

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления шпинделя токарно-винторезного станка

Студент(ка)	Лункин С.А. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	Логинов Н.Ю. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Консультанты	Горина Л.Н. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Зубкова Н.В. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)
	Виткалов В.Г. (И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент

_____ А.В. Бобровский
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

Тольятти 2016

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 производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент _____ Лункин Сергей Александрович _____ гр. _____ ТМбз-1131 _____

1. Тема _____ Технологический процесс изготовления шпинделя токарно-винторезного станка _____

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «___» _____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе _____ материалы преддипломной практики, чертеж детали, программа выпуска $N_z=200 \text{ дет./год}$ _____

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 приспособления

4) Проектирование режущего инструмента

5) Безопасность и экологичность технического объекта

6) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления шпинделя токарно-винторезного станка. Осуществлено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. Разработано автоматизированное зажимное устройство – тиски гидрозажимные. Спроектирован режущий инструмент – токарный резец. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Работа состоит из страниц расчетно-пояснительной записки. Графическая часть составляет 7 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Служебное назначение детали	7
1.2 Систематизация поверхностей детали	8
1.3 Анализ технологичности детали	10
1.4 Определение типа производства	12
1.5 Формулировка задач работы	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	15
2.1 Выбор вида получения заготовки	15
2.2 Выбор методов обработки поверхностей	22
2.3 Технологический маршрут обработки детали	25
2.4 Разработка схем базирования	27
2.5 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	28
2.6 Расчёт режимов резания	34
2.7 Расчёт норм времени	47
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	55
3.1 Выбор, описание конструкции и расчет элементов станочного приспособления для расточной операции	57
3.2 Расчет зажимного механизма	60
3.3 Расчет на прочность наиболее нагруженных деталей тисков	61
3.4 Расчет погрешности установки	63
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	66
4.1 Сбор исходных данных	66
4.2 Конструкция режущего инструмента и описание принципа работы	66
4.3 Выбор геометрических параметров резца	67
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО	

ОБЪЕКТА

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Исключительно важное место в современном машиностроении занимает станкостроение. По качеству наше оборудование заметно уступает оборудованию зарубежных фирм. Перед отечественным станкостроением стоит задача повышения качества станков, увеличения производительности и снижения себестоимости их изготовления.

Очевидно, что добиться повышения технического уровня и конкурентоспособности оборудования, снижения себестоимости его изготовления невозможно без усовершенствования конструкции составляющих деталей, методов их обработки, усовершенствования обрабатывающего инструмента и без совершенствования технологии изготовления и, в частности, технологических процессов обработки шпинделя.

Шпиндель является важнейшей деталью в составе любого оборудования. Точность изготовления шпинделей отражается, в последствии, на обрабатываемых деталях и затрагивает практически все отрасли народного хозяйства, в которых применяется обработка резанием.

Технология изготовления шпинделя должна обеспечить высокую точность, долговечность и максимальное снижение затрат на изготовление. От точности изготовления шпинделя зависит точность оборудования, на котором он будет установлен, а значит и точность изготавливаемых на этом оборудовании деталей.

Целью работы является разработать такой технологический процесс изготовления шпинделя токарно-винторезного станка, который бы обеспечил выпуск деталей 200 штук в условиях среднесерийного производства с заданным качеством и минимальными затратами путем разработки прогрессивного технологического процесса.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

На базе анализа исходных данных, технологичности детали определим задачи выпускной квалификационной работы.

1.1 Служебное назначение детали.

Деталь шпиндель (рис. 1.1) располагается в шпиндельном узле коробки скоростей токарно-винторезного станка. Шпиндельный узел состоит из шпинделя, установленного в подшипниках, шкива, установленного через шпоночное соединение на конце шпинделя и закрепленного винтом. С противоположной стороны шпинделя закрепляется с помощью винтов конусная оправка.

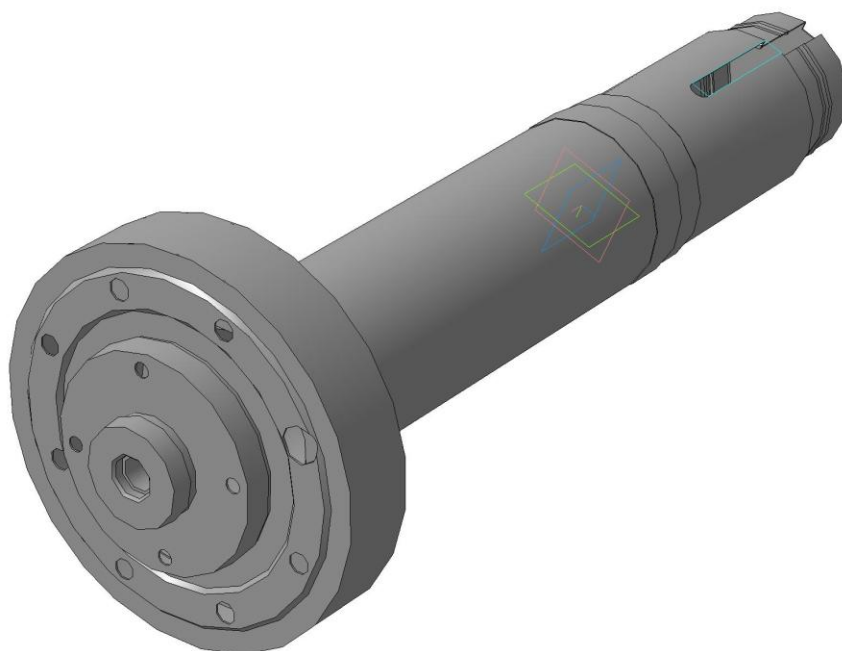


Рис. 1.1. Эскиз шпинделя.

Шпиндель предназначен для передачи крутящего момента от электродвигателя, через клиноременную передачу, шпонку, зафиксированную в шпоночном пазу шпинделя и отверстию шкива, патрону.

Работа шпинделя происходит в условиях действия касательных напряжений и крутящего момента. В качестве материала заготовки выбрана сталь 19ХГН. Основные характеристики [1]: хорошая обрабатываемость; предел текучести– $\sigma_T = 780 \text{ МПа}$; временное сопротивление разрыву $\sigma_B = 685 \text{ МПа}$, плотность материала $\rho = 7,85 \text{ Мг/м}^3$., заложено требование цементации шпинделя.

1.2 Систематизация поверхностей детали.

На основе служебного назначения детали проводим классификацию поверхностей по их функциональному назначению.

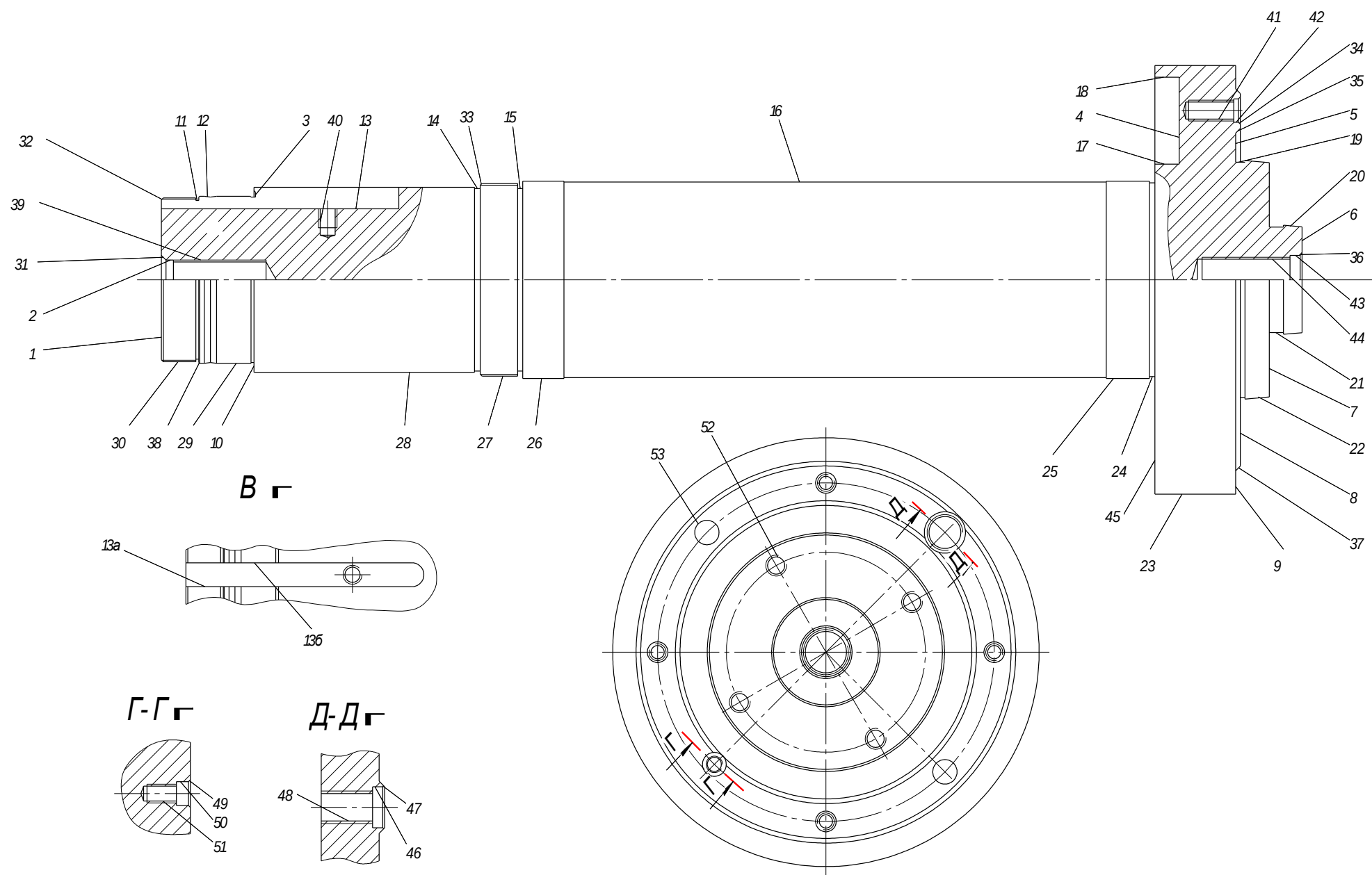


Рис.1.2. Обозначение поверхностей детали.

Цель систематизации поверхностей детали — выявить, какие из них имеют определяющее значение для качественного выполнения деталью своего служебного назначения.

Все поверхности детали нумеруем и систематизируем по их назначению. В таблице 1.1. представлена классификация поверхностей шпинделя. Эскиз детали представлен на рис.1.2.

Таблица 1.1 - Классификация поверхностей детали

№	Виды поверхностей	Номера поверхностей
1	Исполнительные конструкторские базы	13а, 13б, 20, 22
2	Основные конструкторские базы	25, 26
3	Вспомогательные конструкторские базы	12, 29, 27, 30, 39, 40, 41, 44, 48, 51- 53
4	Свободные	все остальные

1.3 Анализ технологичности детали.

Анализ технологичности конструкции шпинделя будем проводить по следующим группам критериев:

- технологичность заготовки;
- технологичность конструкции детали в целом;
- технологичность базирования и закрепления;
- технологичность обрабатываемых поверхностей.

Шпиндель изготавливается из легированной стали 19ХГН и проходит термическую обработку. Заготовка имеет простую форму, что позволяет получать ее штамповкой и из проката с высадкой. Заготовка подвергается термической обработке (HB 146...200).

Конструкция детали обеспечивает в целом свободный доступ инструмента при любом виде механической обработки к обрабатываемым поверхностям. Это позволяет использовать в основном стандартный тип инструмента. Форма

расположения поверхностей шпинделя обеспечивает свободный доступ к обрабатываемой поверхности измерительных инструментов.

Конструкция детали позволяет соблюдать принципы единства и постоянства технологических и измерительных баз. Конструкция детали позволяет устанавливать ее в приспособления станков без затруднений. Обрабатываемые поверхности легко доступны инструменту, возможно применение многорезцовой обработки.

На фланце шпинделя с наружной стороны имеются два конуса, которые можно обрабатывать одновременно.

Также на фланце шпинделя располагаются отверстия, отличающиеся по размерам. Выполнение этих отверстий требует сложной технологической подготовки.

Основные характеристики материала детали [1]: хорошая обрабатываемость; предел текучести $\sigma_T = 780 \text{ МПа}$; временное сопротивление разрыву $\sigma_B = 685 \text{ МПа}$, плотность материала $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$, заложено требование цементации шпинделя.

Материал детали легко поддается лезвийной обработке, пластическому деформированию, после термообработки имеет твердость поверхности 57...61 HRCэ, сердцевины - 32...45 HRCэ. Закалку проводят при 850°C в масло, отпуск при 570°C в воду или масло. Химический состав материала представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Химический состав стали 19ХГН ГОСТ 4543-71

Химический состав, %							
Cr	Si	Mn	S	P	C	Ni	Cu
0,5 – 0,8	0,17-0,37	0,80-1,10	0,035	0,035	0,16-0,23	0,7-1,0	0,3

Таблица 1.4 - Механические свойства стали 19ХГН

Предел текучести σ_T , МПа	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение поперечн. сечения, ψ , %	Модуль сдвига G, МПа	Модуль упругости E, МПа
780	685	9	50	84000	211000

1.4 Определение типа производства.

Можно сказать, что тип производства зависит от двух факторов заданной программы выпуска и трудоёмкости изготовления детали. Нередко трудоёмкость (при определении типа производства) выражают через массу детали.

В данном случае, исходными данными, определяющими тип производства, является масса детали и заданная программа выпуска. Масса детали: $m = 50,06 \text{ кг}$, а заданная программа выпуска детали – 5000 штук в год.

