

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Факультет заочный инженерно-экономический
Кафедра «Машины и технологии обработки материалов давлением»

ВКР ПРОВЕРЕНА
Рецензент

Ная. ДПУ ДИП



ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
д.т.н., профессор

В.Г. Шеркунов
27.06. 2016 г.

РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ВЕДУЩЕЙ
ШЕСТЕРНИ ПРИВОДА НАСОСА

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
151000.62.2016.747.00 ПЗ ВКР

Консультанты:
Экономический раздел

А.Б. Иванова, к.п.н.
«23» июня 2016 г.

Безопасность жизнедеятельности

И.А. Бабина, к.ф-м.н.
« » 2016 г.

Руководитель ВКР

Г.С. Верба
«21» июня 2016 г.

Автор работы
студент группы ТмЗ – 478

С.Е. Подкидышев
«20» июня 2016 г.

Нормоконтролер

А.В. Немчинова, ст. преп.
«24» июня 2016 г.

Челябинск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Челябинск

Факультет Заочный инженерно-экономический
Направление подготовки 151000.62 - Технологические машины и оборудование
Кафедра Машины и технологии обработки материалов
давлением

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
доктор тех. наук, профессор
В.Г. Шеркунов/
24.06. 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента
гр. СтТмЗ-478 Подкидышева Сергея Евгеньевича

1 Тема работы «Расчет технологического процесса механической обработки
ведущей шестерни привода насоса»

утверждена приказом от «15»04. 2016г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченной работы 15 июня 2016г.

3 Исходные данные к работе

- 1 Чертеж ведущей шестерни топливного насоса
- 2 Описание служебного назначения и конструкции детали
- 3 Технические характеристики токарного станка 1К282
- 4 Технические характеристики токарного станка КК-2169
- 5 Технические характеристики двухшпиндельного токарного станка с ЧПУ
TRENS SBL 300 CNC

4 Содержание расчетно-пояснительной записки

Аннотация

Оглавление

Введение

1 Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Исходные данные. Служебное назначение и конструкция детали. Анализ технологичности конструкции детали. Выбор типа производства.

2 Технологический раздел

Анализ базового технологического процесса изготовления детали. Выбор исходной заготовки и методы ее получения. Разработка технологического маршрута обработки. Выбор технологических баз. Выбор методов обработки. Технологический маршрут обработки. Выбор оборудования и технологической оснастки. Определение промежуточных припусков и технологических размеров механообработки. Определение режимов резания.

3 Конструкторский раздел

Расчет приспособления. Расчет силы зажима. Расчет приспособления на точность. Патентные исследования. Расчет режимов резания. Выявление и расчет технологических размерных цепей.

4 Экономическая часть

Расчёт технико-экономического обоснования принятого варианта технологического процесса изготовления детали. Расчет экономического эффекта проектного метода получения заготовок.

5 Охрана труда и производственная безопасность

Цели и задачи производственной безопасности. Соблюдение мер безопасности при работе на станках. Требования безопасности. Пожарная безопасность. Требования охраны окружающей среды. Устройство и расчет защитного заземления.

Заключение

Библиографический список

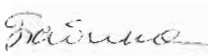

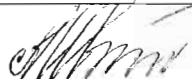
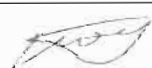
Приложение

6 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- | | | |
|---|---|--------|
| 1 | Чертеж ведущей шестерни привода топливного насоса (общий вид) | 1 лист |
| 2 | Чертеж заготовки | 1 лист |
| 3 | Чертеж наладок | 1 лист |
| 4 | Чертеж приспособления | 1 лист |
| 5 | Чертеж спецификации | 1 лист |
| 6 | Чертеж сборки ведущей шестерни привода топливного насоса | 1 лист |
| 7 | Основные технико-экономические показатели | 1 лист |

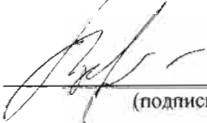
Всего 7 листов

6 Консультанты по проекту

Раздел	Консультант	Подпись	
		Задание выдал	Задание принял
БЖД	Бабина И.А. 23.06.2016.		
Экономический	Иванова А.Б. 20.06.2016		

7 Дата выдачи задания 22.04.2016 г.

Руководитель Верба Галина Сергеевна


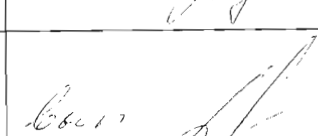

(подпись)

Задание принял к исполнению 06.05.2015 г.


Студент Подкидышев С. Е.


(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускной квалификационной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	5.06.2016	
Анализ исходных данных	7.06.2016	
Технологический раздел	9.06.2016	
Конструкторский раздел	15.06.2016	
Экономический раздел	20.06.2016	
Безопасность жизнедеятельности	23.06.2016	
Заключение	25.06.2016	
Срок сдачи работы	26.06.2016	

Зав. кафедрой _____


(подпись)

/В.Г. Шеркунов /

Руководитель проекта _____


(подпись)

/Г.С. Верба /

Студент _____

(подпись)

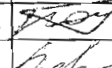

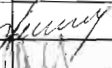
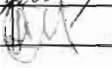
/ С.Е. Подкидышев/

АННОТАЦИЯ

Подкидышев С.Е. Расчет технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода насоса – г. Челябинск: ЮУрГУ, МиТОМД, 2016, 69 с., 19 ил., 10 табл. Библиографический список – 7 наим., 7 л. Чертежей ф. А1.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью расчета технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода насоса. В выпускной квалификационной работе проанализированы организационная структура предприятия, политика в области качества. Представлен вариант расчета технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода насоса.

С помощью программы КОМПАС-3D создана графическая часть расчета технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода. Произведены базовый и проектный расчеты технико-экономического обоснования модернизации технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода насоса.

151000.62.2016.277.00.00.ПЗ				
<i>Изм</i>	<i>Дата</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
Разраб.		Подкидышев С.Е.		23.06.16
Проверил		Верба Г.С.		25.06.16
Н.контр.		Немчинова А.В.		
Утв.		Шеркунов В.Г.		24.06.16
Расчет технологического процесса механической обработки ведущей шестерни привода насоса				
		<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
		ВКР	6	
ЮУрГУ г. Челябинск Кафедра МиТОМД				

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	10
1.1 Исходные данные	10
1.2 Служебное назначение и конструкция детали.....	10
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	11
1.4 Выбор типа производства.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1 Анализ базового технологического процесса изготовления детали	14
2.2 Выбор исходной заготовки и метода ее получения	16
2.3 Разработка технологического маршрута обработки	18
2.4 Технологический маршрут обработки	21
2.5 Выбор оборудования и технологической оснастки	21
2.6 Определение промежуточных припусков и технологических размеров механообработки	22
2.7 Определение режимов резания и норм времени	27
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	31
3.1 Расчет приспособления на точность.....	31
3.2 Расчёт приспособления.....	32
3.3 Расчет силы зажима.....	32
3.4 Патентные исследования.....	34
3.5 Расчёт режимов резания	34
3.6 Выявление и расчёт технологических размерных цепей	44
4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	50
4.1 Расчет экономического эффекта проектного метода получения заготовок	53
5 ОХРАНА ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	55
5.1 Пожаробезопасность.....	55

5.2 Освещение	56
5.3 Электробезопасность	56
5.4 Шум и меры борьбы с ним.....	57
5.5 Вибрации.....	57
5.6 Производственный интерьер	57
5.7 Отопление и вентиляция	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А	

ВВЕДЕНИЕ

Научно-технический прогресс в машиностроении в значительной степени определяет развитие и совершенствование всего народного хозяйства России.

Важнейшим условием ускорения технического прогресса является рост производительности труда, повышение эффективности производства и качества изготавливаемой продукции.

Совершенствование технологии обработки различных изделий имеет первостепенное значение, т.к. качество изготавливаемых машин, надежность, долговечность и экономичность при эксплуатации обеспечиваются в основном методами обработки поверхностей деталей машин.

Применение прогрессивных высокопроизводительных методов механической обработки позволяет получать размеры высокой точности с нужными прочностными показателями обрабатываемых поверхностей. Использование современных станков с ЧПУ позволяет автоматизировать процесс перехода с одного вида продукции на другой путем замены только управляющей программы. Все вышеперечисленное в совокупности с современными методами организации и экономики производственных процессов направлено на решение главных задач машиностроения – повышение эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

Отсюда вытекает и цель выполняемой дипломной работы – совершенствование имеющегося на заводе технологического процесса механической обработки ведущей шестерни топливного насоса высокого давления. Эта цель достигается применением станков с ЧПУ, средств автоматизации процесса изготовления, прогрессивной технологической оснастки, уменьшением количества работающих и сокращением производственных площадей при одновременном увеличении качества продукции и количества ее выпуска.

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1 Исходные данные

- 1) Чертеж ведущей шестерни топливного насоса.
- 2) Описание служебного назначения и конструкции детали.
- 3) Технические характеристики токарного станка 1К282.
- 4) Технические характеристики токарного станка КК-2169.
- 5) Технические характеристики двухшпиндельного токарного станка с ЧПУ «TRENS SBL 300 CNC».

1.2 Служебное назначение и конструкция детали

Шестерня ведущая привода топливного насоса высокого давления (ТНВД) служит для передачи вращения от двигателя к топливному насосу высокого давления, а также для компенсации не параллельности осей валов двигателя и муфты топливного насоса, возникающей при работе двигателя.

Шестерня привода выполняется из стали 40ХФА, обладающей сравнительно высокой стоимостью и удовлетворяет всем требованиям по прочности, жёсткости, износостойкости. Химический состав материала в процентах приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав материала

С (%)	Cr (%)	Va (%)	S (%)	P (%)
			Не более	
0.37 ÷ 0.42	≈1	≈1	0.12	0.2

В таблице 2 приведены механические свойства материала .

