1-2																			
05Т	391810XXX- фреза двугловая несимметричная Ø 80 ТУ 2-035-526-76 Z=22 Р18К5Ф2; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																			
06Т					XX	11		15	4,08	1	0,88	438	110							
07																				
08																				
09																				
10																				
11																				
12																				
ОКП																				



Дубл.																																																											
Взам.																																																											
Подп.																																																											
Разраб.	Родионов																																																										
Пров.	Расторгуев																																																										
Н. Контр.	Виткалов																																																										
ТГУ										Фреза дисковая										Цех	Уч.	РМ	Опер																																				
Наименование операции										Материал										твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД																																	
4142 Заточная										Сталь Р6М5К5										240 НВ	166	0,03	Ø42х6,7		0,74	1																																	
Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы										То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ																																			
TG-5										XXXXXX										0,448	0,185	17	0,722	Укринол- 1																																			
P											ПИ	D или B		L	t	i	S	n	V																																								
01											ММ	ММ		ММ	ММ/мин		об/мин	М/с																																									
002	1. Установить и снять заготовку																																																										
T03	396111XXX- патрон цанговый																																																										
004	Заточить заднюю поверхность зубьев, выдерж. разм. 1-2																																																										
T05	391810XXX- шлифовальный круг 11 100х30х15 63С F90 К 8 V А 35 м/с ГОСТ Р 52781-2007																																																										
T06	3917400XXX- приспособление мерительное с индикатором; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																																																										
P07											XX	4,7	14,4	0,16	1	0,010	4800	25																																									
08																																																											
09																																																											
10																																																											
11																																																											
12																																																											
<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>																																																											
ОКП																																																											

				ГОСТ 3.1105-84				Форма 7				
Дубл.												
Взам.												
Подп.												
Разраб.	Родионов			ТГУ								
Проб.	Расторгуев											
Н.контр.				Фреза дисковая					Цех	Уч.	РМ	Опер. 080

$\sqrt{Ra0,63}$

КЭ	
----	--

<i>Форм.</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примеч.</i>
				<u>Документация</u>		
A1			16.07.TM.576.60.000.CБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	16.07.TM.576.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	16.07.TM.576.60.002	Винт	1	
		3	16.07.TM.576.60.003	Втулка	1	
		4	16.07.TM.576.60.004	Втулка	1	
		5	16.07.TM.576.60.005	Втулка	1	
		6	16.07.TM.576.60.006	Втулка	1	
		7	16.07.TM.576.60.007	Демпфер	1	
		8	16.07.TM.576.60.008	Клин	1	
		9	16.07.TM.576.60.009	Кольцо	3	
		10	16.07.TM.576.60.010	Кольцо	1	
		11	16.07.TM.576.60.011	Корпус	1	
		12	16.07.TM.576.60.012	Корпус патрона	1	
		13	16.07.TM.576.60.013	Крышка	1	
		14	16.07.TM.576.60.014	Крышка	1	
		15	16.07.TM.576.60.015	Кулачок	3	
				16.07.TM.576.60.000		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Патрон клиновый с торцовым поджимом	
<i>Разраб.</i>	<i>Родионов</i>					
<i>Пров.</i>	<i>Рассторгуев</i>					
<i>Н. Контр.</i>	<i>Виткалов</i>					
<i>Уме.</i>	<i>Еобровский</i>					
					ТГУ, гр. ТМбз-1131	

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.	
		16	16.07.ТМ.576.60.016	Опора	4		
		17	16.07.ТМ.576.60.017	Подкулачник	1		
		18	16.07.ТМ.576.60.018	Поршень	1		
		19	16.07.ТМ.576.60.019	Пробка	1		
		20	16.07.ТМ.576.60.020	Пробка	6		
		21	16.07.ТМ.576.60.021	Пружина	1		
		22	16.07.ТМ.576.60.022	Пружина тарельчатая	1		
		23	16.07.ТМ.576.60.023	Стойка	1		
		24	16.07.ТМ.576.60.024	Сухарь	1		
		25	16.07.ТМ.576.60.025	Тяга	1		
		26	16.07.ТМ.576.60.026	Шпонка	1		
		27	16.07.ТМ.576.60.027	Шпонка	1		
		28	16.07.ТМ.576.60.028	Шток	1		
		29	16.07.ТМ.576.60.029	Фиксатор	1		
				<u>Стандартные изделия</u>			
		30		Болт М10-6gx35.66.029			
				ГОСТ 7805-70	6		
		31		Винт М6х10.48			
				ГОСТ 1476-75	2		
		32		Винт 7000-0005			
				ГОСТ 17773-72	1		
				Винты ГОСТ 11738-72			
		33		М6х12.88	3		
		34		М10х20.88	6		
		35		М10х25.88	6		
		36		М10х30.88	6		
		37		М12х35.88	3		
				16.07.ТМ.576.60.000			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			2

[illegible]

[illegible]

[illegible]