По таблице [2] определим тип производства. Для массы детали свыше 10 кг и при $N_{\text{г}} = 20-10000$ штук в год получаем среднесерийное производство.

В зависимости от типа производства выберем оптимальную стратегию разработки техпроцесса – принципиальный подход к определению его составляющих (показателей техпроцесса), способствующий обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Таблица 1.5 - Стратегия разработки ТП

Показатель ТП.	Средне серийный тип производства
1. Форма организации.	Переменно-поточная.
2. Повторяемость изделий.	Периодическое повторение партий.
3. Унификация ТП.	Разработка специальных ТП на базе типовых.
4. Вид стратегии разработки ТП.	Все виды.
5. Заготовка.	Профильный прокат, горячая штамповка.

Продолжение табл. 1.5

6. Припуск на обработку.	Незначительный.
7. Расчёт припусков.	Подробный, по переходам.
8. Оборудование.	Универсальное, отчасти специализированное.
9. Загрузка оборудования.	Периодическая смена деталей на станках.
10. Коэфф. закрепления операций.	Свыше 1 до 20.
11. Расстановка оборудования.	С учётом характерного направления грузопотоков.
12. Настройка станков.	По измерительным приборам и инструментам.
12. Оснастка.	Универсальная, специальная и специализированная.
13. Подробность заготовки.	Операционные карты.
14.5. Расчёт режимов резания.	По отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
15. Нормирование.	Детальное, пооперационное.
16. Квалификация рабочих.	Различная.
17. Использование достижений науки.	Значительное.

1.5 Формулировка задач работы.

В результате анализа исходных данных сформулируем следующие задачи бакалаврской работы, обеспечивающие заданный выпуск 200 шт деталей «Шпиндель» заданного качества с наименьшими затратами путем разработки технологического процесса:

1) Выбрать методы получения заготовки и обработки поверхностей шпинделя, обеспечивающие минимум суммарных затрат на получение заготовки и ее обработку, рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку.

2) Разработать оптимальный технологический маршрут.

3) Разработать такие схемы базирования заготовки на каждой операции, которые обеспечивают минимальную погрешность обработки и составить план обработки.

4) Выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление, режущий инструмент и средства контроля, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества с минимальными затратами.

5) Разработать технологические операции – определить их содержание, режимы резания и нормы времени.

6) Спроектировать режущий инструмент, провести расчет на прочность и жесткость инструмента.

7) Спроектировать станочное приспособление.

8) Проанализировать технологический процесс с точки зрения возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия.

9) Определить экономическую эффективность изменений, внесенных в технологический процесс.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор вида получения заготовки.

Метод получения заготовки определяют в зависимости от свойств обрабатываемого материала, типа детали, сложности формы детали, типа производства.

Данная деталь имеет среднюю сложность формы, ее изготавливают в среднесерийном производстве из легированной стали 19ХГН. Пользуясь источником [3], мы определим, что для данных условий оптимальными методами получения заготовки являются штамповка и прокат.

Для определения рационального метода получения заготовки воспользуемся технико-экономическим анализом, методика приведена в [4].

Для этого сравним себестоимости получения заготовки двумя методами:

- 1) штамповкой на горизонтально-ковочной машине;
- 2) получение заготовки из проката с высадкой.

Вариант 1. Заготовка изготовлена методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Класс точности поковки Т4 по ГОСТ 7505-89. [5]

Определим группу стали, в зависимости от содержания углерода:

Сталь 19ХГН (малоуглеродистая), следовательно группа М2.

Определим расчетную массу поковки по формуле (2.1):

$$M_{з.р.} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где

K_p -расчетный коэффициент, $K_p=1,3$;

M_d -масса детали, $M_d=50,06$ кг.

$$M_{з.р.} = 50,06 \cdot 1,3 = 65,08 \text{ кг.}$$

Определим степень сложности, в зависимости от отношения массы заготовки к массе простейшей описанной фигуры (в нашем случае цилиндр) по формуле (2.2):

$$C = \frac{M_3}{M_\Phi}, \quad (2.2)$$

где M_3 -масса заготовки, $M_3 \approx 65,08$ кг;

$$M_\Phi = \pi R^2 h \rho, \quad (2.3)$$

где

ρ - плотность материала детали, $\rho = 7,85$ г/см³;

$M_\Phi = 3,14 \cdot 11,5^2 \cdot 61 \cdot 7,85 = 198,85$ кг.

$$C = \frac{65,08}{198,85} = 0,32; \text{ следовательно степень сложности } C2.$$

Определим припуски на номинальные размеры детали и допуски на размеры штампованной заготовки по таблицам источника [5] и занесем их в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Допуски и припуски

Размер, мм	Ø228	Ø105	Ø126	Ø58	610	45,7
Припуск, мм	3,8	3,6	3,7	3,3	4,1	3,3
Допуск, мм	+4,0 -2,0	+3,5 -1,7	+3,8 -1,9	+3,0 -1,5	+5,5 -2,7	+3,0 -1,5

На основании принятых припусков на размеры детали определяем расчетные размеры заготовки (окончательные размеры поковки округляем в большую сторону до 0,5 мм).

$$D_{p228} = 228 + 7,6 = 239,6 \text{ мм};$$

$$D_{p105} = 105 + 6,2 = 111,2 \text{ мм};$$

$$D_{p126} = 126 + 7,4 = 133,4 \text{ мм};$$

$$L_{p610} = 610 + 8,2 = 618,2 \text{ мм};$$

$$L_{p45,7} = 45,7 + 6,6 = 52,3 \text{ мм}.$$

Определим общий объем заготовки по формуле (2.4)

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 \quad (2.4)$$

$$V_{31} = \left(\left(\frac{23,96 + 0,25}{2} \right)^2 \cdot 5,23 \cdot 3,14 \right) + \left(\left(\frac{13,34 + 0,2}{2} \right)^2 \cdot 3,3 \cdot 3,14 \right) + \left(\left(\frac{11,12 - 0,15}{2} \right)^2 \cdot 61,82 \cdot 3,14 \right) =$$
$$= 8721,27 \text{ см}^3$$

Определим массу штапованной заготовки по формуле (2.5)

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где V_3 - объем заготовки,

ρ - плотность материала детали, для стали $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$.

$$M_{31} = 8721,27 \cdot 7,85 = 68461 \text{ г} = 68,46 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле (2.6)

$$K_m = m_{\text{дет}} / m_{\text{заг}}, \quad (2.6)$$

$$K_{m1} = 50,06 / 68,46 = 0,73$$

Определяем радиусы закруглений и штамповочные уклоны [5]

$R = 4 \text{ мм}$, уклоны 5° .

Определяем толщину пояска в зависимости от площади поковки

$$h_0 = c_0 \sqrt{F_{\Pi}} = 0,13 \sqrt{73705} = 3,5 \text{ мм},$$

где: $C_0 = 0,013 \dots 0,016$ (меньшее значение для крупных поковок, большее – для мелких);

F_{Π} – площадь поковки в плане

Определяем ширину пояска (мостика) [5]

$l = 6 \text{ мм}$.

С учётом всех выше найденных условий по ГОСТ 7505 – 89 определяем индекс заготовки: $U = 9$.

Вариант 2. Заготовка из проката с высадкой.

Согласно точности и шероховатости поверхностей обрабатываемой детали определяем промежуточные припуски на обработку наружных поверхностей и

припуски на подрезание торцовых поверхностей по таблицам [7]. За основу расчёта промежуточных припусков принимаем наружный диаметр детали $\varnothing 105 \pm 0,005 \text{ мм}$. Устанавливаем предварительный маршрутный технологический процесс обработки поверхности детали $\varnothing 105 \pm 0,005 \text{ мм}$. Метод обработки поверхности, в зависимости от заданного качества точности и шероховатости поверхности, выбираем по [6]: Тчр-Тч-ТО-Ш-Шч. На основании принятых припусков на размеры детали определяем расчетные размеры заготовки:

Расчетный диаметр заготовки:

$$D_{p.3} = 105 + 1,75 + 0,7 + 0,175 + 0,05 = 107,675 \text{ мм}.$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 2590-71 [7]: сталь горячекатаная круглая обычной точности диаметром $\varnothing 110^{+1,0}_{-1,7}$.

Длина высаживаемой части проката:

$$l_{\text{ВП}} = \frac{V_{\text{В}}}{F} = \frac{2640132,15}{18334,25} = 144,0 \text{ мм}$$

где: $V_{\text{ВП}}$ – объем высаживаемой части проката, мм^3 ;

F – площадь поперечного сечения заготовки, мм^2 .

$$V_{\text{ВП}} = \left(3,14 \cdot \left(\frac{239,6}{2} \right)^2 \cdot 52,3 \right) + \left(3,14 \cdot \left(\frac{133,4}{2} \right)^2 \cdot 16 \right) + \left(3,14 \cdot \left(\frac{65}{2} \right)^2 \cdot 18 \right) = 2640132,15 \text{ мм}^3$$

$$F = 3,14 \cdot 55^2 = 18334,25 \text{ мм}^2$$

Общая длина заготовки:

$$L_3 = L_{3.p} - L_{\text{ВЗ}} + L_{\text{ВП}} = 614,236 - 86,3 + 114 = 641,936 \text{ мм}$$

$$L_{3.p} = 610 + 2 \cdot (1,5 + 0,4 + 0,155 + 0,063) = 614,236 \text{ мм};$$

Общую длину заготовки округляем до целых единиц:

$$L_3 = 642^{+0,5}_{-0,5} \text{ мм}.$$

ρ - плотность материала детали, для стали $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$.

$$M_{32} = 7617,58 \cdot 7,85 = 59798 \text{ г} = 59,8 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле (2.6)

$$K_m = m_{\text{дет}}/m_{\text{заг}}, \quad (2.6)$$

$$K_{m2} = 50,06/59,8 = 0,84$$

Таблица 2.2 - Показатели двух методов получения заготовки

Показатели	Штамповка на ГКМ	Прокат 110×642
Класс точности	T4	-
Группа сложности	C2	-
Масса заготовки, кг	68,46	59,8
Коэф. использования материала	0,73	0,84

Для принятия окончательного решения проведем экономический расчет себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

2.1.1 Определение затрат на изготовление заготовки-штамповки на горизонтально-ковочной машине.

Стоимость заготовки – штамповки¹, определим по формуле (2.7):

$$C_{\text{заг. полная}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_{\Pi} \cdot M_3 \quad (2.7)$$

где, M_3 – масса штамповки ($M_{31} = 68,46 \text{ кг}$);

$C_{\text{шт}}$ – базовая стоимость одного кг штамповочных заготовок, по [4], принимаем $C_{\text{шт.}} = 0,315 \text{ руб.};$

k_T – коэффициент, зависящий от класса точности (зная, что заготовка выполнена по второму классу точности, по [4], принимаем $k_T = 1,0$);

k_c – коэффициент, зависящий от марки материала и группы сложности штамповки (зная, что штамповка выполнена из стали и принадлежит к второй группе сложности, то по табл. 3.6 [4], принимаем $k_c = 0,88$);

k_b – коэффициент, зависящий от марки материала и массы штамповки (зная, что заготовка выполнена из стали 19ХГН и её масса – 68,46 кг – $k_b = 0,72$);

k_m – коэффициент, зависящий от марки материала штамповки (зная марку материал сталь 19ХГН, по [4], принимаем $k_m = 1,27$);

k_n – коэффициент, зависящий от марки материала и группы серийности (зная, что наша штамповка выполнена из стали 19ХГН, то по [4], учитывая серийность производства, принимаем $k_n = 0,8$).

Определим стоимость заготовки полученной штамповкой на горизонтально-ковочной машине по формуле (2.7):

$C_{\text{заг. полная1}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_m \cdot k_n \cdot M_{31} = 0,315 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,72 \cdot 1,27 \cdot 0,8 \cdot 68,46 = 13,9$, руб.

2.1.2 Определение затрат на изготовление заготовки из проката с высадкой.

Стоимость заготовки из проката определим по формуле (2.8):

$$C_{\text{заг. полная}} = C_{\text{п р}} \cdot k_{\text{ф}} \cdot M_3 \quad (2.8)$$

где, M_3 – масса заготовки из проката ($M_{32} = 59,8$ кг);

$C_{\text{п р}}$ – базовая стоимость одного кг материала заготовки, (по [4], принимаем $C_{\text{шт.}} = 0,14$ руб.);

$K_{\text{ф}}$ – коэффициент, учитывающий форму заказа металлопроката (для проката нормальной длины, по [4], принимаем $K_{\text{ф}} = 1,0$);

Определим стоимость заготовки из проката по формуле (2.8):

$$C_{\text{заг. прок2}} = C_{\text{п р}} \cdot K_{\text{ф}} \cdot M_{32} = 0,14 \cdot 1,0 \cdot 59,8 = 8,372 \text{руб.}$$

Определяем стоимость высадки:

$$C_{\text{заг. полная}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_v \cdot k_m \cdot k_n \cdot M_3 \quad (2.8.1)$$

где, M_3 – масса высаживаемой части проката ($M_{31} = 10,67$ кг);

$C_{\text{шт.}}$ – базовая стоимость одного кг высаживаемой части проката, по [4], принимаем $C_{\text{шт.}} = 0,3$ руб.);

k_T – коэффициент, зависящий от класса точности (зная, что заготовка выполнена по второму классу точности, по [4], принимаем $k_T = 1,0$);

k_c – коэффициент, зависящий от марки материала и группы сложности (зная, что заготовка выполнена из стали 19ХГН и принадлежит к второй группе сложности, то по табл. 3.6 [4], принимаем $k_c = 0,88$);

k_b – коэффициент, зависящий от марки материала и массы высаживаемой части заготовки (зная, что заготовка выполнена стали 19ХГН и масса высаживаемой части – 10,67 кг – $k_b = 0,53$);

k_m – коэффициент, зависящий от марки материала заготовки (зная марку материал сталь 19ХГН, по [4], принимаем $k_m = 1,27$);

k_n – коэффициент, зависящий от марки материала и группы серийности (зная, что наша заготовки выполнена из стали 19ХГН, то по [4], учитывая серийность производства, принимаем $k_n = 0,8$).