Таблица 2 – Механические свойства материала

Предел прочности	Твёрдость зубьев	Твёрдость детали
400 НВ	575 НВ	450 НВ

Данный материал позволяет применять инструменты, изготовленные из твёрдых сплавов Т15К6 и Т30К4, что приводит к значительной экономии и высокой производительности при обработке.

Заготовкой является поковка. Класс точности поковки Т5 по ГОСТ 7505-89, степень сложности поковки С2.

Деталь после механической обработки подвергается азотированию. Глубина азотируемого слоя $h = 0.25 \div 0.5$ (мм). Твёрдость зубьев шестерни более 575 НВ, твёрдость детали более 450 НВ.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность рассматривается как совокупность свойств конструкции изделия, проявляемых в возможности оптимальных затрат труда, средств, материалов и времени при технической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации и ремонте [1, стр. 11] и определяются с помощью качественных и количественных показателей. Рассмотрим технологичность шестерни ведущей ТНВД [2, стр. 112]:

1) Уровень технологичности конструкции по коэффициенту использованию материала определяется по формуле 1:

$$K_{и.м.} = \frac{m_d}{m_z} = \frac{1.410}{2.112} = 0.67 \quad (1)$$

где: m_d – масса готовой детали (кг);

m_z – масса заготовки, (кг).

С учётом больших напусков на 9-ть отверстий и зубчатый венец можно считать, что деталь по этому показателю является технологичной.

2) Уровень технологичности конструкции по коэффициенту точности обработки определяется по формулам 2 и 3:

$$K_{m.o.} = 1 - (1/A_{\lambda p}) \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{нб}}$ – средний квалитет точности.

$$A_{cp} = (n_1 + 2 \cdot n_2 + 3 \cdot n_3 + \dots + 19 \cdot n_{19}) / \sum_1^{19} n_i \quad (3)$$

где n_i - число поверхностей детали точно соответственно по 1...19 квалитетам.

$$A_{cp} = (7 + 11 + 12) / 3 = 10$$

$$K_{mo} = 1 - (1/10) = 0.9$$

Т.к. $K_{mo} > 0.8$, то деталь по этому показателю является технологичной.

3) Уровень технологичности конструкции по коэффициенту шероховатости поверхности по формуле 4:

$$K_m = 1 / B_{cp} \quad (4)$$

где B_{cp} - средняя шероховатость поверхности, определяемая в значениях параметра R_a (мкм) определяется по формуле 5.

$$B_{cp} = (0.01 \cdot n_1 + 0.02 \cdot n_2 + \dots + 40 \cdot n_{13} + 80 \cdot n_{14}) / \sum_1^{14} n_i \quad (5)$$

где n_i - число поверхностей детали, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

$$B_{cp} = (2.5 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 10 \cdot 3 + 20 \cdot 4) / 11 = 11.36$$

$$K_m = 1 / 11.36 = 0.09$$

Т.к. $K_m < 0.32$, то деталь по этому показателю является технологичной.

1.4 Выбор типа производства

Деталь - шестерня ведущая ТНВД.

Годовая программа выпуска - 50000 (шт).

Материал детали - Сталь 40ХФА ГОСТ 4543-71.

Твердость - 241 ÷ 277 НВ.

Масса готовой детали - 1.410 (кг).

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операции определяется по формуле 6: [1, стр.20]

$$K_{o,i} = \frac{O}{P} \quad (6)$$

где: O - число различных операций;

P - число рабочих мест с различными операциями.

$$K_{o,i} = \frac{24}{12} = 2$$

Так как $2 \leq K_{o,i} \leq 10$, то производство крупносерийное.

Величина такта выпуска определяется по формуле 7: [1, стр.21]

$$t_a = \frac{F_o \cdot 60}{N} \quad (7)$$

где: $F_o = 2070$ (час) - действительный годовой фонд времени работы оборудования [1, табл. 3, стр.21];

N – годовая программа выпуска изделия.

$$t_a = \frac{2070 \cdot 60}{5000} = 2,5 \text{ (мин / шт)}$$

Это означает, что на производство одной детали данного наименования необходимо затратить 2,5 минуты.

В серийном производстве количество деталей в партии для одновременного запуска определяется по следующей формуле 8: [1, стр.22]

$$n = \frac{N \cdot a}{F} \quad (8)$$

где: N – годовая программа выпуска изделия;

a – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей;

F – число рабочих дней в году.

$$n = 50000 \cdot 20 / 253 = 3952 \text{ (шт)}$$

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ базового технологического процесса изготовления детали

Классификация процесса изготовления шестерни ведущей ТНВД:

Данный процесс является единичным, поскольку охватывает только обработку шестерни.

По назначению он является рабочим, так как по нему изготавливается изделие.

По документации – маршрутно-операционным.

Технологический процесс изготовления шестерни ведущей ТНВД используется в крупносерийном производств. Он состоит из полного и маршрутного операционно-технологического процессов. Данный технологический процесс представлен в виде таблицы (таблица 3).

Таблица 3 – Технологический процесс изготовления шестерни ведущей ТНВД

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции.	Наименование и модель станка
005	Токарная I позиция: установить и закрепить деталь. II позиция: подрезать торец бурта, выдерживая размер: 9 ± 0.3 III позиция: подрезать торец венца, выдерживая размер: $23_{-0.52}$ IV позиция: расточить отверстие, выдерживая размер: $\varnothing 126.5^{+0.26}$ V позиция: точить венец предварительно, выдерживая размер: $\varnothing 194_{-0.3}$, точить венец окончательно, выдерживая размер: $\varnothing 192.63_{-0.185}$, расточить фаску под $<45^\circ$, выдерживая размер: $\varnothing 168^{+1}$ VI позиция: подрезать торец бурта, выдерживая размеры: 8.3 ± 0.29 , $\varnothing 162_{-1}$, подрезать торец венца, выдерживая размер: 4.3 ± 0.2 , расточить две фаски в отверстии, выдерживая размеры: $1 \pm 0.5 \times 45^\circ$, $2.3^{+0.5} \times 45^\circ$ VII позиция: подрезать торец венца, выдерживая размер: $22.3_{-0.14}$, точить две фаски на венце, выдерживая размер: $1 \pm 0.5 \times 45^\circ$ VIII позиция: расточить отверстие, выдерживая размер: $\varnothing 127.4^{+0.16}$, точить фаску на $\varnothing 162_{-1}$, выдерживая размер: $0.8 \pm 0.4 \times 45^\circ$	Токарный 8-ми шпиндельный полуавтомат 1K282

Продолжение таблицы 3

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции.	Наименование и модель станка
010	Отделочно-расточная Установить и закрепить деталь, расточить отверстие, выдерживая размер: $\varnothing 128^{+0.04}$, подрезать торец, выдерживая размер: $22_{-0.14}$	Отделочно-расточной КК-2169
015	Зубофрезерная Установить и закрепить в приспособлении две детали, фрезеровать зубья.	Зубофрезерный 5Б312
020	Зубофасочная Установить и закрепить деталь, фрезеровать фаски на острых кромках зубьев с двух сторон одновременно, выдерживая размер: $0.4 \div 0.8$, снять деталь.	Зубофасочный ВС-3220
025	Зубошевинговальная Установить и закрепить деталь, шевинговать зубья шестерни.	Зубошевинговальный 5702
030	Агрегатно-сверлильная I позиция: установить и снять деталь. II позиция: сверлить 6 отверстий, выдерживая размер: $\varnothing 8.5^{+0.22}_{-0.11}$ III позиция: зенкеровать 6 отверстий с образованием фасок $1 \pm 0.5 \times 45^\circ$	Специальный вертикально-сверлильный СС1386
035	Сверлильная I позиция: установить и снять деталь. II позиция: сверлить 3 отверстия, выдерживая размер: $\varnothing 8.5^{+0.22}_{-0.11}$ III позиция: зенкеровать 3 отверстия с образованием фасок $1 \pm 0.5 \times 45^\circ$	Агрегатно-сверлильный 2С150НБ
040	Резьбонарезная Установить и закрепить деталь, нарезать резьбу в 6 отверстиях, выдерживая размер: $M10 \times 1-6H$, снять деталь.	Резьбонарезной полуавтомат 9116-480
045	Резьбонарезная Установить и закрепить деталь, нарезать резьбу в 3 отверстиях, выдерживая размер: $M10 \times 1-6H$, снять деталь.	Резьбонарезной 2056
050	Дефектация Установить оправку с деталью, проверить отсутствие микротрещин, снять оправку с деталью.	Магнитный дефектоскоп 9161-036
055	Зубообкатная Установить деталь, обкатать зубья шестерни, снять деталь.	Зубошевинговальный 5702
060	Калибровка Установить деталь, калибровать 9 резьбовых отверстий $M10 \times 1-6H$, снять деталь.	

Анализ существующего заводского технологического процесса механической обработки шестерни ведущей привода ТНВД позволяет сделать следующие выводы:

1) Метод получения заготовки выбран достаточно обоснованно при довольно высоком коэффициенте использования материала, а размеры заготовки позволяют выполнить механическую обработку детали с необходимыми допусками и получить, заданную чертежом точность размеров.

2) Последовательность выполняемых операций позволяет выполнить точность размеров, заданную чертежом.

3) Применяемое при механической обработке оборудование соответствует требованиям операций, выполняемых на них.

4) Применяемые режимы резания не всегда являются прогрессивными.

5) Степень оснащённости операций станочными приспособлениями, режущими и вспомогательными инструментами соответствует требованиям оборудования, на котором они применяются.

6) Применение высокопроизводительного инструмента и новых марок его режущей части при обработке.

7) Существующий технологический процесс механической обработки имеет несколько повторяющихся операций, которые выполняются на специализированном оборудовании с ручной передачей заготовок со станка на станок.

Анализ базового варианта тех. процесса показывает возможность его совершенствования и повышения технико-экономических показателей изготовления деталей.