Определим стоимость заготовки полученной штамповкой на горизонтально-ковочной машине по формуле (2.7):

$$C_{\text{заг. выс.}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \cdot M_{31} = 0,3 \cdot 1,0 \cdot 0,88 \cdot 0,53 \cdot 1,27 \cdot 0,8 \cdot 10,67 = 1,52 \text{ руб.}$$

Полная стоимость заготовки полученной из проката с высадкой:

$$C_{\text{заг. полная2.}} = C_{\text{заг. выс.}} + C_{\text{заг. прок2}} = 1,52 + 8,372 = 9,89 \text{ руб.}$$

2.1.3 Расчет технологической себестоимости заготовки.

Вариант 1. Заготовка изготовлена методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_T = C_{\text{заг. полная}} + C_{\text{мех}} \cdot (Q - q) - C_{\text{отх.}} \cdot (Q - q) \quad (2.9)$$

где, C_T – технологическая себестоимость заготовки;

$C_{\text{заг. полная}}$ – стоимость всей заготовки;

Q – масса заготовки ($Q_1 = 68,46$ кг);

q – масса детали ($q = 50,06$ кг);

$C_{\text{отх.}}$ – стоимость одного кг отходов, в зависимости от типа отходов (в нашем случае, отходы стальной стружки, тогда по [4] $C_{\text{отх.}} = 0,0298$ руб./кг);

$C_{\text{мех}}$ – стоимость механической обработки определяем по формуле (2.10)

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k \quad (2.10)$$

где, C_c – текущие затраты на 1 кг стружки, (по [4], $C_c = 0,563$ руб./кг);

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (по [4], $E_n = 0,2$);

C_k – капитальные затраты на 1 кг стружки, (по [4], $C_k = 1,0$ руб./кг);

Определяем стоимость механической обработки по формуле (2.10):

$$C_{мех} = C_c + E_n \cdot C_k = 0,563 + 0,2 \cdot 1,0 = 0,763 \text{ руб./кг};$$

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_{T1} = C_{заг. полная1} + C_{мех} \cdot (Q_1 - q) - C_{отх.} \cdot (Q_1 - q) = 13,9 + 0,763 \cdot (68,46 - 50,06) - 0,0298 \cdot (68,46 - 50,06) = 27,39 \text{ руб};$$

Вариант 2. Заготовка из проката.

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_{T2} = C_{заг. полная2} + C_{мех} \cdot (Q_1 - q) - C_{отх.} \cdot (Q_1 - q) = 9,89 + 0,763 \cdot (59,8 - 50,06) - 0,0298 \cdot (59,8 - 50,06) = 17,03 \text{ руб};$$

Очевидно, что рациональным методом получения заготовки является второй метод – заготовка, полученная из проката с высадкой.

Ожидаемая годовая экономия при изготовлении детали из заготовки, полученной из проката с высадкой, по сравнению с изготовлением детали из штамповки будет равной:

$$\Delta \Gamma = (C_{T1} - C_{T2}) \cdot N_r = (27,39 - 17,03) \cdot 5000 = 51800 \text{ руб};$$

2.2 Выбор методов обработки поверхностей.

При разработке технологического маршрута обработки детали предполагается использование следующих принципов:

1) Концентрация технологических переходов в операции, т.е. обработка максимального количества поверхностей с одного станка.

2) Минимизация технологических баз и баз транспортирования и манипулирования.

3) Использование цельного режущего инструмента из быстрорежущей стали или сборного, оснащенный сменными пластинами.

4) Применять станочные приспособления с механизированными зажимными устройствами.

5) Соблюдать принцип единства баз.

Методы обработки поверхностей выбираем по [16]. В зависимости от заданных квалитетов точности и шероховатости поверхностей.

Методы обработки сведём в таблицу 2.3

Таблица 2.3 - Последовательность обработки поверхностей

<i>№ пов.</i>	<i>Вид пов.</i>	<i>Квал. точн.</i>	<i>Шер. Ra</i>	<i>Последовательность обработки.</i>
1	П	7	1,6	Т - Тч
2	Ц	7	0,32	С – З - Шч
3	П	9	2,5	Т - Тч
4	П	9	2,5	Т - Тч
5	П	9	2,5	Т - Тч
6	П	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш - Шч
7	П	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш - Шч
8	П	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш - Шч
9	П	9	2,5	Т - Тч
10	П	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш - Шч
11	Ц	12	Rz80	Т
12	К	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш - Шч
13	П	9	1,25	Ф - Фч – Ш
14	Ц	12	Rz80	Т
15	Ц	12	Rz80	Т
16	Ц	9	2,5	Т - Тч
17	Ц	9	2,5	Т - Тч
18	Ц	9	2,5	Т - Тч
19	Ц	9	2,5	Т - Тч
20	К	4	0,32	Т – Тч – ТО – Ш – Шч - Шт
21	Ц	9	2,5	Т - Тч
22	К	4	0,32	Т – Тч – ТО – Ш – Шч - Шт
23	Ц	9	2,5	Т - Тч
24	Ц	12	Rz80	Т
25	Ц	4	0,32	Т – Тч – ТО – Ш – Шч - Шт
26	Ц	4	0,32	Т – Тч – ТО – Ш – Шч - Шт

Продолжение таблицы 2.3

27	Рн	7	0,63	Т – Рн – ТО
28	Ц	7	1,5	Т – Тч – ТО – Ш – Шч
29	Ц	7	0,32	Т – Тч – ТО – Ш – Шч
30	Рн	7	0,63	Т – Рн – ТО
31	Фс	7	0,63	С – З – ТО – Ш
32	Фс	9	2,5	Тч
33	Фс	9	2,5	Тч
34	Фс	9	2,5	Тч
35	Фс	9	2,5	Тч
36	Фс	7	0,63	С – З – ТО – Ш
37	Фс	9	2,5	Тч
38	Фс	9	2,5	Тч
39	Рв	9	2,5	С – З – Рн
40	Рв	9	2,5	С – З – Рн
41	Рв	9	2,5	С – З – Рн
42	Ц	9	2,5	С – З
43	Ц	9	2,5	С – З
44	Рв	9	2,5	С – З – Рн
45	П	7	0,63	Т – Тч – ТО – Ш – Шч
46	Ц	9	2,5	С – З
47	К	9	2,5	С – З
48	Рв	9	2,5	С – З – Рн
49	К	9	2,5	С – З
50	Ц	9	2,5	С – З
51	Рв	9	2,5	С – З – Рн
52	Рв	9	2,5	С – З – Рн
53	Ц	6	0,32	С – З – Ра

П — плоская поверхность, Ц — цилиндрическая поверхность, К — коническая поверхность, Рн — резьба наружная, Рв — резьба внутренняя, Т — точение черновое, Тпч — точение получистовое, Тч — точение чистовое, ТО — термообработка, Ф — фрезерование, Фч — фрезерование чистовое, Ш — шлифование предварительное, Шч — шлифование чистовое, Шт — шлифование тонкое, С — сверление, З — зенкерование, Ра — развертывание, Рн — резбонарезание.

На основе выбора методов обработки сформируем технологический маршрут изготовления.

2.3 Технологический маршрут обработки детали.

Маршрут обработки поверхностей – это перечень методов обработки, расположенных в технологической последовательности для каждой поверхности.

Таблица 2.4 - Маршрут обработки шпинделя

<i>№оп</i>	<i>Название операции</i>	<i>№обр. поверхность</i>	<i>ЛТ</i>	<i>Ra, мкм</i>	<i>Модель станка</i>
1	2	3	4	5	6
00	Заготовительная		14	Rz 160	
10	Центровально-подрезная	1, 6	11	6,3	2932
20	Токарная черновая	7, 8, 20, 22, 23	11	6,3	SAMAT-400XC
30	Токарная черновая	4, 17, 18, 25 – 30, 45	11	6,3	SAMAT-400XC
40	Токарная чистовая	5, 7 - 9, 19 - 23, 35, 37	9	2,5	SAMAT-400XC
50	Токарная чистовая	3, 4, 11, 12, 14 – 18, 32 24 – 30, 45	9	2,5	SAMAT-400XC
60	Расточная	2, 13, 34, 36, 39 – 44, 46 - 53	9	2,5	2H614Ф20

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
70	Цементировать	Все, кроме 39, 40, 41, 44, 48, 51, 52			
80	Закалить	все			
90	Нормализовать	все			
100	Центрошлифовальная	31, 36	7	0,63	3923
110	Круглошлифовальная	25, 26, 28, 29, 10	7	1,6	3М161Ф2
120	Круглошлифовальная	22, 20	7	1,25	3М161Ф2
130	Торцекруглошлифовальная	10, 28, 29, 25, 26, 45	7	1,25	3Т160Ф2
140	Торцекруглошлифовальная	7, 8, 20, 22	7	0,63	3Т160Ф2
150	Торцекруглошлифовальная	25, 28, 45	7	0,63	3Т160Ф2
160	Круглошлифовальная	29, 26, 25	4	0,32	JUCAM 5002/10
170	Круглошлифовальная	20, 22	4	0,32	JUCAM 5002/10
180	Координатно шлифовальная	13	9	1,25	32К84СФ4
190	Моечная				
200	Контрольная				

2.4 Разработка схем базирования.

На центровально-подрезной операции шпиндель устанавливается в самоцентрирующие, призмы при этом технологическими базами будут являться цилиндрическая поверхность проката и торец фланца.

На расточной и центрошлифовальной операции деталь устанавливается в самоцентрирующие, призмы при этом технологическими базами будут являться цилиндрические поверхности шеек под подшипники и торец фланца.

На 20, 30, 40, 50, 60 токарных операциях шпиндель устанавливается в жестком и вращающемся центрах, а вращение передается поводковым патроном. Технологическими базами в этом случае являются центровые отверстия, одна шейка вала и торец. Точки 1,2,3, 4 – двойная направляющая скрытая база. Явные базы – точки 5 и 6.

На круглошлифовальной, торцекруглошлифовальной, координатно-шлифовальной и резьбошлифовальной операциях шпиндель устанавливается в жестких центрах и приводится во вращение поводковым патроном. Технологическими базами в этом случае являются центровые отверстия и торец. Точки 1,2,3,4 – двойная направляющая скрытая база. Явные базы – точки 5 и 6.

На операциях шпиндель устанавливается в самоцентрирующие призмы. Технологическими базами в этом случае являются шейки шпинделя под подшипники и торец. Точки 1,2,3,4 – двойная направляющая скрытая база. Явные базы – точки 5, 6.

При данной схеме базирования обеспечиваются два принципа базирования: принцип единства и постоянства баз. Так на всех операциях обработки цилиндрических поверхностей вращения используется двойная направляющая база - ось детали.

Все схемы базирования приведены на соответствующих листах в плане изготовления шпинделя.

2.5 Выбор оборудования и средств технологического оснащения.

Задачи раздела – выбрать для каждой операции технологического процесса такие оборудование, приспособление, режущий инструмент и средства контроля, которые бы обеспечили заданный выпуск деталей заданного качества и точности с минимальным затратами.

На основании стратегии разработки технологического процесса проводим выбор технологического оснащения.

Все средства технологического оснащения занесем в сводную таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Средства технологического оснащения

№ опр	Название операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
010	Центровально- подрезная	Центровально- подрезной полуавтомат модели 2932	Тиски специальные самоцентрирующие с призматическим губками	Сверла центровочные комбинированные ГОСТ 14952-75, Р6М5; торцовые фрезы со вставными ножами ГОСТ 9473-80, Т5К10	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Скобы рычажные Калибр пробки
020	Токарная	Токарный станок модели SAMAT- 400ХС? оснащенный системой ЧПУ с контурной системой координат.	Вращающийся центр ГОСТ8742-75, поводковый патрон ГОСТ16157-80	Резец проходной упорный ГОСТ18870-85, Т5К10	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Скобы Калибр пробки

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
030	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XC, оснащенный системой ЧПУ с контурной системой координат.	Вращающийся центр ГОСТ8742-75, поводковый патрон ГОСТ16157-80	1позиция – резец проходной отогнутый ГОСТ 18870-85,Т5К10 2позиция – резец для подрезной ГОСТ 19063-82, Т15К6. 3 позиция – токарный расточной резец с механическим креплением пластины ГОСТ 26612-85, Т16К6.	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Скобы Калибр пробки
040	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XC, оснащенный системой ЧПУ с контурной системой координат.	Вращающийся центр ГОСТ8742-75, поводковый патрон ГОСТ16157-80	1позиция – резец проходной отогнутый ГОСТ 18870-85,Т15К6 2позиция – резец для контурного точения с параллелограмной пластиной ГОСТ 19063-82, Т15К6. 3 позиция –резец для угловых канавок ТУ 2-035-558-77, Т15К6. 4 позиция –канавочный резец К01-4112-000, Т15К6,	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Специальные шаблоны

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
050	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XS, оснащенный системой ЧПУ с контурной системой координат.	Вращающийся центр ГОСТ8742-75, поводковый патрон ГОСТ16157-80	1 поз. –резец для контурного точения ГОСТ 19063-82, T15K6. 2 поз. – резец для угловых канавок ТУ 2-035-558-77, T15K6. 3 поз. – токарный канавочный резец K01-4112-000, T15K6. 4 поз. – токарный расточной резец с механич. креплением пластины ГОСТ 26612-85, T16K6. 5 поз. –резьбовой резец ГОСТ 18885-73, T15K6	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Скобы рычажные Калибр пробки
60	Расточная	Горизонтально-расточной станок модели 2Н614Ф20 оснащенной системой ЧПУ с контурной прямоугольной системой координат	Тиски специальные самоцентрирующие с призматическими губками	1 позиция – сверла из быстрорежущей стали с коническим хвостовиком для станков с ЧПУ ОСТ 2И20-2-80, P6M5. 2 позиция –зенкеры ГОСТ 12489-71, P6M5. 3 позиция –развертка цельная с коническим хвостовиком ГОСТ1672-80 4 позиция –метчики для нарезания дюймовой резьбы ГОСТ 3266-81, P6M5. 5 позиция – концевая фреза ГОСТ 18372-73, T5K10.	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Калибр пробки Специальные шаблоны