2.2 Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку

– значит установить способ её получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. Проанализируем методы получения заготовок шестерни ведущей привода ТНВД:

1) Отливка. Заготовку требуемой формы можно получить одним из методов литья: литье в ПГФ, литье в кокиль, литье под давлением, и т. д.

Однако требуемый материал заготовки Сталь 40ХФА не обладает хорошими литейными свойствами, а значит, усложнит технологию изготовления отливки и увеличит количество брака (усадочные раковины), что также неприемлемо в производстве.

Стоимость заготовки по формуле 9: [1. стр.33],

$$S_{за} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot \kappa_m \cdot \kappa_c \cdot \kappa_v \cdot \kappa_m \cdot \kappa_n \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} \quad (9)$$

где: C_i - базовая стоимость 1 тонны заготовок (руб.);

Q - масса заготовки (кг);

q - масса готовой детали (кг);

$S_{отх}$ - цена одной тонны отходов(руб.);

$\kappa_m, \kappa_c, \kappa_v, \kappa_m, \kappa_n$ - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объёма производства [1. стр.34].

$$S_{за} = \left(\frac{24000}{1000} \cdot 1.03 \cdot 0.83 \cdot 1 \cdot 2.40 \cdot 1 \right) - (2.112 - 1.410) \cdot \frac{220}{1000} = 49(\text{руб})$$

2) Штамповка. Может производиться на молотах, прессах и горизонтально ковочных машинах с использованием подкладных штампов. В результате получается поковка высокой точности и максимального приближения к форме детали.

$$S_{за} = \left(\frac{24000}{1000} \cdot 1 \cdot 0.90 \cdot 1.11 \cdot 1.98 \cdot 1 \right) - (2.112 - 1.410) \cdot \frac{220}{1000} = 41(\text{руб})$$

Именно метод штамповки наиболее приемлем для данного типа производства.

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть рассчитан:

$$\mathcal{E}_i = (S_{\text{шт}} - S_{\text{шт}}) \cdot N = (49 - 41) \cdot 50000 = 400000 (\text{руб})$$

где: N - годовая программа выпуска деталей (шт.)

2.3 Разработка технологического маршрута обработки

2.3.1 Выбор технологических баз

Схема базирования и закрепления, технологические базы, базирующие и зажимные элементы и устройства станочного приспособления должны обеспечивать определенное положение заготовки относительно режущих инструментов, надежность ее закрепления и неизменность базирования в процессе изготовления изделия [3, стр.75].

Обработка шестерни ведущей привода ТНВД производится в основном на станках с ЧПУ и агрегатных станках, технические показатели которых приведены в разделе 4.4.

При обработке отверстия в качестве технологических баз на первой операции принимаем необработанные поверхности: торцевую поверхность зубчатого венца и цилиндрическую поверхность зубчатого венца (лист 1). Эти поверхности имеют большие размеры и способствуют обеспечению необходимой точности базирования и надежности закрепления при обработке заготовки на первой операции.

После растачивания отверстия оно будет служить чистой технологической базой, на всех остальных операциях механической обработки, то есть будет выдерживаться принцип постоянства баз при чистой обработке заготовки. Это способствует обеспечению высокой точности получаемых при механической обработке размеров, несмотря на смену ориентации обрабатываемой заготовки на 180°, технологической базой остается центральное отверстие.

2.3.2 Выбор методов обработки

Из чертежа готовой детали (лист 2) выберем все обрабатываемые поверхности: плоские линейные, наружные цилиндрические, внутренние цилиндрические (отверстия) и определим необходимую точность их размеров и шероховатость поверхностей [5, табл.1-10, стр. 6-18].

Таблица 2 – Маршрут и методы обработки шестерни ведущей привода ТНВД

Основные, заданные и операционные размеры шестерни ведущей привода ТНВД										
Этапы обработки, наименование операций и переходов	Диаметральные размеры					Линейные размеры				
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	H ₁	H ₂	H ₃	H ₃	
Заданная деталь	192.63.	162-0.1	128 ^{+0.04}	168 ^{+0.1}	9 ^{+0.01}	22-0.14	4.3 ^{+0.2}	2.3 ^{+0.5}	8.3-0.2	
Заготовка	197.4±2	166.6±1.	120		нет	26.4±1.3	3±1.3		10.4±1.3	
1 Токарная										
1 переход: черновое точение бурга;									9±0.3	
2 переход: черновое точение торца венца;		163.5-0.1					4±0.2			
3 переход: черновое точение торца венца;						23-0.52				
4 переход: черновое растачивание отверстия;		126.5 ^{+0.2}								

Окончание таблицы 2

5 переход: черновое точение венца;	194 ^{-0,3}								
6 переход: чистовое точение венца;	192.63. 0.3								
7 переход: расточить фаску под углом 45°;				168 ^{+0,1}					
8 переход: чистовое точение бурта;								2.3 ^{+0,5}	8.3 ^{-0,2}
9 переход: чистовое точение торца венца;		162 ^{-0,1}						4.3 ^{+0,2}	
10 переход: чистовое точение торца венца;							22.3 ^{-0,2}		
11 переход: чистовое растачивание отверстия;			127.4 ^{+0,16}						
2Специальный вертикально-сверлильный СС1386									
1 переход: тонкое растачивание отверстия;			128 ^{+0,04}						
2 переход: сверлить 9 отверстий					8.49 ^{+0,33}				
3 переход: зенкеровать 9 отверстий					9 ^{+0,01}				
4 переход: нарезать резьбу М10									
5 переход: тонкое точение торца венца;							22 ^{-0,14}		

2.4 Технологический маршрут обработки

В результате анализа базового варианта технологического процесса предлагается внести следующие изменения: заменить станки 1К282и КК-2169 на двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC .

Вновь разработанный техпроцесс приведён в технологических картах (приложение «А»).

2.5 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор современного гибкого автоматизированного оборудования для механической обработки шестерни ведущей привода ТНВД (с программой выпуска всего 50000 штук в год) произведено с учетом того, что это оборудование легко перенастраивается на обработку аналогичных деталей и имеет достаточно высокую точность.

Заменяем применяемое стандартное оборудование на двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC (Словакия).

Двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC - многоцелевой станок, позволяющий кроме токарной обработки деталей сложной конфигурации типа валов и фланцев также фрезеровать. Наличие противошпинделя позволяет производить на токарном станке с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC полную двухстороннюю обработку деталей. На основе базовой модели по желанию заказчика возможно изготовление широкой гаммы станков: от токарного станка с ЧПУ до обрабатывающего центра с шестью осями обработки. По договору выпускается также в специальных модификациях.

Выбор современного гибкого автоматизированного оборудования для механической обработки шестерни ведущей привода ТНВД произведено с целью обеспечения гибкости производства.

Таблица 3 – Технические характеристики модель SBL 300 CNC

Рабочая зона	
Диаметр обработки над станиной, мм	530
Диаметр обработки над суппортом, мм	260
Расстояние между центрами, мм	550
Ось x, мм	198
Ось z, мм	550
Ось y, мм	опция
Ось c	+
Система чпу	
Система чпу	siemens
Шпиндель	
Макс. Скорость вращения, об/мин	4000
Мощность, квт	7/10
Контршпиндель	
Контршпиндель	да
Макс. Скорость вращения, об/мин	опция
Мощность, квт	опция
Инструментальная система	
Однопозиционная/четырепозиционная	
Револьверная головка	
Количество позиций, шт	12
Количество приводных позиций, шт	(опция: 12)
Задняя бабка	
Перемещение пиноли, мм	125
Внутренний конус пиноли, мм	mk4
Габариты станка	
Длина, мм	3300
Ширина, мм	2020
Высота, мм	1815
Масса станка	
Масса станка, кг	3500

Предусматривается применение прогрессивного режущего инструмента, обеспечивающего высокую производительность за период его стойкости.

2.6 Определение промежуточных припусков и технологических размеров механообработки

Обработка цилиндрической поверхности $\varnothing 192,63_{-0,3}$ [6, стр. 175 – 202].

Результаты расчета припусков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчёта припусков

Маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчётные величины		Допуск на выполненные размеры, мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Предельный припуск, мкм	
	R _z	h	Δ _z	ε	припуска Z _i , мкм	максимального диаметра, мм		наибольший	наименьший	2 · Z _{max} ^н	2 · Z _{min} ^н
Поковка	160	200	630	-		191.597	2500	191.5	192.0		
Точение											
черновое	50	50	38	30	1981	191.578	630	191.57	191.94	3.94	2.07
чистовое	25	25	25	2	276	191.89	160	191.89	191.73	0.79	0.32
точное	-	-	-	1	150	192	40	192	192.00	0.27	0.15

Параметры R_z, h, Δ для заготовки и механической обработки фланца выбираются по принятому нами способу штамповки заготовки [5, стр. 186 – 188].