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
100	Центро шлифовальная	Центро шлифовальный специальный станок модели 3923	Тиски специальные самоцентрирующие с призматическими губками ГОСТ 21168-85	Шлифовальная головка ГОСТ Р 52781-2007 EW 32 x 40 24A F20 k6 V 35 м\с	Калибр пробка
120	Кругло шлифовальная	Кругло шлифовальный станок модели 3Т161Ф2 с ЧПУ	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг 600x25x305 25A F25 k6 V ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Скобы
130	Торцекругло шлифовальная	Торцекругло шлифовальный станок модели 3Т160Ф2 с ЧПУ	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг фасонного профиля 600x16x305 25A F20 k6 V ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Специальные шаблоны
140	Торцекругло шлифовальная	Торцекругло шлифовальный станок модели 3Т160Ф2 с ЧПУ	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг фасонного профиля 600x16x305 25A F20 k6 V ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Специальные шаблоны
150	Торцекругло шлфовальная	Торцекругло шлифовальный станок модели 3Т160Ф2 с ЧПУ	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг фасонного профиля 600x16x305 25A F18 k63 V ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Специальные шаблоны

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
160	Кругло шлифовальная	Кругло шлифовальный станок модели "JUCAM 5002/10" с ЧПУ фирмы Junker	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг прямого профиля фирмы Junker ЛО6К1 по ГОСТ Р 52781-2007, периферия из CBN	Микрометр МК – 50 ГОСТ 650778 Специальные шаблоны
170	Кругло шлифовальная	Кругло шлифовальный станок модели "JUCAM 5002/10" с ЧПУ фирмы Junker	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальный круг прямого профиля фирмы Junker ЛО6К1 по ГОСТ Р 52781-2007, периферия из CBN	Микрометр МК – 50 ГОСТ 650778 Специальные шаблоны
180	Координатно- шлифовальная	Координатно- шлифовальный станок с ЧПУ 32K84СФ4	Жесткие центры ГОСТ18259-72 Поводковый патрон ГОСТ16157-80	Шлифовальную цилиндрическую головку ГОСТ Р 52781-2007 AW 10 x 15 24A F18 k6 V 35 м/с	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Специальные шаблоны
190	Моечная	Моечная машина			
200	Контрольная	Контрольное приспособление			

2.6 Расчёт режимов резания.

Рассчитаем 30 Операцию – Токарная черновая, расчетно-аналитическим методом, а остальные токарные операции табличным методом.

30 Операция – Токарная с ЧПУ

Станок – токарно-винторезный модели 16А20ФЗ;

Мощность 11 кВт, частота вращения шпинделя 12,5 – 2500 мин⁻¹.

Приспособления – поводковый патрон, центра.

Режущий инструмент – в зависимости от позиции в revolverной головке.

Охлаждение – эмульсия.

Переход 1: Черновое точение поверхности 16, 25, 26, 27, 28, 29, 30:

Инструмент – резец проходной отогнутый, с твердосплавной пластиной Т5К10

Скорость резания v , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле [8]:

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

где

$$C_v = 340 \text{ (} 0,9 = s \text{ мм/об.) [8];}$$

$$m = 0,20 \text{ [8];}$$

$$x = 0,15 \text{ [8];}$$

$$y = 0,45 \text{ [8];}$$

$T = 90$ мин. – период стойкости инструмента;

$t = 1,5$ мм – глубина резания;

$s = 0,9$ мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 685$ МПа – временное сопротивление разрыву,

$p_v = 1,0$ – показатель степени, [8]

$K_r = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, [8],

$$\text{тогда, } K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1;$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания,

$$K_{mv} = 0,8 \text{ [8];}$$

K_{iv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$$K_{iv} = 0,65 \text{ [8],}$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,57.$$

Таким образом,

$$v = \frac{340}{90^{0,20} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} \cdot 0,57 = 77,75 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где

$v = 77,75 \text{ м/мин.}$ – скорость резания;

$d = 105 \text{ мм.}$

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 77,75}{3,14 \cdot 105} = 235,7 \text{ об./мин.}$$

Уточним значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным станка, $n = 250 \text{ об./мин.}$

Реальная скорость резания будет

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 250}{1000} = 82,47 \text{ м/мин.}$$

Переход 2 - Черновое точение поверхностей 45.

Скорость резания v , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле [8]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где

$$C_v = 340 \text{ (с мм/об до } 0,7);$$

$$m = 0,20; \quad x = 0,15; \quad y = 0,45;$$

$$T = 90 \text{ мин};$$

$$t = 2,0 \text{ мм};$$

$$s = 0,4 \text{ мм/об};$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}.$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

$$\sigma_B = 685 \text{ МПа},$$

$$n_v = 1,0 \quad K_r = 1,0,$$

тогда

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1;$$

$$K_{nv} = 0,8; \quad K_{iv} = 0,65;$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,57.$$

Таким образом

$$v = \frac{340}{90^{0,20} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,57 = 107,26 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где, $v = 107,26 \text{ м/мин};$

$$d = 228 \text{ мм.}$$

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot 107,26}{3,14 \cdot 228} = 149,75 \text{ об./мин}$$

Уточним значение частоты вращения шпинделя станка по паспорту станка, $n = 160 \text{ об./мин.}$

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 228 \cdot 160}{1000} = 114,6 \text{ м./ мин.}$$

Переход 3 – Черновое растачивание поверхностей 4,17, 18

Скорость резания v , м/мин, рассчитывается по эмпирической формуле [8]:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где

$$C_v = 47 \text{ (с мм/об до 0,7);}$$

$$m = 0,20; \quad x = 0,15; \quad y = 0,8;$$

$$T = 180 \text{ мин;}$$

$$t = 0,5 \text{ мм;}$$

$$s = 0,12 \text{ мм/об;}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}.$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}.$$

$$\sigma_B = 685 \text{ МПа,}$$

$$n_v = 1,0; \quad K_{\Gamma} = 1,0 ;$$

тогда

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1;$$

$$K_{nv} = 0,8; \quad K_{iv} = 0,65;$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,57.$$

Таким образом

$$v = \frac{47}{180^{0,20} \cdot 0,5 \cdot 0,12^{0,8}} \cdot 0,57 = 103,42 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

где

$$v = 103,42 \text{ м/мин;}$$

$$d = 215 \text{ мм.}$$

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 103,42}{3,14 \cdot 215} = 153,11 \text{ об/мин.}$$

Уточним значение частоты вращения шпинделя станка по паспорту станка, $n = 160 \text{ об./мин.}$

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 215 \cdot 160}{1000} = 108,07 \text{ м./ мин.}$$

Остальные токарные операции рассчитываем аналогично. Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Режимы резания

Операция	Переход	S мм/об	n об/мин	V м/мин
20	1	0,4	200	143,3
30	1	0,9	200	65,97
	2	0,4	315	103,9
	3	0,3	160	108,07

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
40	1	0,2	160	114,6
	2	0,125	200	143,3
	3	0,2	315	123,7
	4	0,125	140	800
50	1	0,2	400	131,9
	2	0,125	200	143,3
	3	0,1	250	168,9
	4	0,125	140	800

60 операция – Расточная.

Станок – Горизонтально-расточной станок модели 2Н614Ф20 с ЧПУ.

Переход 1. Сверление отверстия, пов. 44 до Ø 20Н12 мм

Режущий инструмент – сверло из быстрорежущей стали Р6М5.

Охлаждение - 5%-ная эмульсия.

$t=0,5D=10\text{мм}$

Подача $S_z = 0,4\text{мм/зуб}$. [8]

Скорость резания при сверлении рассчитываем по формуле:

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

где

$C_v = 9,8$ [8];

$q = 0,40;$ $y = 0,5;$ $m = 0,2;$

$T = 45$ мин;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}.$$

$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$ – коэффициент, учитывающий влияние физико-

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 685 \text{ МПа}$ – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$ – показатель степени, [8];

$K_r = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, [8];

$$\text{тогда, } K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1,0 \text{ [8];}$$

K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$$K_{mv} = 1,0 \text{ [8];}$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,1.$$

Тогда

$$v = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 1,1 = 27,51 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

где

$$v = 27,51 \text{ м/мин;}$$

$$d = 20 \text{ мм.}$$

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 27,51}{3,14 \cdot 20} = 394,5 \text{ об/мин.}$$

Уточним значение частоты вращения шпинделя станка по паспорту станка, $n = 400 \text{ об./мин.}$

Определяю реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 400}{1000} = 27,89 \text{ м / мин.}$$

Остальные сверлильные переходы на расточной операции рассчитываем аналогично.

Переход 6. Зенкерование отверстия, пов. 44 до Ø 22Н9 мм.

Станок – Горизонтально-расточной станок 2Н614Ф20 с ЧПУ.

Инструмент – насадной зенкер с D=22 из быстрорежущей стали Р6М5.

Охлаждение — 5%-ная эмульсия.

t=1.0мм

Sz = 0,3мм/зуб [8].

T=50мин [8].

Скорость резания при сверлении рассчитываем по формуле:

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

где

$$C_v = 16,3 [8];$$

$$q = 0,30; \quad y = 0,5; \quad m = 0,3; \quad x = 0,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}.$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 685 \text{ МПа}$ – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$ – показатель степени, [8];

$K_r = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, [8],

тогда

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1,0 [8];$$

K_{nv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$$K_{nv} = 1,0 [8];$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,1.$$

Тогда

$$v = \frac{16,3 \cdot 22^{0,3}}{50^{0,3} \cdot 1^{0,2} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 1,1 = 25,6 \text{ м / мин}.$$

Частота вращения шпинделя рассчитываем по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где

$$v = 25,6 \text{ м/мин};$$

$$d = 22 \text{ мм}.$$

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 25,6}{3,14 \cdot 22} = 370,2 \text{ об/мин}.$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка,

$$n = 355 \text{ об/мин}.$$

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 355}{1000} = 24,53 \text{ м / мин}.$$

Остальные переходы зенкерования отверстий на расточной операции рассчитываем аналогично.

Переход 12. Развертывание отверстия, пов. 53 до $\varnothing 14H7$ мм.

Станок – Горизонтально-расточной станок 2Н614Ф20 с ЧПУ.

Инструмент – развертка с $D=14$ из быстрорежущей стали Р6М5.

Охлаждение — 5%-ная эмульсия.

$$t=0,1 \text{ мм};$$

$$S_z = 0,9 \text{ мм/зуб [8];}$$

$$T = 45 \text{ мин [8];}$$

Скорость резания при сверлении рассчитываю по формуле:

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

где

$$C_v = 10,5 \text{ [8];}$$

$$q = 0,30; \quad y = 0,65; \quad m = 0,4; \quad x = 0,2;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}.$$

$$K_{mv} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 685 \text{ МПа}$ – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$ – показатель степени, [8];

$K_\Gamma = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, [8],

$$\text{тогда } K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1,$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$$K_{lv} = 1,0 \text{ [8];}$$

K_{uv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$$K_{uv} = 1,0 \text{ [8];}$$

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,1.$$

Тогда

$$v = \frac{10,5 \cdot 14^{0,3}}{45^{0,4} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 0,9^{0,65}} \cdot 1,1 = 9,4 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитываем по формуле [8]:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где

$$v = 9,4 \text{ м/мин};$$

$$d = 14 \text{ мм.}$$

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 9,4}{3,14 \cdot 14} = 214,6 \text{ об/мин.}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка,

$$n = 250 \text{ об/мин.}$$

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 250}{1000} = 10,3 \text{ м / мин.}$$

Остальные переходы развертывания отверстий на расточной операции рассчитываем аналогично.

Нарезание дюймовой резьбы 7/8'' в отверстиях, пов. 44.

Станок – Горизонтально-расточной станок 2Н614Ф20 с ЧПУ

Инструмент – машинный метчик 7/8'' (14 ниток на 1") из быстрорежущей стали Р6М5.

Охлаждение — 5%-ная эмульсия.

$$T=90 \text{ мин [8].}$$

Скорость резания при сверлении рассчитываем по формуле (4.3):

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

где

$$C_v = 64,8 \text{ [8];}$$

$$q = 1,20; \quad y = 0,5; \quad m = 0,9;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}.$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 685 \text{ МПа}$ – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$ – показатель степени, [8]

$K_{\Gamma} = 1,0$ – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, [8]

тогда

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{685} \right)^{1,0} = 1,1,$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления,

$K_{lv} = 1,0$ [8],

K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания,

$K_{mv} = 1,0$ [8],

тогда

$$K_v = 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,1.$$

Тогда

$$v = \frac{64,8 \cdot 22,225^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 1,81^{0,5}} \cdot 1,1 = 8,15 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя рассчитываем по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d},$$

где

$v = 8,15 \text{ м/мин}$;

$d = 22,225 \text{ мм}$.

Таким образом

$$n = \frac{1000 \cdot 8,15}{3,14 \cdot 22,25} = 116,7 \text{ об/мин}.$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя по паспорту станка

$n = 125 \text{ об/мин.}$

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{3,14 \cdot 22,225 \cdot 125}{1000} = 8,72 \text{ м / мин.}$$

Остальные переходы нарезания резьбы в отверстиях на расточной операции рассчитываем аналогично.

110 операция – Круглошлифовальная

Операция – шлифование поверхностей 25, 26, 29 и торца 10.

Станок – круглошлифовальный станок 3М161Ф2.

Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1112 \text{ мин-1}$.

Частота вращения детали $n_{дет} = 55 - 620 \text{ мин-1}$;

Мощность 17 кВт,

Способ установки детали на станке в центрах.

Охлаждение — эмульсия.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с $D_k = 600$ и $V_k = 63$. По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1112}{1000 \cdot 60} = 35 \text{ м / с.}$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 600x16x305 25A F25 k6 V, на керамической связке.

Определение режимов резания.

Обработка поверхности 25, 26, 29 производится методом врезания, а поверхность 28 – методом продольной подачи.

Для предварительной обработки по диаметру 105 мм назначаем скорость детали $v = 35 \text{ м/мин}$ и определяем частоту её вращения:

$$n_d = \frac{1000 \cdot v_d}{\pi \cdot D_d} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 105} = 106 \text{ об / мин.}$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Поперечную подачу круга принимаем $S_x=0,005$ мм/ход, учитывая требования, предъявляемые к точности обработки и шероховатости поверхности. На применяемом станке поперечные подачи регулируются бесступенчато в пределах $0,002 - 0,1$ мм/ход.

Продольная подача на оборот заготовки

$$S_o=S_d \cdot B_k,$$

где

S_d – коэффициент учитывающий, продольную подачу в долях ширины круга. Для предварительного шлифования $S_d=0,4$.

Тогда

$$S_o=0,4 \cdot 63=25,2 \text{ мм/об.}$$

Скорость движения продольной подачи (скорость продольного хода стола)

$$v_{\text{Snpo}} = \frac{S_o \cdot n_o}{1000} = \frac{25,2 \cdot 75}{1000} = 1,89 \text{ м/мин}$$

На используемом станке предусмотрено бесступенчатое регулирование скорости продольного хода стола в пределах $0,05 - 5$ м/мин, поэтому принимаем $v_{\text{Спрод}}=1,8$ м/мин

Остальные переходы на шлифовальных операциях рассчитываем аналогично.

2.7 Расчёт норм времени.

Основное технологическое время посчитаем для каждого перехода по формулам [8].

20 Операция – Токарная с ЧПУ

Станок – Токарный станок модели SAMAT-400XC;

Приспособление – Вращающийся центр, поводковый патрон.

Режущий инструмент – в зависимости от позиции в револьверной головке

Позиция 1

Черновое точение поверхности 23:

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n}$$

где $L = 45\text{мм}$ – длина обрабатываемого отверстия,

$S_o = 0,4\text{ мм/мин}$,

$n = 200\text{об/мин}$.

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} = \frac{45}{0,4 \cdot 200} = 0,56\text{мин}$$

Все остальные переходы 20 операции рассчитываем аналогично по формулам (5.8). Общее время рассчитаем по формуле [8]:

$$T_o^{20} = \sum T_{oi}$$

Результаты расчетов по 20 операции заносим в таблицу 2.7.

Аналогично 20 операции рассчитываем остальные токарные операции.

Таблица 2.7 - Основное технологическое время

Операция	Переход	T_{oi} , мин	T_o , мин
20	1	0,56	2,69
	2	0,18	
	3	0,19	
	4	0,85	
	5	0,91	

60 операция – Расточная

Переход – сверление отверстия $\varnothing 20\text{Н}$, поверхность 44

Станок –горизонтально-расточной станок модели 2Н614Ф20

Режущий инструмент – сверло из быстрорежущей стали Р6М5.

Основное машинное время для сверлильной операции рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$$

где

$n = 400 \text{ об/мин,}$

$S = 0,4 \text{ мм/об}$

L – длина рабочего хода сверла.

$L = L_c + y + \Delta,$

где

$L_c = 56 \text{ мм}$ – глубина отверстия,

$y = 0,4 \cdot D = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ мм}$ – врезание;

$\Delta = 2 \text{ мм}$ – перебег сверла.

$L = 56 + 8 + 2 = 66 \text{ мм.}$

$$T_o = \frac{66}{400 \cdot 0,4} = 0,41 \text{ мин.}$$

Все остальные переходы 60 операции рассчитываем по формулам.

Общее время рассчитаем по формуле:

$$T_o^{20} = \sum T_{oi}$$

Результаты расчетов по 60 операции заносим в таблицу 2.8:

Таблица 2.8 - Основное технологическое время

Операция	Переход	T_{oi} , мин	T_o , мин
60	1	0,41	36,29
	2	0,41	
	3	0,6	
	4	0,85	
	5	0,85	
	6	0,5	
	7	0,5	
	8	0,35	
	9	0,44	
	10	1,24	
	11	1,54	
	12	2,41	
	13	2,34	
	14	2,58	
	15	2,6	
	16	0,14	
	17	0,43	
	18	18,1	

110 операция – Круглошлифовальная

Операция – Шлифование поверхностей 25, 26, 28, 29, 10.

Станок – Круглошлифовальный станок модели 3М161Ф2 с ЧПУ.

Режущий инструмент – Шлифовальный круг 1 600х25х305 25А F25 k6 V.

Переход 1 - шлифование поверхности 25.

Основное машинное время для круглошлифовальной операции рассчитаем по формуле:

$$T_o = 0,6 \cdot L$$

где $L = 0,1$ – глубина шлифования;

$$T_o = 0,6 \cdot L = 0,6 \cdot 0,1 = 0,06 \text{ мин};$$

110 операция – Круглошлифовальная

Переход 4 - шлифование поверхности 28.

Операция – Шлифование поверхностей 25, 26, 28, 29.

Станок – Круглошлифовальный станок модели 3М161Ф2 с ЧПУ.

Режущий инструмент – Шлифовальный круг 1 600х25х305 25А F25 k6 V.

Основное машинное время для круглошлифовальной операции рассчитаем по

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S_0 \cdot S_x} K$$

где

$L = 170 \text{ мм}$ – длина хода стола,

$h = 0,1 \text{ мм}$ – припуск на сторону,

K – коэффициент, учитывающий время на выхаживание,

$K = 1,2$ – при предварительном шлифовании,

$S_0 = 0,3 \cdot V_K = 0,3 \cdot 63 = 18,9 \text{ мм/об}$ - продольная подача на один оборот заготовки,

$S_x = 0,05 \text{ мм/ход}$ поперечная подача круга,

$n_3 = 106 \text{ об/мин}$ частота вращения заготовки.

Тогда

$$T_o = \frac{170 \cdot 0,05}{106 \cdot 18,9 \cdot 0,02} 1,2 = 1,44 \text{ мин.}$$

140 операция – Торцекруглошлифовальная

Операция – шлифование поверхностей 7,8 и торцев 20, 22.

Станок – Торцекруглошлифовальный станок модели 3Т160Ф2 с ЧПУ.

Основное машинное время для торцекруглошлифовальной операции рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S_0 \cdot S_x} K$$

где

$L = 17$ мм – длина хода стола,

$h = 0,1$ мм – припуск на сторону,

K – коэффициент, учитывающий время на выхаживание,

$K = 1,2$ – при предварительном шлифовании,

$S_0 = 0,3 \cdot V_K = 0,3 \cdot 63 = 18,9$ мм/об - продольная подача на один оборот заготовки,

$S_x = 0,01$ мм/ход поперечная подача круга,

$n_3 = 75$ об/мин частота вращения заготовки.

Тогда

$$T_o = \frac{17 \cdot 0,1}{75 \cdot 18,9 \cdot 0,02} 1,2 = 1,03, \text{ мин.}$$

Установим технические нормы времени расчетно-аналитическим методом. Определим норму штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$ по формуле:

$$T_{ш-к} = T_{пз}/n + T_{шт},$$

где

$T_{пз}$ – подготовительно- заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

$$n = N \cdot a / F,$$

где

$N = 5000$ шт – годовая программа выпуска деталей;

$a = 4$ дн. – периодичность запуска деталей;

$F=247$ дн – количество рабочих дней в году,

тогда $n=5000 : 4/247=80$ шт.

$T_{шт}$ – норма штучного времени.

Норма штучного времени определим по формуле:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{отд},$$

где

T_o – основное время,

T_v – вспомогательное время,

$T_{об}$ – время обслуживания,

$T_{отд}$ – время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время определим по формуле:

$$T_v = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из},$$

где

$T_{ус}$ – время установки и снятия детали,

$T_{зо}$ – время закрепления и открепления детали,

$T_{уп}$ – время на приемы управления,

$T_{из}$ – время на измерения детали.

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг},$$

где

$T_{тех}$ – техническое обслуживание одного места,

$T_{орг}$ – организационное обслуживание одного места.

Все эти параметры выберем для каждой операции и занесем в таблицу 2.9, при этом будем пользоваться нормативами по [8].

Таблица 2.9 - Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ оп	Название операции	То	Тв			Топ	Тоб		Томд	Тшт	Тп-з	п	Тш-к
			Тус+Тзо	Туп	Тиз		Ттех	Торг					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
010	Центровально- подрезная	0,17	0,7	0,02	0,16	1,05	0,01	0,02	0,25	1,33	17	80	1,54
020	Токарная	2,69	0,7	0,03	0,15	3,57	0,01	0,03	0,18	3,79	18		4,02
030	Токарная	5,74	0,7	0,03	0,15	6,62	0,01	0,02	0,36	7,01	18		7,24
040	Токарная	3,36	0,7	0,03	0,15	4,24	0,01	0,03	0,22	4,5	18		4,73
050	Токарная	7,17	0,7	0,03	0,15	8,05	0,01	0,02	0,45	8,53	18		8,76
060	Расточная	36,29	0,7	0,04	0,2	37,23	0,02	0,02	2,19	39,46	22		39,74
070	Термообработка												
080													
090													
100	Центро шлифовальная	0,7	0,5	0,03	0,09	1,32	0,01	0,02	0,52	1,87	17		2,08
110	Кругло шлифовальная	7,46	0,8	0,07	0,15	2,84	0,02	0,03	0,3	11,47	23		11,76
120	Кругло шлифовальная	9,28	0,8	0,07	0,15	1,67	0,02	0,03	0,57	12,59	23		12,88
130	Торцекругло шлифовальная	9,61	0,7	0,08	0,17	1,98	0,03	0,03	0,81	13,41	22		13,69
140	Торцекругло шлифовальная	8,63	0,7	0,08	0,17	1,86	0,03	0,03	0,74	12,24	22		12,52
150	Торцекругло шлифовальная	9,77	0,7	0,08	0,17	1,99	0,03	0,03	0,9	13,67	22		13,95

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
160	Кругло шлифовальная	11,2	0,7	0,08	0,17	1,12	0,03	0,03	0,7	12,47	22	80	12,74
170	Кругло шлифовальная	12,57	0,7	0,08	0,17	1,75	0,03	0,03	0,7	15,1	22		15,38
180	Координатно шлифовальная	7,53	0,8	0,05	0,12	0,89	0,02	0,03	0,53	9,44	18		9,67
190	Моечная	3,3				0,3	0,01	0,01	0,18	3,8			3,8
200	Контрольная	1				1	0,03	0,03	0,6	1,12			1,12
	Σ	66,13								171,8	299		175,54

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В проектируемом технологическом процессе для фрезерования, сверления и растачивания применяются самоцентрирующие тиски с призматическими губками с механизированным приводом. Количество зажимных призм – две. Для расчета требуемого усилия зажима, необходимо рассчитать силы, действующие на заготовку при обработке. Таким образом, первоначально проведем расчет режимов резания при фрезеровании.

Задача раздела – рассчитать такие режимы резания, которые обеспечили бы заданный выпуск деталей заданного качества и точности с минимальными затратами.

Режим резания – это сочетание глубины резания, подачи и скорости резания. Элементы режимов резания устанавливаются в заданном порядке.

Глубина резания – при черновой обработке заготовки, назначают по возможности максимальную глубину; при чистовой в зависимости от требований точности размеров и шероховатости.

Подача – при черновой обработке заготовки, выбирается максимально возможной, исходя из жесткости и прочности системы ЗИПС; при чистовой – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости.

Скорость резания – рассчитывается по эмпирическим зависимостям.

Рассчитываем режимы резания на операцию фрезерования шпоночного паза размером: ширина 12,7 мм, глубина 11,5 мм, длина 127 мм. Инструмент: шпоночная фреза с твердосплавными пластинами Т15К6 ГОСТ 6396-78.

- 1) Глубина резания $t=3,0$ мм.
- 2) Стойкость фрезы $T=180$ мин [8].
- 3) Выбираем подачу $S=0,03$ мм/зуб [8].
- 4) Число зубьев фрезы 2
- 5) Ширина фрезерования $B=12$ мм
- 6) Скорость резания – окружная скорость фрезы:

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

где C_v и показатели степеней по [9]:

$$C_v=234; \quad q=0,44; \quad x=0,24; \quad m=0,37;$$

$$y=0,26; \quad u=0,21; \quad p=0,13;$$

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv},$$

где

K_{Mv} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала,

$$K_{Mv}=1,2 \text{ по [9];}$$

K_{Iv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности заготовки,

$$K_{Iv}=0,9 \text{ по [9];}$$

K_{Iv} – коэффициент учитывающий материал инструмента,

$$K_{Mv}=0,6 \text{ по [9].}$$

$$\text{Тогда } K_v = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,648.$$

Значит

$$V = \frac{234 \cdot 12^{0,44}}{180^{0,37} \cdot 3^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 12^{0,1} \cdot 2^{0,13}} \cdot 0,648 = 54,72 \text{ м/мин.}$$

$$7) \quad \text{Число оборотов фрезы } n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 54,72}{3,14 \cdot 12} = 1451,69 \text{ об/мин. (3.2)}$$

По паспортным данным станка принимаем $n=1500 \text{ об/мин.}$

$$8) \quad \text{Уточняем скорость резания } V = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1500}{1000} = 56,52 \text{ м/мин.}$$

9) Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^a \cdot n^w} \cdot K_{Mp}, \quad (3.3)$$

где C_p и показатели степеней по [10]:

$$C_p=12,5; \quad q=0,73; \quad x=0,85;$$

$$y=0,75; \quad u=1,0; \quad w=-0,13;$$

K_{Mp} – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества сплава на силовые зависимости:

$$K_{Mp} = 1,11 \text{ [10]}.$$

Тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 3^{0,85} \cdot 0,03^{0,75} \cdot 12^1 \cdot 2}{12,7^{0,73} \cdot 1500^{-0,13}} \cdot 1,11 = 1296,6 \text{ Н}.$$

10) Крутящий момент на шпинделе

$$V = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1296,6 \cdot 12}{200} = 972,45 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.4)$$

11) Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1296,6 \cdot 56,52}{1020 \cdot 60} = 1,2 \text{ кВт}, \quad (3.5)$$

что меньше паспортной мощности привода выбранного горизонтально-расточного станка. Из этого следует, что выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

3.1 Выбор, описание конструкции и расчет элементов станочного приспособления для расточной операции.