Суммарное значение пространственных отклонений (коробления, смещения) определяется по формуле 10:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2} \quad (10)$$

Величину коробления следует учитывать как в диаметральном, так и осевом сечении по формуле 11:

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{к}} \cdot L)^2 + (\Delta_{\text{к}} \cdot D)^2} \quad (11)$$

где: L – длина обработки, мм;

D – конечный диаметр обработки, мм.

$$\Delta_{\text{к}} = 1 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}} [5, \text{табл. 15, стр. 186}].$$

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(1 \cdot 22)^2 + (1 \cdot 192)^2} = 193(\text{мкм})$$

$$\Delta_{\text{см}} = 600 \text{ мкм} [6, \text{табл. 12, стр. 184}].$$

Пространственное отклонение заготовки:

$$\Delta_{\Sigma \text{заг}} = \sqrt{193^2 + 600^2} = 630(\text{мкм})$$

Остаточное пространственное отклонение после чернового точения:

$$\Delta_{\Sigma 1} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma \text{заг}} = 0.06 \cdot 630 = 38(\text{мкм})$$

Погрешность установки при черновом точении:

$$\varepsilon_1 = 30(\text{мкм}) [4, \text{табл. 5, стр. 78}]$$

Остаточное пространственное отклонение после чистового точения:

$$\Delta_{\Sigma 2} = K_y \cdot \Delta_{\Sigma \text{заг}} = 0.3 \cdot 630 = 183(\text{мкм})$$

Погрешность установки при чистовом точении:

$$\varepsilon_2 = K_y \cdot \varepsilon_1 = 30 \cdot 0.06 = 2(\text{мкм})$$

Погрешность установки при тонком точении:

$$\varepsilon_3 = K_y \cdot \varepsilon_1 = 30 \cdot 0.04 = 1(\text{мкм})$$

Минимальное значение межоперационных припусков [5, с. 175] определяем по формуле 12:

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (12)$$

$$\text{При черновом точении: } 2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(160 + 200 + \sqrt{630^2 + 30^2} \right) = 1981(\text{мкм}).$$

$$\text{При чистовом точении: } 2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{38^2 + 2^2} \right) = 276(\text{мкм}).$$

$$\text{При тонком точении: } 2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot \left(25 + 25 + \sqrt{25^2 + 1^2} \right) = 150(\text{мкм}).$$

Графа “Расчетная величина максимального диаметра” заполняется от последнего перехода обработки последовательным сложением расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

d_{\max} получают путем округления расчетного размера до точности допуска.

Значения допусков каждого перехода [8, табл. 32, стр. 192] указаны в графе «Допуск на выполненные размеры».

$2 \cdot Z_{\min}^n$ представляет собой разность наименьших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а $2 \cdot Z_{\max}^n$ соответственно разность наибольших размеров.

Расчет общих припусков:

$$Z_{0\max} = \sum Z_{\max} = 3.94 + 0.79 + 0.27 = 5$$

$$Z_{0\min} = \sum Z_{\min} = 2.07 + 0.32 + 0.15 = 2.54$$

Проверка:

$$Z_{0\max} - Z_{0\min} = T_z - T_d$$

$$5 - 2.54 = 2.5 - 0.04$$

$$2.46 = 2.46$$

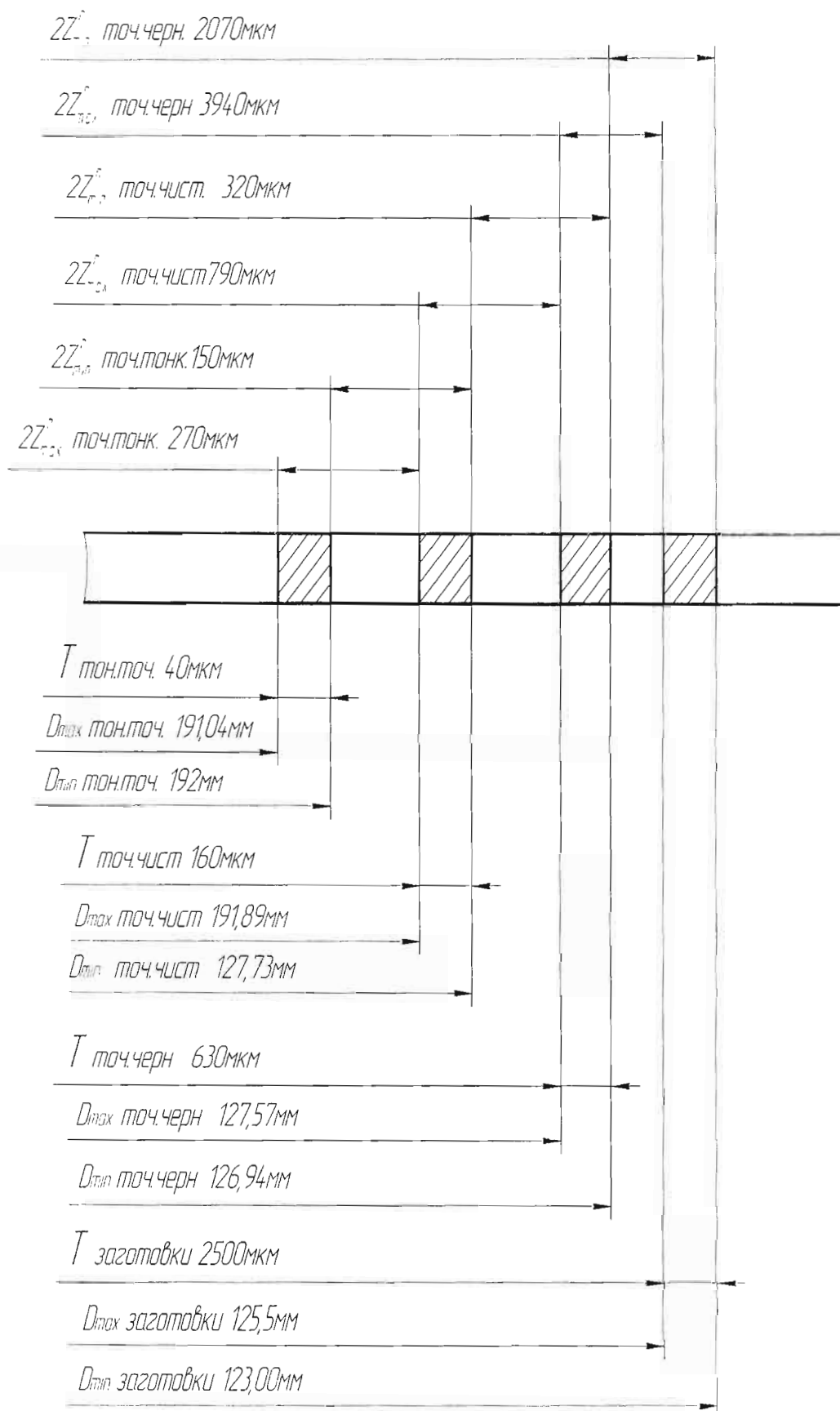


Рисунок 1 – Схема припусков цилиндрической поверхности $\varnothing 192,63_{-0.3}$

2.7 Определение режимов резания и норм времени

Операция 010 – двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC.

1 переход – тонкое растачивание отверстия, выдерживая размер $\varnothing 192,63_{-0,3}$.

Заготовка – штамповка 40ХФА, $241 \div 277$ НВ.

Длину перемещения режущего инструмента принимаем равной длине обрабатываемой части ступицы – 8 (мм).

Глубину резания принимаем равной припуску на обработку $t = 0.2$ мм.

Выбираем подачу $S=0.11$ (мм/об) [7, табл. 28, стр. 238].

Скорость резания при обтачивании [4, стр. 262] определяем и рассчитываем по формуле 13:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v \text{ (м/мин)} \quad (13)$$

где: T – стойкость инструмента;

C_v – коэффициент, x, y, m – показатели степени [4, табл. 17, стр. 269];

K_v – поправочный коэффициент.

$$V = \frac{292}{60^{0.18} \cdot 0.2^{0.30} \cdot 0.11^{0.15}} \cdot 0.98 = 309 \text{ (м/мин)}$$

Определим число оборотов шпинделя станка определяем по формуле 14:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \cdot (\text{мин}^{-1}) \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 309}{\pi \cdot 192.63} = 511 \text{ (мин}^{-1}\text{)}$$

Т.к. станок имеет бесступенчатое регулирование, то принимаем $n = 511 \text{ (мин}^{-1}\text{)}$.

Определим силу резания при обтачивании [4, стр. 271] определим по формуле 15:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (15)$$

где: C_p – постоянная, x, y, n – показатели степени [4, табл. 22, стр. 273];

K_p – поправочный коэффициент [7, табл. 23, стр. 275].

$$P_z = 10 \cdot 384 \cdot 0.2^{0.9} \cdot 0.11^{0.9} \cdot 511^{-0.15} \cdot 0.9 = 37(H)$$

Определим эффективную мощность резания при обтачивании [4, стр. 271] по формуле 16:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} (кВт) \quad (16)$$

$$N_e = \frac{37 \cdot 511}{1020 \cdot 60} = 0.3 (кВт)$$

$$N_{\text{пот.}} = \frac{0.3}{0.85} = 0.35 (кВт)$$

Определим машинное время при обтачивании шестерни ведущей привода ТПВД определим по формуле 17:

$$T_m = \frac{K_p \cdot L_{\text{px}}}{S \cdot n_p} (\text{мин}) \quad (17)$$

$$T_m = \frac{1.05 \cdot 86}{0.11 \cdot 511} = 1.6 (\text{мин})$$

$$T_{\text{шт}} = 1.25 \cdot 1.6 = 2 (\text{мин}).$$

Операция 015 – Зубофрезерный 5Б312.

Глубину резания принимаем равной модулю $t = m = 2.5$ мм.

Выбираем подачу $S_z = 0.25$ (мм) [4, табл. 33, стр. 283].