Приспособление разработано для расточной операции, на которой происходит обработка отверстий и фрезерование шпоночного паза.

Приспособление состоит из плиты, к которой жестко прикреплена опорная призма. Кроме этого, сбоку к плите прикреплены самоцентрирующие тиски с призматическими губками. Стол станка, на котором установлена плита с тисками, имеет возможность поворачиваться под различными углами к инструменту.

Приспособление работает следующим образом:

Обрабатываемая заготовка (шпиндель) устанавливается в губки тисков. Затем досылается до упора в торец. Оператор подает команду на зажим и происходит зажим шпинделя одновременно двумя призматическими губками тисков. Происходит обработка отверстий и фрезерование паза. После обработки заданных отверстий и паза, оператор подает команду на разжим, и губки тисков разжимают шпиндель.

Основным рабочим элементом станочного приспособления являются – тиски самоцентрирующие. Тиски предназначены для установки и закрепления, различных по форме и размерам заготовок типа вал. Они могут применяться в фрезерно-центровальных, торцеобрабатывающих и других видах станков.

Заготовка устанавливается в сменные призмы на сменных упорах, которые крепятся к ползунам тисков.

Устройство и принцип работы станочного приспособления.

На литой корпус 1 (рис. 3.1), имеющий сменные закаленные призматические направляющие, с помощью планок установлены ползуны 2 и 3. К торцу ползуна 2 прикреплен гидравлический цилиндр 4 через фланец 5, а шток-рейка 6 соединена с ползуном 3 через кронштейн 7. Шток-рейка 6 через зубчатое колесо 8 действует на рейку 9, жестко связанную с помощью двух гаек 10 с ползуном 2 через фланец 5, обеспечивая контролируемое перемещение ползуна 2. Гайки 10 служат для регулировки положения оси зажимаемой детали в горизонтальном направлении.

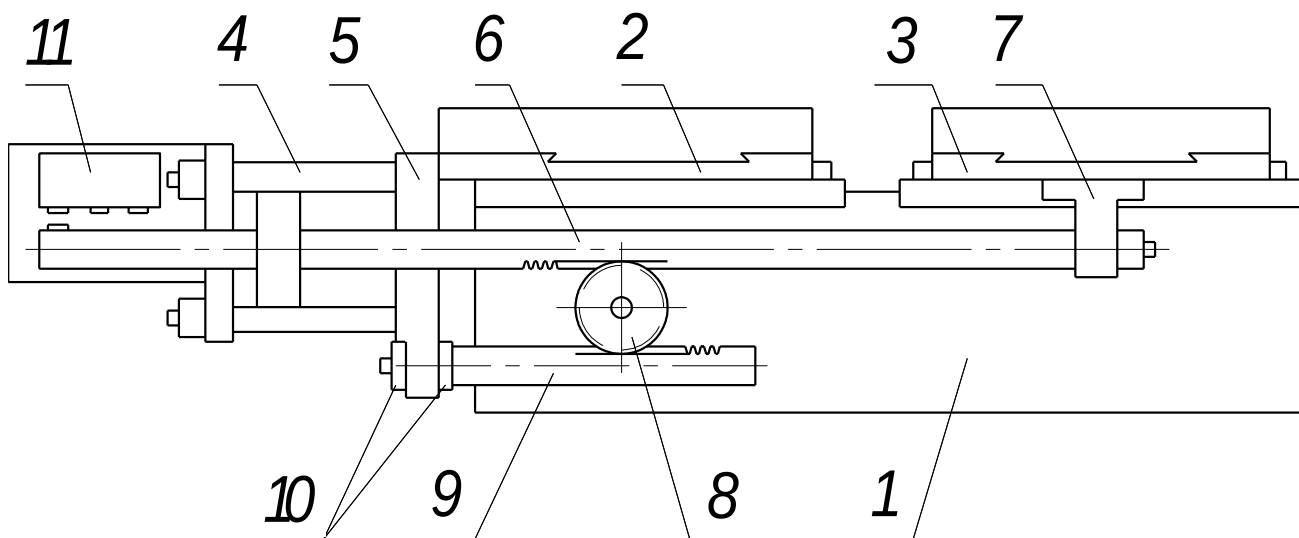


Рис. 3.1. Тиски самоцентрирующие

Для контроля линейного перемещения ползунов имеется конечный выключатель 11 (BNS 519B4D12-100-10 BALLUF), позволяющий фиксировать рабочие положения: «тиски разжаты», «тиски предварительно

зажаты», «тиски зажаты». Защита направляющих обеспечивается скребками прикрепленными к ползунам.

Тиски в автоматическом режиме, согласно циклограмме станка, работают следующим образом:

По сигналу, рабочая жидкость поступает правую полость гидроцилиндра, который перемещает ползуны до величины предварительного зажима. После ориентирования заготовки подается команда на окончательный зажим. По окончании обработки заготовки, по сигналу, рабочая жидкость поступает в левую полость гидроцилиндра, который перемещает ползуны в положение «разжато».

Расчет необходимых сил зажима.

Силы, возникающие при зажиме заготовки представлены на рис. 3.2.

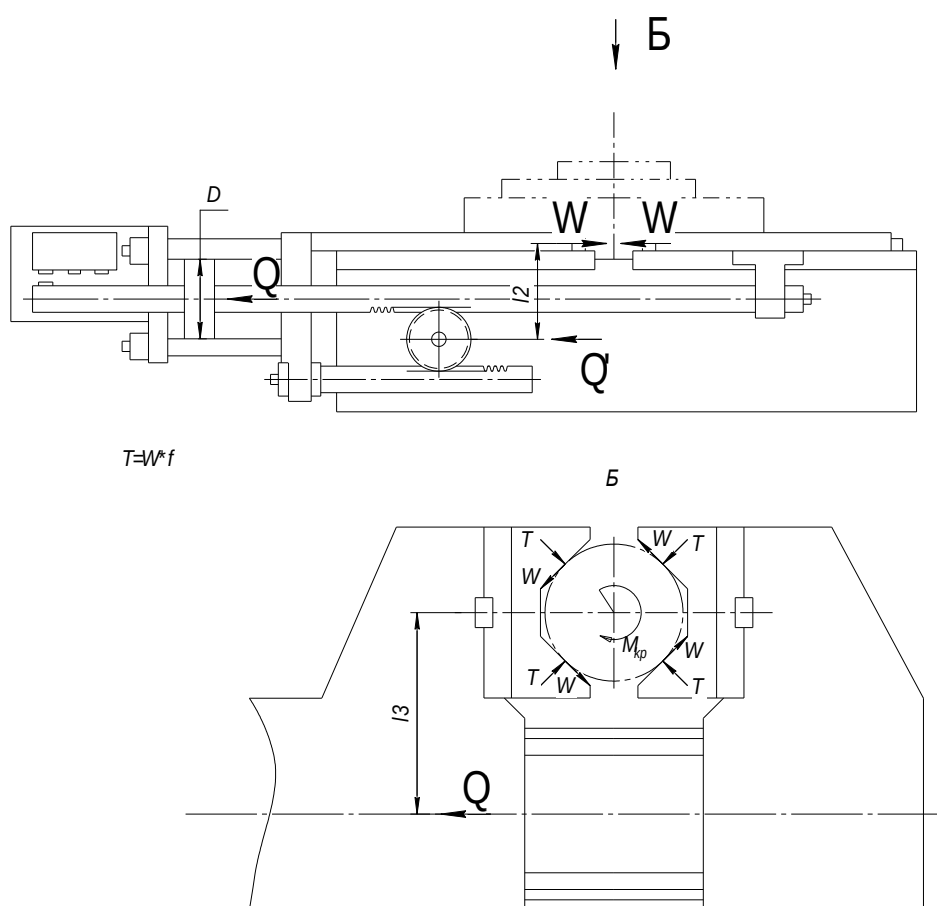


Рис. 3.2. Схема расположения сил

Необходимая сила зажима для надежного закрепления заготовки в приспособлении рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{зж}} = P_z \cdot K. \quad (3.6)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.7)$$

где $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса; [12]

$K_1 = 1,2$ – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях;

$K_2 = 1,1$ – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$ – коэффициент учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$ – коэффициент учитывающий постоянство силы закрепления в зажимном механизме (для двухсторонних прижимов);

$K_5 = 1,1$ – коэффициент учитывающий эргономику ручных работ;

$K_6 = 1,0$ – коэффициент учитывающий наличие моментов стремящихся вывернуть заготовку.

Тогда

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 2,6.$$

Значит

$$Q_{\text{зж}} = 1296,6 \cdot 2,6 = 3371,16 \text{ Н}.$$

3.2 Расчет зажимного механизма.

Плечи тисков:

$$l_3 = 180 \text{ мм},$$

$$l_2 = 160 \text{ мм}.$$

Усиление Q_1 на ведомом звене зажимного механизма определим по формуле:

$$Q_1 = Q \left(1 + \frac{3 \cdot l_2}{l_3} \cdot f_1 \right) = 3371,16 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 160}{180} \cdot 0,1 \right) = 4269,91 \text{ Н}, \quad (3.8)$$

где $f_1 = 0,1$ – коэффициент трения с учетом смазки направляющих.

Расчет силового привода.

Для создания исходного усилия Q_1 используется силовой привод, устанавливаемый на тиски. В его конструкции можно выделить силовую часть и штуцера подвода рабочей среды. В качестве приводов наибольшее применение получили гидро и пневмоцилиндры.

Попробуем вначале применить пневматический привод, т.к. в любом производстве имеются трубопроводы для подачи сжатого воздуха.

Диаметр поршня пневмоцилиндра определим по формуле:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{4269,91}{0,4}} = 126,75 \text{ мм}, [13] \quad (3.9)$$

где $P=0,4$ МПа – избыточное давление воздуха.

В конструкцию приспособления можно встроить силовой привод с диаметром поршня не более 110 мм, поэтому следует применить гидропривод, где за счет регулирования давления масла можно получить большие исходные усилия. При заданном усилии Q_1 подбираем давление масла.

Для давления $P=1,0$ МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{4269,91}{1}} = 103,63 \text{ мм}.$$

Принимаем $D=110$ мм, ход поршня 80 мм.

3.3 Расчет на прочность наиболее нагруженных деталей тисков.

Тиски самоцентрирующие спроектированы так, что:

- обеспечивают материализацию теоретической схемы базирования, на операции фрезерования шпоночной канавки, с помощью призм по наружному диаметру шеек под подшипники;
- обеспечивает надежное закрепление заготовки при обработке;
- обеспечивает быстрое действие (автоматический зажим и разжим заготовки).

Так как приспособление спроектировано для среднесерийного производства, то детали тисков берем заведомо больших размеров, для обеспечения долговечности и надежности.

Проведем расчет наиболее нагруженной детали тисков – шток, поз. 26.

Примем, что нормальные напряжения от изгиба изменяются по симметричному циклу, а касательные от кручения - по пульсирующему.

Расчет на прочность состоит в определении коэффициентов запаса прочности S для опасного сечения и сравнения их с требуемым (допускаемым) значением $[S]$.

Прочность соблюдается при $S > [S]$.

Допускаемое напряжение $[S]=1,5$

Опасное сечение штока: переход сечения от $\varnothing 40$ к $\varnothing 32$ мм.

При диаметре заготовки до $\varnothing 90$ мм, среднее значение $\sigma_B=780$ МПа [13].

Тогда предел выносливости при симметричном цикле изгиба:

$$\sigma_{-1}=0,43 \cdot \sigma_B=0,43 \cdot 780=335 \text{ МПа.} \quad (3.10)$$

Тогда предел выносливости при симметричном цикле касательных напряжений:

$$\tau_{-1}=0,58 \cdot \sigma_{-1}=0,58 \cdot 335=193 \text{ МПа.} \quad (3.11)$$

Отношение диаметров:

$$\frac{D}{d} = \frac{40}{32} = 1.25$$

Тогда по [13] определим коэффициенты концентрации напряжений:

$$K_\sigma=1,65 \text{ и } K_\tau=1,19.$$

Масштабные факторы по [13].

$$\varepsilon_\sigma=0,8 \quad \varepsilon_\tau=0,69 \quad \psi_\sigma=0,15 \quad \psi_\tau=0,1.$$

Усилие развиваемое тисками: $P=3371,16$ Н.

Плечо: $l=180$ мм.

Тогда изгибающий момент: $M=P \cdot l=3371,16 \cdot 180=606,8 \cdot 10^3$ Н·мм.

Основной момент сопротивления сечения:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 32^3}{32} = 3,21 \cdot 10^3 \text{ мм}^3. \quad (3.12)$$

Амплитуда нормальных напряжений:

$$\sigma_v = \frac{M}{W} = \frac{606,8 \cdot 10^3}{3,21 \cdot 10^3} = 189,03 \text{ МПа.} \quad (3.13)$$

Полярный момент сопротивления:

$$W_p = 2W = 2 \cdot 3,21 = 6,42 \text{ МПа}$$

Амплитуда и среднее напряжение цикла касательных напряжений:

$$\tau_v = \tau_m = \frac{M}{2W_p} = \frac{606,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 6,42 \cdot 10^3} = 47,26 \text{ МПа.} \quad (3.14)$$

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_v} = \frac{335}{\frac{1,65}{0,8} \cdot 189,03} = 0,84 \quad . \quad (3.15)$$

Коэффициент запаса прочности по касательным напряжениям:

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_v + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{193}{\frac{1,19}{0,69} \cdot 47,26 + 0,1 \cdot 47,26} = 2,24. \quad (3.16)$$

Результирующий коэффициент запаса прочности для основного сечения:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 \cdot S_\tau^2}} = \frac{0,84 \cdot 2,24}{\sqrt{0,8^2 \cdot 2,24^2}} = 1,94.$$

Таким образом, результирующий коэффициент запаса прочности больше допускаемого значения: $1,94 > 1,5$.

3.4 Расчет погрешности установки.

Погрешность установки определяется по формуле:

$$E_y = \sqrt{E_\theta^2 + E_z^2 + E_{np}^2}, \quad (3.17)$$

где E_θ – погрешность базирования, равная нулю, т.к. измерительная база используется в качестве технологической;

E_z – погрешность закрепления – это смещение измерительной базы под действием сил зажима. Принимаем равной нулю.

E_{np} – погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$E_y = W_{A\Delta} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2}, \quad (3.18)$$

где $W_{A\Delta}$ – колебания размера A_Δ

Δ_1, Δ_3 – погрешности возникающие вследствие неточности изготовления размеров, рис. 3. $\Delta_1=0,06$; $\Delta_3=0,08$ мм

Δ_2, Δ_4 – погрешность из-за колебания зазора в сопряжениях, рис. 3.3

$$\Delta_2 = 8 \frac{H7 \begin{smallmatrix} \text{H7} \\ \text{g6} \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{0,011} \\ \text{0,005} \\ \text{0,014} \end{smallmatrix}}{g6 \begin{smallmatrix} \text{H7} \\ \text{g6} \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{0,011} \\ \text{0,005} \\ \text{0,014} \end{smallmatrix}} \leq S_{HB} - S_{HM} = 0,019 - 0,011 = 0,008 \text{ мм.}$$

$$\Delta_4 = 16 \frac{H9 \begin{smallmatrix} \text{H9} \\ \text{g9} \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{0,021} \\ \text{0,016} \\ \text{0,059} \end{smallmatrix}}{g9 \begin{smallmatrix} \text{H9} \\ \text{g9} \end{smallmatrix} \begin{smallmatrix} \text{0,021} \\ \text{0,016} \\ \text{0,059} \end{smallmatrix}} \leq S_{HB} - S_{HM} = 0,08 - 0,016 = 0,064 \text{ мм.}$$

Подставив значения в формулу 3.18 получим:

$$E_y = 0,5 \sqrt{0,06^2 + 0,008^2 + 0,08^2 + 0,064^2} = 0,027 \text{ мм.}$$

Погрешность установки не должна превышать допускаемой величины:

$$[E_y] = T_d \cdot 0,3.$$

где T_d – допуск наиболее тонного размера, выполняемого на переходе.

На расточной операции: $[E_y] = 0,011 \cdot 0,3 = 0,033$;

$$0,027 < 0,033.$$

Таким образом, приспособление подходит по точности для обработки шпинделя на заданной расточной операции.

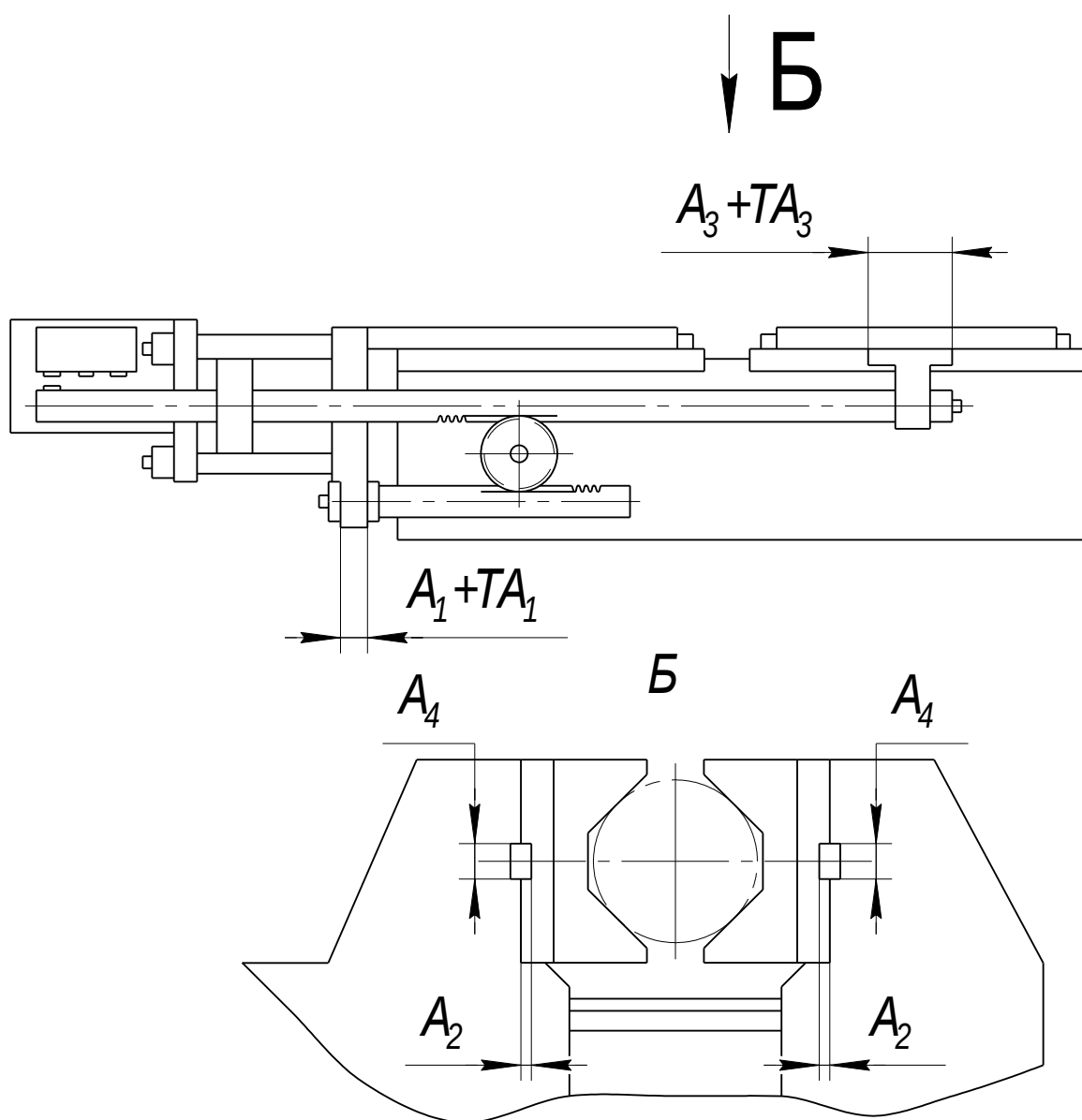


Рис. 3.3. Схема погрешности самоцентрирующих тисков.

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

4.1 Сбор исходных данных.

Резец является наиболее распространенным видом режущего инструмента, применяемого на токарных, карусельных, револьверных, строгальных и долбежных станках, токарных автоматах и полуавтоматах и специальных, например, затыловочных станках.

Цель – спроектировать резец проходной для операции 030- токарная.

Материал заготовки: Сталь 19ХГН;

Скорость резания: $V = 66,8$ м/мин,

Подача: $S = 0,5$ мм/об.,

Глубина резания: $t = 2$ мм.

4.2 Конструкция режущего инструмента и описание принципа работы.

Резец проходной применяется для токарной обработки поверхностей тел вращения. [13]

Резец проходной для полуступенчатой обработки (рис. 4.1) состоит из: основания 1 двух режущих пластин 3 и 4, и клиновой планки 5 которая служит для крепления пластин 3 и 4.

При механическом креплении пластин сокращаются расходы на эксплуатацию резцов, повышается их стойкость (на 30% и более), уменьшается число переточек (в случае применения резцов с неперетачиваемыми пластинами).

В конструкциях резцов рекомендуется базирование пластинок на твердосплавную прокладку, которая предохраняет корпус державки от повреждения в случае поломки пластины.

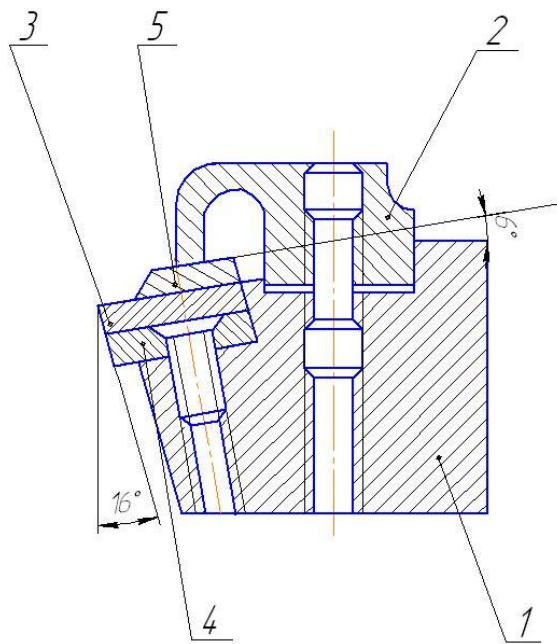


Рис. 4.1. Резец проходной:

1- корпус державки; 2- крепление; 3- режущая пластина; 4- опорная пластина;
5- клиновидная пластина.

Обработка поверхностей осуществляется следующим образом: резцу сообщают возвратно поступательное движение, а заготовке сообщаем вращательное движение относительно оси. В результате чего резец снимает с заготовки часть поверхностного слоя и образуется обработанная поверхность.

4.3 Выбор геометрических параметров резца.

По ГОСТ 26476-85 [14] выбираем проходной резец отогнутый (правый):

Длина резца $L = 100 \text{ мм}$;

Ширина резца $B = 16 \text{ мм}$;

Параметры режущей и основной пластин:

Ширина пластин $B = 9,525 \text{ мм}$;

Длина пластин $l = 9,525 \text{ мм}$;

Высота пластин $H = 3,18 \text{ мм}$.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Пользуясь [19] проведем анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления шпинделя токарно-винторезного станка».

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ ²	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию ³	Оборудование, устройство, приспособление ⁴	Материалы, вещества ⁵
1	Подрезка торцов, сверление центровых отверстий	Операция 10 Центровально-подрезная	Оператор станка-полуавтомата	Центровально-подрезной полуавтомат 2А932; призмы опорные	Сталь 19ХГН; Р6М5, Т15К6; СОЖ – Укринол-1
2	Точение чистовое	Операция 030 Токарная чистовая	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС; токарный поводковый патрон	Сталь 19ХГН; твердый сплав Т15К6; СОЖ- Укринол-1

5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

Таблица 5.2 – 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	Операция 10 Центровально-подрезная	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Центровально-подрезной полуавтомат 2A932
2	Операция 030 Токарная чистовая	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Повышенный уровень вибрации. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках бакалаврской работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор ¹	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте на центrovально-подрезной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм хлопчатобумажный или вискознолавсановый
2	Повышенный уровень вибрации на центrovально-подрезной операции	Оператор станка находится на удалении от него и производит только загрузку-выгрузку деталей и заготовок.	Костюм и брюки хлопчатобумажные или вискознолавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.
3	В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор станка должен быть одет в респиратор.	Респиратор.

Продолжение табл. 5.3

4	Повышенный уровень шума на рабочем месте на токарной операции	Оператор должен быть одет в наушники защитные	Наушники защитные.
5	Повышенный уровень вибрации на токарной операции	Оператор должен быть одет в спецодежду	Костюм и брюки хлопчато-бумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.

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

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Центровально-подрезной полуавтомат 2A932; токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Е	1) пламя и искры; 2) тепловой поток; 3) пониженная концентрация кислорода; 4) снижение видимости в дыму	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических

Продолжение табл. 5.4

				(задымленных пространственных зонах).	установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; 2) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования.
--	--	--	--	---------------------------------------	---

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Таблица 5.5 - 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, ящики с	Пожарные автомобили,	Пожарные гидранты	Автоматизированные средства	Напорные пожарные	Респираторы, противогазы	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические датчики и

Продолжение табл. 5.5

песком	пожар ные лестни цы		пожарооп овещения	рукава , гидран ты			извещат ели
--------	------------------------------	--	----------------------	-----------------------------	--	--	----------------

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.6 – 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
Центровально-подрезной полуавтомат 2A932	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и

Продолжение табл. 5.6

	автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	пожаротушения в цехе.
--	---	-----------------------

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологичес кого 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 техническ ого объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающ ую среду)	Воздействи е техническ ого объекта на гидросфе ру (образую щие сточные воды, забор воды из источник ов водоснаб жения)	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.)
Подрезка торцов и сверление центровых отверстий	Центровально- подрезной полуавтомат 2A932	Газ от испарения СОЖ	Использо ванная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ а почву. Возможно попадание

Продолжение табл. 5.7

				стружки в почву.
Точение чистовое	Токарный станок с ЧПУ SAMAT- 400XS	Газ от испарения СОЖ	Используй- ванная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ а почву. Возможно попадание стружки в почву.