Скорость резания при фрезеровании [4, стр. 263] определяем по формуле 18:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot z^p} K_v (\text{м/мин}) \quad (18)$$

где: T – стойкость инструмента;

C_v – коэффициент, x, y, m, p, q – показатели степени [4, табл. 39, стр. 269];

K_v – поправочный коэффициент;

D – диаметр фрезы;

z – число зубьев.

$$V = \frac{53 \cdot 102^{0.45}}{60^{0.33} \cdot 2.5^{0.30} \cdot 0.25^{0.20} \cdot 38^{0.1}} \cdot 0.95 = 72.7 (\text{м/мин})$$

Частота вращения шпинделя станка по формуле (смотри формулу 14):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 72.7}{\pi \cdot 102} = 226.8 (\text{мин}^{-1}).$$

Принимаем $n = 250 (\text{мин}^{-1})$, с учётом этого пересчитываем скорость резания:

$$V = \frac{250 \cdot \pi \cdot 102}{1000} = 80.11 (\text{м/мин})$$

Определим силу резания при обтачивании [4, стр. 271] по формуле 19:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp} \quad (19)$$

где: C_p – постоянная;

x, y, n, q, w – показатели степени [4, табл. 41, стр. 291].

$$K_{ip} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_a} \right)^n = 0.85 \left(\frac{750}{750} \right)^1 = 0.85$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 101 \cdot 2.5^{0.88} \cdot 0.25^{0.75} \cdot 3.927^1 \cdot 38}{102^{0.87} \cdot 250^0} \cdot 0.85 = 1814 (\text{Н})$$

Определим эффективную мощность резания при фрезеровании [4, стр. 271] по формуле (смотри формулу 16):

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1814 \cdot 80.11}{1020 \cdot 60} = 2.4 (\text{кВт})$$

$$N_{\text{пот.}} = \frac{2.4}{0.85} = 2.8(\text{кВт})$$

Определим машинное время при зубофрезеровании зубчатого венца шестерни ведущей привода ТНВД по формуле (смотри формулу 17):

$$T_{\text{м}} = \frac{K_{\text{р}} \cdot L_{\text{рх}}}{S_{\text{z}} \cdot z \cdot n} = \frac{1.3 \cdot 603}{0.25 \cdot \pi \cdot 250} = 4(\text{мин})$$

$$T_{\text{шт}} = 1.25 \cdot 4 = 5(\text{мин}).$$

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Расчет приспособления на точность

В процессе установки детали в приспособление возникает погрешность установки которая рассчитывается по формуле [4, стр. 70]

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

где: ε_{δ} – погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления;

$\varepsilon_{пр}$ – погрешность связанная с приспособлением.

Для приближенного определения допустимой погрешности базирования можно использовать формулу [4, стр. 71]:

$$\varepsilon_{\delta, доп} \leq \delta - \Delta$$

где: $\varepsilon_{\delta, доп}$ – допустимая погрешность базирования;

δ – допуск на размер;

Δ – суммарная погрешность.

$$\varepsilon_{\delta, доп} \leq 0.04 - 0.0336 = 0.0064 \text{ мм.}$$

Для приближенного определения погрешности закрепления можно использовать формулу [4, стр. 72]:

$$\varepsilon_3 = H_1 - H_2$$

где: H_1 – погрешность закрепления инструмента;

H_2 – погрешность закрепления детали;

$$\varepsilon_3 = 0.03 - 0.02 = 0.01 \text{ мм.}$$

Для приближенного определения погрешности связанной с приспособлением можно использовать формулу [4, стр. 73]:

$$\varepsilon_{пр} = \varepsilon_{\delta} + \varepsilon_3 = 0.0064 + 0.01 = 0.0164 \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки детали:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0.0064^2 + 0.01^2 + 0.0164^2} = 0.02 \text{ мм} < \delta$$

3.2 Расчёт приспособления

На зубофрезерном станке 5Б312 применяется клиновой трёх кулачковый патрон с гидроприводом (лист 4).

Принцип действия данного приспособления можно описать следующим образом (смотри рисунок 2). Гидроцилиндр 1, через переходную втулку 2 соединен с тягой 4. На тяге 4 закрепляется клин 6 с помощью прижимной гайки 5, который передаёт усилие на кулачки 7, установленные в пазах корпуса приспособления 3. Деталь устанавливается на опорную пластину 10 и центруется прихватами. После включения станка, масло подается в верхнюю полость гидроцилиндра 1, тяга 4 опускается вниз и прихваты зажимают деталь.

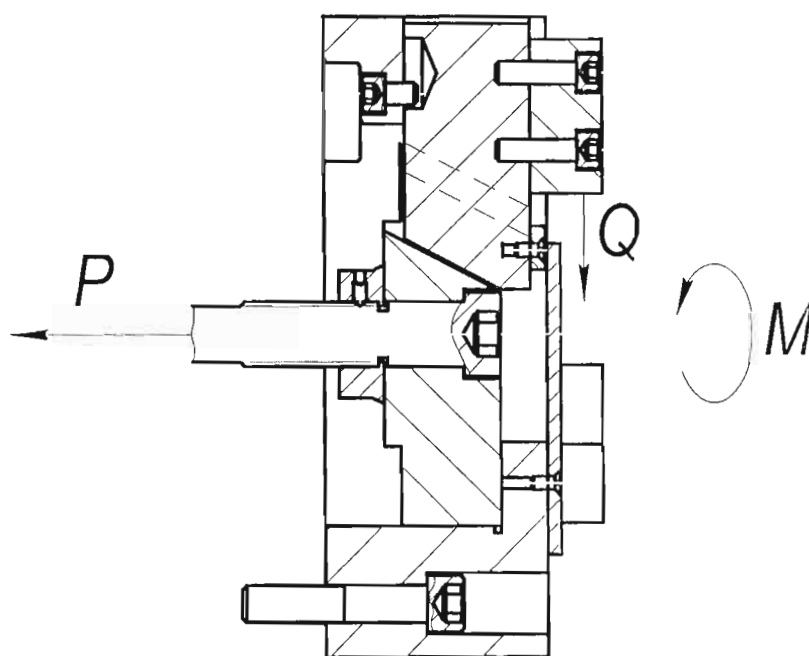


Рисунок 2 - Схема действия сил

3.3 Расчет силы зажима

Составляющая силы P_z создает крутящий момент M , который стремится повернуть заготовку вокруг ее продольной оси. Рассчитываем необходимую силу зажима Q , которая противодействует моменту M по формуле 20:

$$Q = (2 \cdot k \cdot M) / (f_1 \cdot D_{\text{заг}}) \quad (20)$$

где: $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$

$k_0 = 1.5$ – коэффициент гарантированного зазора;

$k_1 = 1$ – учитывает влияние случайных шероховатостей;

$k_2 = 1.6$ – учитывает увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$k_3 = 1.2$ учитывает увеличение сил резания при непрерывном резании

$k_4 = 1$ – характеризует постоянство сил закрепления;

$k_5 = 1$ – характеризует эргономику;

$k_6 = 1.5$ – учитывает вид постоянных опор нагрузки.

$$k = 1.5 \cdot 1 \cdot 1.6 \cdot 1.2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.5 = 4.3$$

$$f = 0.16;$$

$$P_z = 603 \text{ Н};$$

$$D_{\text{заг}} = 192 \text{ мм};$$

$$M = P_z \cdot D_{\text{заг}} / 2 \cdot 1000 = 603 \cdot 192 / 2 \cdot 1000 = 58 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$Q = (2 \cdot 4.3 \cdot 58) / 0.16 \cdot 0.192 = 16237 \text{ Н}$$

$$P = Q \cdot \text{tg} \alpha = 16237 \cdot \text{tg} 15^\circ = 4351 \text{ Н}.$$

где: α – угол клина.

Рассчитываем диаметр гидроцилиндра двухстороннего действия по формуле 21:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{P / p \cdot \eta} \quad (21)$$

где: $\eta_{\text{max}} \leq 0,93$; принимаем $\eta_{\text{max}} = 0,85$

$$p = 10 \text{ МПа}$$

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{4351 / 10 \cdot 0.85} = 26 \text{ мм}$$

Для надежного закрепления заготовки принимаем стандартный диаметр $D = 40 \text{ мм}$.

3.4 Патентные исследования

Патентные исследования проводились путём обзора патентов класса «В» сборника «Изобретения» (официальный бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам), где представлен патенты на режущие инструменты, приспособления, методы обработки поверхностей и средства автоматизации. В результате патентного поиска выявлен патент №1710203 «Сборный резец». Цель изобретения - повышение ресурса работы режущей пластины вставки сборного резца за счет повышения надежности крепления.

Цель достигается тем, что в сборном резце, содержащем вставку с напайной режущей пластиной, установленную на опорной плоскости продольного паза державки, регулировочный элемент в виде клина, установленный между вставкой и державкой в дополнительном пазу державки, выполненном перпендикулярно продольному пазу, узел зажима в виде прихвата, крепежного винта и упругого элемента в виде тарельчатой пружины, контактные поверхности клина и прихвата выполнены рифлеными в параллельном продольном пазу державки направления, а контактные поверхности клина и вставки выполнены наклонными к опорной плоскости пазов державки и под углом менее угла трения.

Так же был выявлен и патент №2009771 «Резец». Сущность изобретения заключается в том, что опорная пластина выполнена из пенометалла, в результате чего повышается надежность работы резца, поскольку высокопористый вспененный металл абсорбирует много энергии ввиду малого удельного веса - около 0.5 г/см³ и гасит колебания вершины режущей пластины, а также, пропуская через поры и каналы СОЖ, равномерно охлаждает режущую пластину. Стойкость пластины увеличивается.

Описания патентных изобретений приведены в Приложении «Б».

3.5 Расчёт режимов резания

Расчет оптимального режима резания производится в программе KONCUT.
Методика выполнения расчёта:

1) Выбираем метод обработки. Затем в поле заказчик указываем ФИО и свою группу (смотри рисунок 3).

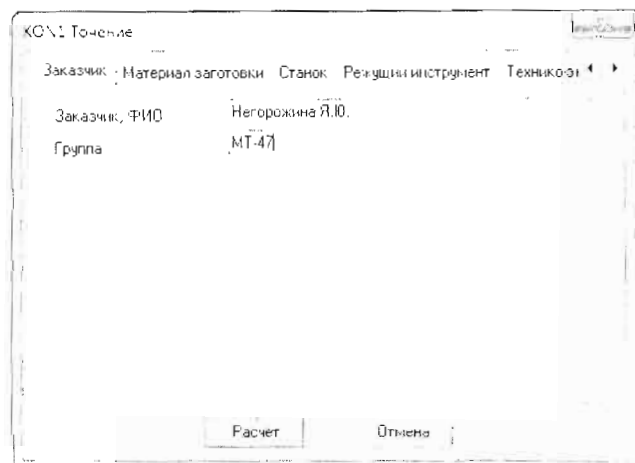


Рисунок 3 – Заполнение вкладки «Заказчик»

2) Открываем вкладку «Материал заготовки» и указываем материал заготовки и твёрдость материала (смотри рисунок 4).