Разработка мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Подрезка торцов и сверление центровых отверстий, точение чистовое
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на токарном станке с ЧПУ
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства сырья.

5.6 Заключение.

В результате анализа на безопасность и экологичность технического объекта были разработаны меры по предупреждению возникновения травм от опасных и вредных производственных факторов на участке механической обработки. Выполнено оснащение модернизированных операций средствами пожаротушения и пожароповещения. Для предупреждения загрязнения экологичности разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия технических объектов участка на окружающую среду.

6 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 работе технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Шпиндель». Подробная информация, описывающая технологический процесс ее изготовления, рассмотрен в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только основные отличия между сравниваемыми вариантами процесса изготовления.

Базовый вариант.

На операции 05 выполняется подрезка торцов и сверление центровых отверстий на центrovально-подрезном полуавтомате модели 2A932. Зажим обеспечивают тиски с призмами. Получение нужных поверхностей достигается применением набора инструментов:

- сверло центровочное из P6M5 – 2 шт.,
- резец токарный из T15K6 – 3 шт.

На операции 30 производится чистовая токарная обработка поверхностей на токарном станке с ЧПУ, модель SAMAT-400XC. Для закрепления детали используется трехкулачковый патрон. Обработка осуществляется при помощи резцов из твердого сплава T15K6 в количестве 4-х шт.

Проектный вариант.

Отличительной особенностью выполнения операции 05 является оснастка, а именно тиски гидрозажимные с призмами, обеспечивающие сокращение не только вспомогательного, но и основного времени.

Результатом изменений технологического процесса на токарной операции стало сокращение времени:

- вспомогательное время с 0,86 мин. до 0,43 мин.;

- основное время – с 1,46 мин до 1,06 мин.;
- штучного времени – с 2,32 мин до 1,74 мин.

Особенностью выполнения операции 30 является применяемый инструмент, т.е. резец, который имеет сборную конструкцию такую, что его режущая пластина лежит на опорной пластине, в связи с этим увеличивается стойкость инструмента.

Предложенные изменения по токарной операции на трудоемкость выполнения операции не оказали влияния. Однако увеличение стойкости резца поможет сократить расходы по инструменту за счет снижения стоимости на переточку инструмента.

Для полноценного обоснования экономической эффективности предлагаемых изменений, по рассмотренным операциям, необходимо определить капитальные вложения в осуществление работы. Получить значение необходимой нам величины поможет методика определения капитальных вложений [20], согласно которой, она составляет $K_{ВВ.ПР} = 4570,31$ руб.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по обоим вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения влияния на конечный результат не оказывают. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Шпиндель» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 6.1.



Рис. 6.1. Структура технологической себестоимости изготовления шпинделя по сравниваемым вариантам

Для дальнейших расчетов нам понадобится значение полной себестоимости, которое можно определить, используя методику составления калькуляции полной себестоимости [20]. Подставив значения, мы получили расчетные данные по базовому варианту – 498,7 руб.; а по проектному варианту – 490,71 руб.

Опираясь на полученные данные, проведем экономическое обоснование предложенных изменений. Для этого будем применять методику расчета показателей экономической эффективности [20], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$\Pi_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{Пол.Баз} - C_{Пол.Пр}) \cdot \Pi_{Г} \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$\Pi_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (498,7 - 490,71) \cdot 200 = 15980 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = \Pi_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 15980 \cdot 0,2 = 3019,6 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{P.ЧИСТ} = \Pi_{P.OЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$\Pi_{P.ЧИСТ} = 15980 - 3019,6 = 12278,4 \text{ руб.}$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{K_{BB.ПР}}{П_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (6.4)$$

$$T_{OK.PACЧ} = \frac{4570,31}{1278,4} + 1 = 3,88 = 4 \text{ года}$$

$$Д_{ДИСК.ОБЩ} = П_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T П_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (6.5)$$

$$Д_{ОБЩ.ДИСК} = П_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 12278,4 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 12217,52 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = Д_{ОБЩ.ДИСК} - K_{BB.ПР} \text{ руб.} \quad (6.6)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 12217,52 - 4570,31 = 7647,21 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{Д_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{BB.ПР}} \text{ руб.} / \text{руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{12217,52}{4570,31} = 2,67 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Рассматриваемые изменения технологического процесса изготовления детали «Шпиндель», можно считать экономически обоснованными. Так как, во-первых, они приведут к снижению себестоимости на 1,45%. А во вторых, интегральный экономический эффект от совершенствования ТП составит 7647,21 руб., что также подтверждает эффективность работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе спроектирован технологический процесс изготовления шпинделя токарно-винторезного станка. Техпроцесс оснащен современными технологическими средствами. На токарную и шлифовальную операции разработаны технологические наладки.

В работе спроектировано автоматизированное зажимное устройство – тиски гидрозажимные.

Для токарной операции спроектирована конструкция проходного резца с двумя пластинами.

В работе проанализирована безопасность и технологичность технического объекта, а также выполнен анализ экономической эффективности. Этот анализ показал эффективность выполненной работы. Экономический эффект составил приблизительно 7500 руб. Срок окупаемости 4 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
3. Горбачев, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачев, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
4. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.
5. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
6. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 12 с.
8. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

11. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.
12. 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.
13. Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.
14. ГОСТ 26476-85. Резцы токарные и резцы-вставки с механическим креплением режущих сменных многогранных пластин. – 125 с.
15. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
16. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.
19. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

20. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005. – 39 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ГОСТ 3.118-82										Форма 1	
Дубл.											
Взам.											
Подп.											
										Листов 1	Лист 1
Разработчик	Лункин				Кафедра ОТМП						
Проверил	Логин										
Исполнитель					Шпиндель			Цех	Уч.	Р.М.	Опер.
											30
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Токарная чистовая с ЧПУ		19ХГН ГОСТ 4543-71				166	50	Ø238,6х620,3		59,8	1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		Т ₀	Т _В	Т _{пз}	Т _{шт}	СОЖ			
Токарный с SAMAT-400XC		-		2,3	2,22	10	5,52	5% Укринал			
P		пи	0 или В	L	f	i	S	n	v		
01					мм		мм/об	об/мин	м/мин		
02	1. Установить и снять заготовку										
Т 03	396110.XXXX Патрон поводковый; 392841.XXXX Центр упорный; XXXXXX.XXXX Упор откидной.										
04	2. Точить поверхности выдерживая размеры Ø106,5 _{-0,22} ; 79,87 _{-0,3} ; 105,6 _{-0,16} ; Ø104 _{-0,11} ; 395,6 _{-0,36} ;										
05	Ø106,5 _{-0,22} ; 440 _{-0,63} ; Ø99,8 _{-0,22} ; 562 _{-0,6} ; 304 _{-0,22} .										
Т 06	392104.XXXX Резец-вставка T15K6 - 4 шт.; 393111.XXXX ШЦ-II-350-0,1;										
Т 07	393120.XXXX(4) Калибр-скоба 1 30 100 0,28 1 0,2 500 94,2										
08											
09											
10											
11											
12											
OK											

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.	Лункин С.А.																		
Пров.	Логинов Н.Ю.																		
Н. Контр.																			
M01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ						
M02	-	166	57,16	1			16	Ø228×610				1	59,8						
A	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.			
A01	XX. XX. XX	010	4269	Центровально-подрезная				ИОТ	XXX										
B02	381661	Центровально-подрезной п/а 2932				1	18235	322	1	1	1	1	118	1	17	1,33			
O03	Сверлить два центровых отверстия Ø10,5. Подрезать торцы в размер l=610±0,25. Сверлить 2 отв-ия выдерж. разм. Ø26±0,2 Ø10 ±0,2																		
O04	Расточить 2 отв-ия выдерж. разм. Ø27,6 ^{+0,092} _{+0,040} , Ø 11,5 ^{+0,075} _{+0,032} , внутренние канавки Ø 47 _{-0,25} , Ø 16 _{-0,25} и центр. фаски 3×45°.																		
T05	396131 Тиски самоцентрирующие. 391303 Сверло центровочное Ø10,5 ГОСТ 25524-82.																		
T06	392104 Фрезы торцевые со вставными ножами из Т5К10 ГОСТ 9473-80.																		
T07	393120 Пробка предельная для контроля Ø 27,6 ^{+0,092} _{+0,040} , Ø 11,5 ^{+0,075} _{+0,032} 394300 Прибор для контроля осевых размеров.																		
A08	XX. XX. XX	020	4110	Токарная				ИОТ	XXX										
B09	311101	Токарный с ЧПУ 16K20Ф3				1	18217	322	1	1	1	1	118	1	18	3,79			
O10	Точить поверхность выдерж. разм. Ø 58,5 ^{-0,1} _{-0,4} , Ø 127,3 _{-0,2} , Ø 203,5 _{-0,3} , Ø 228,5 _{-0,3} . Точить т-цы выдер. разм. 605 _{-0,5} , 589,6 _{-0,45} , 578 _{-0,45} , 543,9 _{-0,45}																		
T11	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
T12	Резец проходной упорный ГОСТ 18870-85; Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80																		

<i>MK</i>	

	<i>Расточить Ø215,5/123 на глубину 13.</i>
<i>T13</i>	<i>396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75; Резец для конт. точения T15K6 ГОСТ 19063-82</i>
<i>T14</i>	<i>Резец для угл. канавок ТУ 2-035-558-77. Резец канавочный T15K6 K01—4112-000; Резец резьбовой T15K6 ГОСТ 18885-73.</i>
<i>МК</i>	

О16	Цементировать на глубину 0,8...1,2 мм, не калить
МК	

[illegible]

A	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
A1	XX. XX. XX.			080	5124 Термическая	ИОТ XXX										
Б2	Электропечь карусельная															
О3	Калить до 59±2 HRC ,предохранив резьбу в отверстиях															
A1	XX. XX. XX.			090	5124 Термическая	ИОТ XXX										
Б2	Электропечь карусельная															
О3	Нормализовать при температуре 890 ⁺ 10° , выдержать 120 мин, охлаждение на воздухе															
A4	XX. XX. XX.			100	4143 Центрошлифовальная	ИОТ XXX										
Б5	381521 Центрошлифовальный 3923					1	18873	322	1	1	1	1	118	1	17	1,87
О6	Центровать фаски центровальных отверстий															
Т7	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															
Т8	398110 Головка шлифовальная ГОСТ 2447-82;															
A09	XX. XX. XX.			110	4131 Круглошлифовальная											
Б10	381311 Круглошлифовальный с ЧПУ 3М161Ф2					1	18873	322	1	1	1	1	118	1	23	11,47

О11	Шлифовать поверхность выдерж. разм. $\varnothing 98,9_{-0,035}$, $\varnothing 105,5_{-0,035}$
МК	

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																		Лист 5	
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.				
Т01	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
Т02	298110 Круг шлифовальный 1 600×40×305 25А 32Н СТ3 6К импрегирован медью ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
А03	XX. XX. XX. 120 4131 Круглошлифовальная																		
Б04	381311 Круглошлифовальный с ЧПУ 3М161Ф2 1 18873 322 1 1 1 1 118 1 23 12,59																		
О05	Шлифовать конусы 7:24 Ø58,1 _{-0,05} , Ø126,9 _{-0,05}																		
Т06	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
Т07	298110 Круг шлифовальный 1 600×40×305 25А 32Н СТ3 6К импрегирован медью ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
А08	XX. XX. XX. 130 4131 Торцекруглошлифовальная ИОТ XXX																		
Б09	381311 Торцекруглошлифовальный с ЧПУ 3Т160Ф2 1 18873 322 1 1 1 1 118 1 22 13,41																		
О10	Шлифовать поверхность выдерж. разм. Ø89,2 _{-0,01} , Ø98,5 _{-0,1} , Ø105,1 _{-0,01} , и торцы l=78,7 _{-0,1} , l=560,5 _{-0,2}																		
Т11	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
Т12	298110 Круг шлиф-ый 3 350×30×203 25А 25Н С2 6К импрегирован медью ГОСТ 2424-83 ; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
Т13	393120 Приспособление для контроля торцового биения 0,015																		

<i>MK</i>	
-----------	--

О05	Шлифовать поверхн. выдерж. размер $\varnothing 105 \pm 0,005$, $\varnothing 88,92_{-0,005}$
МК	

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																		Лист 7	
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.				
Т01	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
Т02	298110 Круг шлиф-ый 1 600×40×305 25А 25Н С2 6К импрегирован медью ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
А03	XX. XX. XX. 170 4131 Круглошлифовальная																		
Б04	381311 Круглошлифовальный Janker "JUCAM 5002/10" 1 18873 322 1 1 1 1 118 1 22 15,1																		
О05	Шлифовать конусы 7:24 выдерж. разм. Ø58,0-0,05, Ø126,8-0,05																		
Т06	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																		
Т07	298110 Круг шлиф-ый 1 600×40×305 25А 25Н С2 6К импрегирован медью ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
А09	XX. XX. XX. 180 4131 Координатношлифовальная ИОТ XXX																		
Б10	381311 Координатношлифовальный 32К84СФ4 1 18873 322 1 1 1 1 118 1 18 9,44																		
О11	Шлифовать шпоночный паз выдерж. разм. D=12,7; L=127																		
Т12	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр жесткий ГОСТ 18259-72;																		
Т13	298110 Шлифовальная цилиндрическая головка 2447-82. Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;																		
А05	XX. XX. XX. 190 Моечная																		

<i>MK</i>	
-----------	--

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
																		Лист 8	
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.			
Б06	Проходная моечная машина																		
07	Очистка поверхностей детали																		
А08	XX. XX. XX.	200	Контрольная																
Б09	Контрольный стол																		
О10	Контролировать диаметры, форму, соосность опорных шеек																		
Т11	Контролировать визуально, клеймить согласно карте контроля.																		

<i>MK</i>	