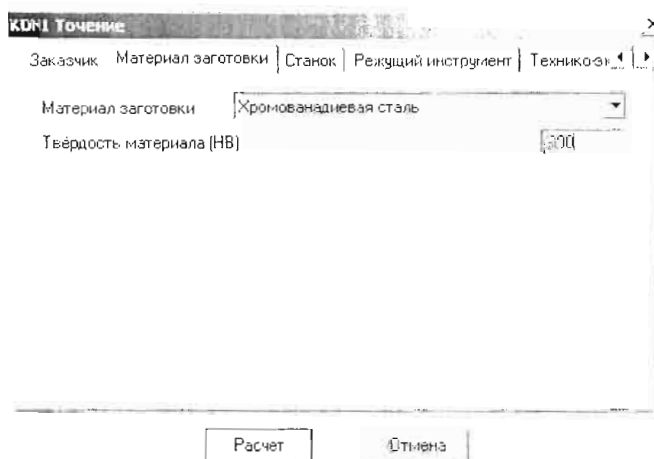


Рисунок 4 – Заполнение вкладки «Материал заготовки»

3) Открываем вкладку станок. Заносим все необходимые значения и характеристики (смотри рисунок 5).

Параметр	Значение
Название станка	1K282
Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин	66
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин	980
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об	0.041
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об	4.053
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn)	50
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks)	20
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	40
Кoeffициент полезного действия (КПД)	0.75

Кнопки: **Расчёт**, Отмена

Рисунок 5 – Заполнение вкладки «Станок»

4) Заполняем вкладку «Режущий инструмент». Указываем все основные параметры инструмента (смотри рисунок 6)

Тип резца	Проходной, подрезной, расточной
Материал инструмента	Твёрдый сплав Т15К6
Профиль фасонного резца	Простой
Подача инструмента в пределах ряда подач станка (S), мм/об	0.29
Угол в плане (Fi), град	45
Главный передний угол (Gamma), град	3
Радиус при вершине (r), мм	1

Кнопки: **Расчёт**, Отмена

Рисунок 6 – Заполнение вкладки «Режущий инструмент»

5) Заполняем вкладку «Технико-экономические параметры», указываем время на отдых и обслуживание и вспомогательное время (рисунок 7).

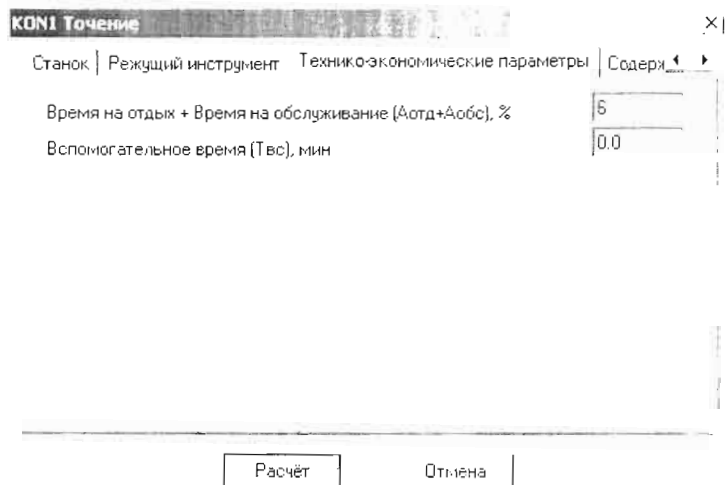


Рисунок 7 – Заполнение вкладки «Технико-экономические параметры»

6) Заполняем вкладку «Содержание операции» (смотри рисунок 8).

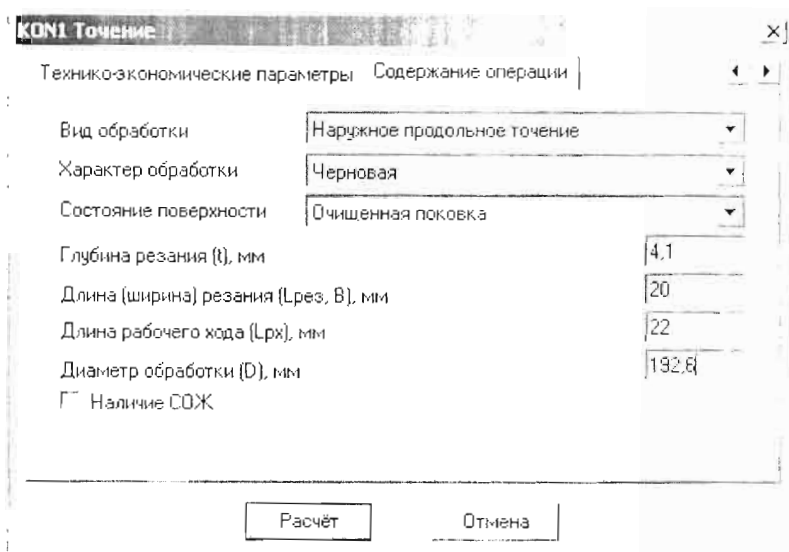


Рисунок 8 – Заполнение вкладки «Содержание операции»

7) Заполнив все вкладки нажимаем «Расчёт», после чего на экран выводится «Расчёт технико-экономических показателей режима резания (точение)» в программе KONCUT. Сохраняем этот файл как текстовый документ, затем открываем его через WORD, при этом выбираем шрифт Courier New 8.

Операция 005 - двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC. (смотри таблицы 6, 7)

V позиция, 2 переход: точить венец окончательно, выдерживая размер: $\varnothing 192.63_{-0.185}$.

Таблица 6 – Расчет режима резания

Материал заготовки	Хромованадиевая сталь
Твёрдость материала, НВ	300
Название станка	TRENS SBL 300 CNC
Минимальная частота вращения шпинделя (Nmin), об/мин	66.000
Максимальная частота вращения шпинделя (Nmax), об/мин	980.000
Минимальная величина подачи (Smin), мм/об	0.041
Максимальная величина подачи (Smax), мм/об	4.000
Число ступеней ряда частоты вращения (Kn)	24
Число ступеней геометрического ряда подач (Ks)	18
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	40.0
Коэффициент полезного действия (КПД)	0.75
Тип резца	Проходной, подрезной, расточной
Материал инструмента	Твёрдый сплав Т30К4
Профиль фасонного резца	Простой
Подача инструмента (S), мм/об	0.130
Длина рабочего хода (Lрх), мм	22.000
Угол в плане (Fi), град	45
Главный передний угол (Gamma), град	3
Радиус при вершине (r), мм	1.000
Время на отдых + Время на обслуживание (Aотд+Aобс),%	6.00
Вспомогательное время (Tвс), мин	0.0
Вид обработки	Наружное продольное точение
Характер обработки	Чистовая
Состояние обрабатываемой поверхности	Очищенная поковка
Глубина резания (t), мм	2.000
Длина (ширина) резания (Lрез, B), мм	20.000
Диаметр обработки (D), мм	192.000
Наличие СОЖ	Да

Таблица 7 – Результаты расчёта по программе KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000

Номер варианта	Частота вращения шпинделя, Об/мин	Производительность станка, дет/ час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1	66.000	20.33	4.45	0.02	2.77
2	74.214	22.84	3.96	0.02	2.46
3	83.451	25.66	3.53	0.02	2.19
4	93.837	28.82	3.15	0.02	1.95
5	105.515	32.36	2.81	0.02	1.73
6	118.647	36.32	2.50	0.03	1.54
7	133.414	40.76	2.24	0.03	1.37
8	150.018	45.72	2.00	0.03	1.22
9	168.689	51.26	1.79	0.03	1.08
10	189.683	57.43	1.60	0.04	0.86
11	213.290	64.29	1.44	0.04	0.86

Продолжение таблицы 7

Номер варианта	Частота вращения шпинделя, Об/мин	Производительность станка, дет/ час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
12	239.836	71.90	1.30	0.04	0.76
13	269.685	80.29	1.17	0.05	0.60
14	303.990	99.45	0.97	0.07	0.54
15	340.990	99.45	0.97	0.07	0.54
16	383.429	110.10	0.90	0.08	0.48
17	431.149	121.22	0.84	0.09	0.42
18	484.808	132.33	0.80	0.12	0.38
19	545.146	142.52	0.78	0.15	0.34
20	612.993	150.09	0.80	0.20	0.30
21	689.284	151.79	0.87	0.28	0.26
22	775.070	141.22	1.08	0.44	0.24
23	871.532	103.06	1.81	0.93	0.21
24	980.000	54.23	4.05	2.40	0.19

Продолжение таблицы 7

Номер варианта	Штучное время, мин	Стойкость инструмента, мин	Стойкость резания, м/мин	Скорость резания, кВт	Машинное время, мин
1	2.95	627.52	1578.571	39.79	0.52
2	2.63	596.26	1333.925	44.74	0.58
3	2.34	564.31	1122.713	50.31	0.64
4	2.08	531.79	940.908	56.57	0.70
5	1.58	498.83	784.912	63.61	0.78
6	1.65	465.59	651.514	71.53	0.86
7	1.47	432.20	537.856	80.43	0.95
8	1.31	398.83	441.396	90.44	1.05
9	1.17	365.64	365.877	101.70	1.16
10	1.04	332.80	291.301	114.36	1.28
11	0.93	300.49	233.902	128.59	1.42
12	0.83	268.86	186.122	144.59	1.57
13	0.75	238.11	146.590	162.59	1.73
14	0.67	208.40	114.101	182.82	1.91
15	0.60	179.92	87.601	205.58	2.11
16	0.54	152.82	66.171	231.16	2.33
17	0.49	127.27	49.008	259.93	2.58
18	0.45	103.42	35.417	292.28	2.85
19	0.42	81.41	24.794	328.66	3.15
20	0.40	61.36	16.619	369.56	3.48
21	0.40	43.35	10.441	415.56	3.84
22	0.42	27.36	5.860	467.27	4.24
23	0.58	12.88	2.453	525.43	4.69
24	1.11	5.01	0.849	590.82	5.18

Мощность резания превышает мощность станка

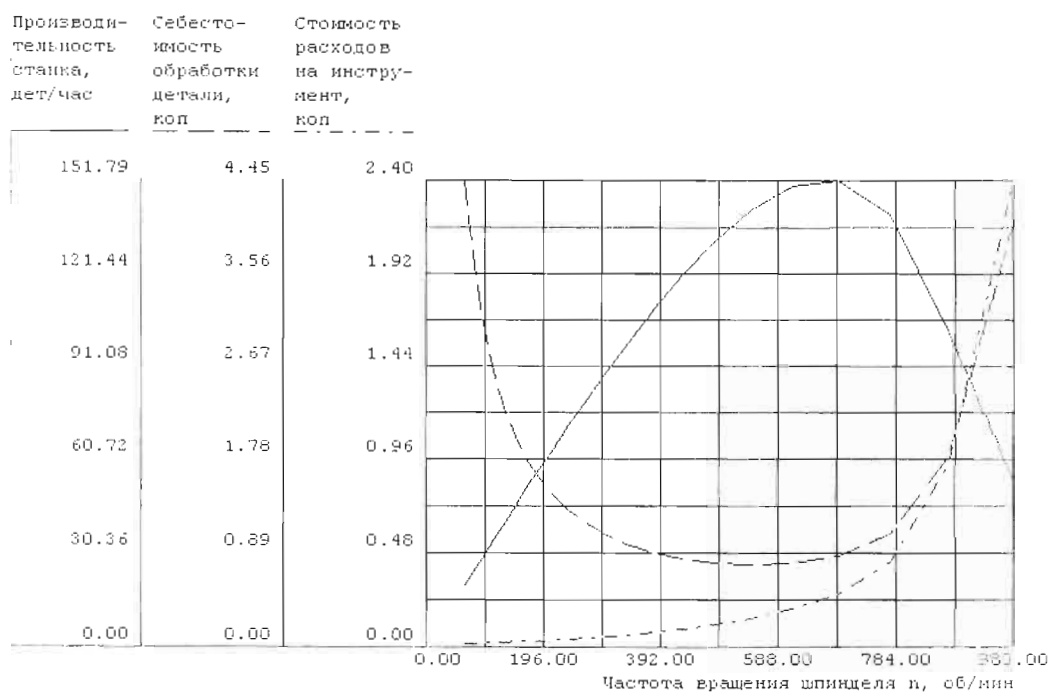


Рисунок 9 – Зависимость экономических показателей от частоты вращения шпинделя

Теперь проведём аналогичную операция при подаче $S=0,08$ мм/об.

Результат показан ниже.

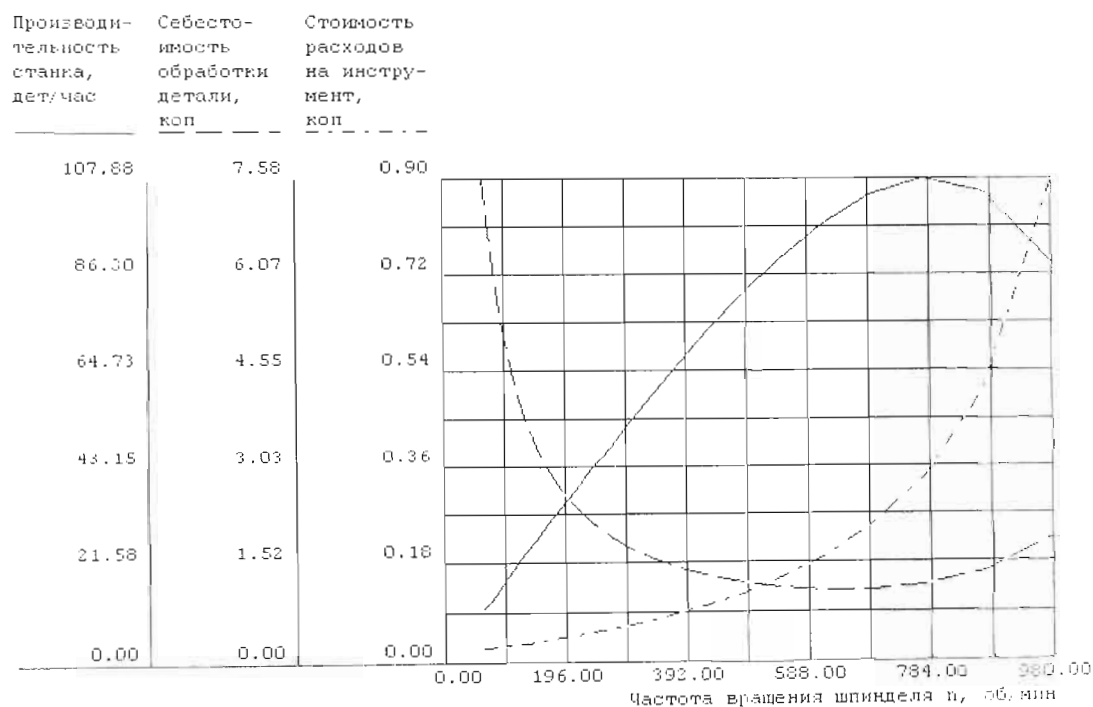


Рисунок 10 – Зависимость экономических показателей от частоты вращения шпинделя при подаче $S=0,08$ мм/об

Проводим аналогичный расчёт при подаче $S=0,22$ мм/об.

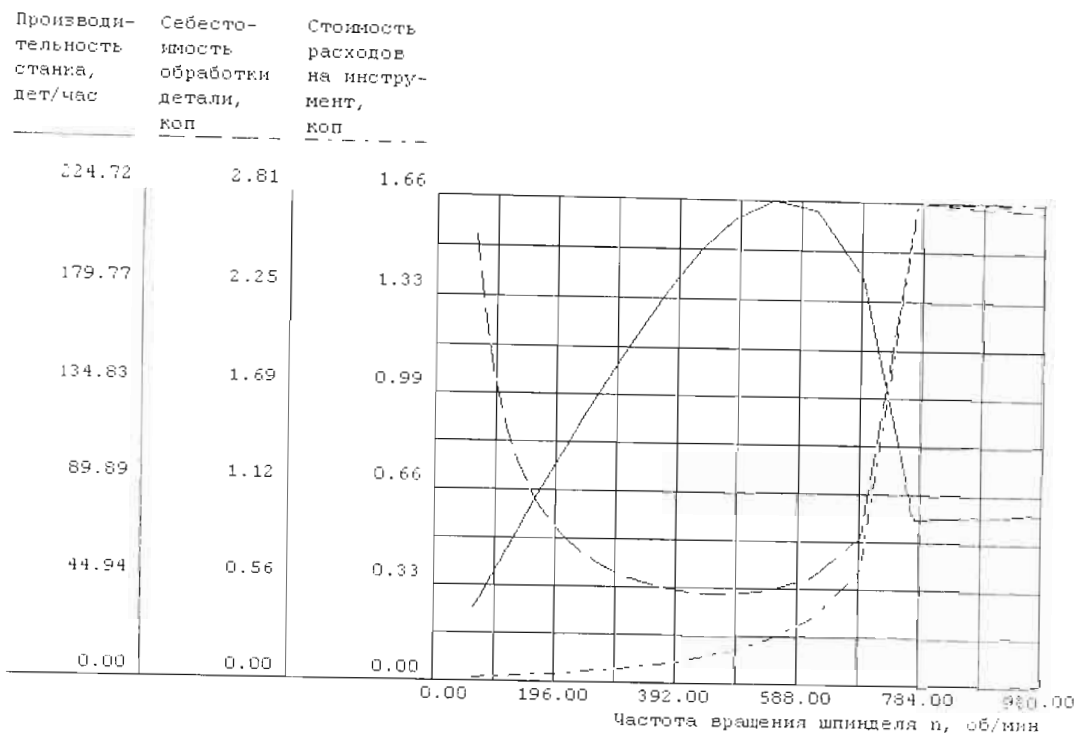


Рисунок 11 – Зависимость экономических показателей от частоты вращения шпинделя при подаче $S=0,22$ мм/об.

Режимы резания для окончательного точения венца шестерни ведущей привода топливного насоса высокого давления:

$$n = 784 \text{ мин}^{-1};$$

$$s = 0.08 \text{ мм/об};$$

$$t = 2 \text{ мм};$$

$$g = 949 \text{ м/мин}$$

Таблица 8 – Операция 005. Специальный вертикально-сверлильный СС1386.

2 переход: сверлить 9 отверстий, выдерживая размер: $\varnothing 8.5^{+0.22}_{-0.11}$	
Материал заготовки	Хромованадиевая сталь
Твёрдость материала, НВ	300
Название станка	СС1386
Минимальная частота вращения шпинделя (N_{\min}), об/мин	40.000
Максимальная частота вращения шпинделя (N_{\max}), об/мин	2500.000
Минимальная величина подачи (S_{\min}), мм/об	0.016
Максимальная величина подачи (S_{\max}), мм/об	167.000
Число ступеней ряда частоты вращения (K_n)	24
Число ступеней геометрического ряда подач (K_s)	50
Мощность электродвигателя станка (N), кВт	6.0
Коэффициент полезного действия (КПД)	0.90

Продолжение таблицы 8

2 переход: сверлить 9 отверстий, выдерживая размер: $\varnothing 8.5^{+0.22}_{-0.11}$	
Тип инструмента	Сверло
Материал инструмента	Быстрорежущая сталь
Подача инструмента (S), мм/об	0.150
Длина рабочего хода (L _{рх}), мм	9.000
Диаметр инструмента (D), мм	8.000
Время на отдых + Время на обслуживание (A _{отд} +A _{обс}), %	12.00
Вспомогательное время (T _{вс}), мин	0.7
Состояние обрабатываемой поверхности	Очищенная корка
Глубина резания (t), мм	8.000
Длина резания (L _{рез}), мм	8.000
Наличие СОЖ	Да

Таблица 9 – Результаты расчёта по программе KONCUT (С) Калачёв О.Н., 2000

Номер варианта	Частота вращения шпинделя, Об/мин	Производительность станка, дет/ час	Себестоимость обработки детали, коп	Стоимость расходов на инструмент, коп	Машинное время, мин
1	40.000	21.76	4.14	0.00	1.76
2	47.879	24.67	3.65	0.00	1.47
3	57.309	27.76	3.24	0.00	1.23
4	68.597	31.01	2.90	0.00	1.03
5	82.108	34.38	2.62	0.00	0.86
6	98.281	37.80	2.38	0.00	0.72
7	117.639	41.24	2.18	0.00	0.60
8	140.810	44.62	2.02	0.00	0.50
9	168.544	47.91	1.88	0.00	0.42
10	201.742	51.04	1.76	0.00	0.35
11	241.478	53.99	1.67	0.00	0.29
12	289.041	56.73	1.59	0.00	0.24
13	345.972	59.21	1.52	0.00	0.20
14	414.117	61.39	1.47	0.00	0.17
15	495.683	63.13	1.44	0.01	0.14
16	593.316	63.29	1.46	0.04	0.12
17	710.179	-1.#J	-1.#J	-1.#J	0.10
18	850.060	-1.#J	-1.#J	-1.#J	0.08
19	1017.493	41.72	2.93	0.77	0.07
20	1217.904	38.04	3.34	0.97	0.06
21	1457.789	34.11	3.87	1.23	0.05
22	1744.924	30.11	4.54	1.55	0.04
23	2088.614	26.18	5.40	1.96	0.03
24	2500.000	22.44	6.49	2.48	0.03

Окончание таблицы 9

Номер варианта	Штучное время, мин	Стойкость инструмента, мин	Стойкость резания, м/мин	Скорость резания, кВт	Машинное время, мин
1	2.76	570908.01	894009.722	1.00	0.02
2	2.43	448144.24	586289.594	1.20	0.03
3	2.16	346627.17	378856.921	1.44	0.03
4	1.93	263740.82	240828.696	1.72	0.04
5	1.75	197011.56	150293.732	2.06	0.05
6	1.59	144126.03	91856.489	2.47	0.06
7	1.45	102945.53	54814.208	2.96	0.07
8	1.34	71516.84	31813.558	3.54	0.08
9	1.25	48079.37	17868.206	4.23	0.10
10	1.18	31068.47	9646.290	5.07	0.12
11	1.11	19115.15	4958.341	6.07	0.14
12	1.06	11042.24	2392.952	7.26	0.16
13	1.01	5857.24	1060.445	8.69	0.20
14	0.98	2742.17	414.770	10.40	0.24
15	0.95	1040.70	131.510	12.45	0.28
16	0.95	242.28	25.578	14.90	0.34
17	-1.#J	-1.#J	-1.#10	17.84	0.41
18	-1.#J	-1.#J	-1.#10	21.35	0.48
19	1.44	13.01	0.801	25.56	0.58
20	1.58	10.29	0.529	30.59	0.69
21	1.76	8.15	0.350	36.62	0.83
22	1.99	6.45	0.231	43.83	1.00
23	2.29	5.10	0.153	52.47	1.19
24	2.67	4.04	0.101	62.80	1.43

Мощность резания превышает мощность станка

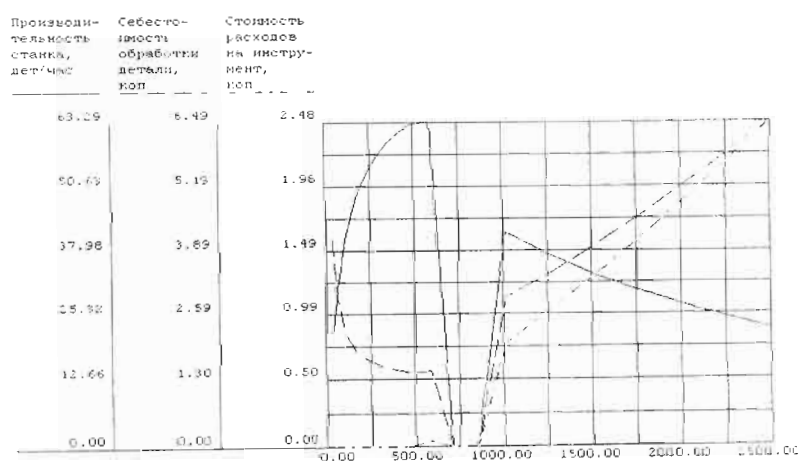


Рисунок 12 – экономических показателей частоты вращения шпинделя при значении подачи $S=0,15$ мм/об.

Режимы резания для сверления 9 отверстий в шестерне ведущей привода топливного насоса высокого давления:

$$n = 496 \text{ мин}^{-1};$$

$$s = 0.15 \text{ мм/об};$$

$$t = 8.5 \text{ мм};$$

$$T_M = 0.14 \text{ мин.}$$

3.6 Выявление и расчёт технологических размерных цепей

Размерный анализ (смотри рисунок 13) ТП и расчет технологических размеров производится на базе программы построения и решения технологических размерных цепей KON7. Для этого строится размерная схема.

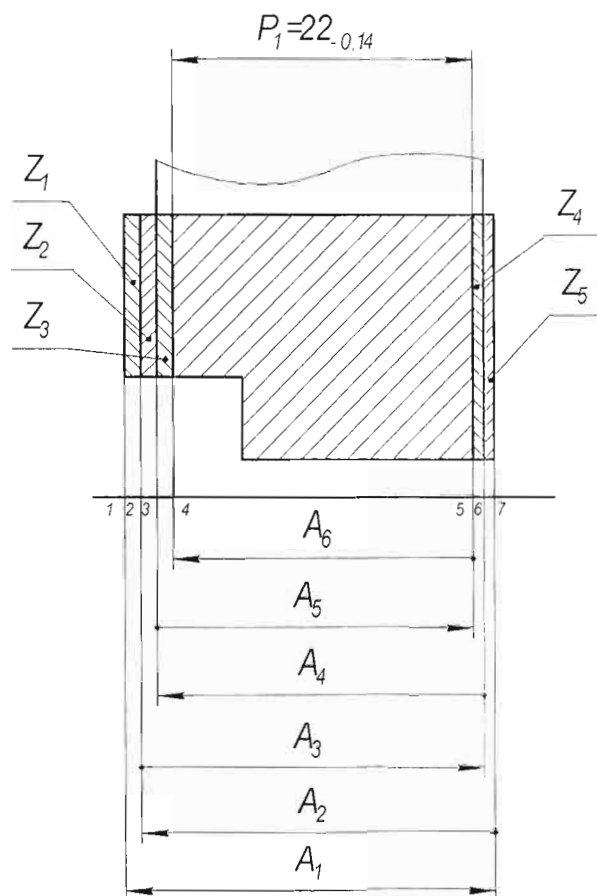


Рисунок 13 – Размерная схема технологических размерных цепей KON7

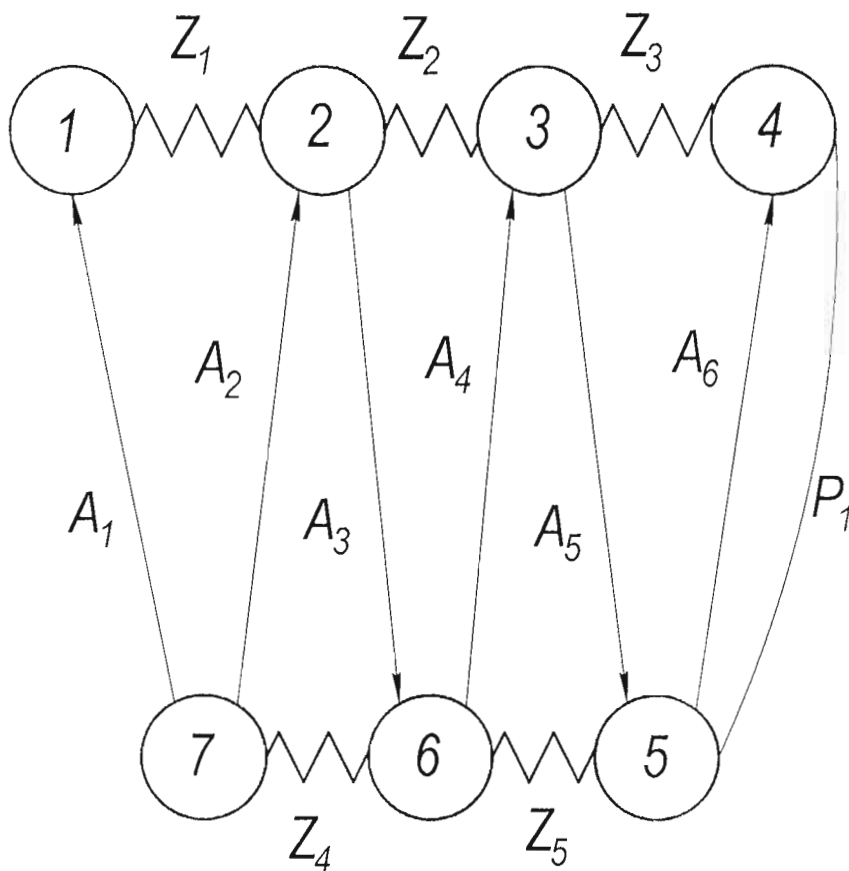


Рисунок 14 - Граф

Строим размерный граф.

Заполняем вкладку “общие данные” с указанием в полях диалогового окна материала заготовки, метода ее получения, класса точности, формы детали.

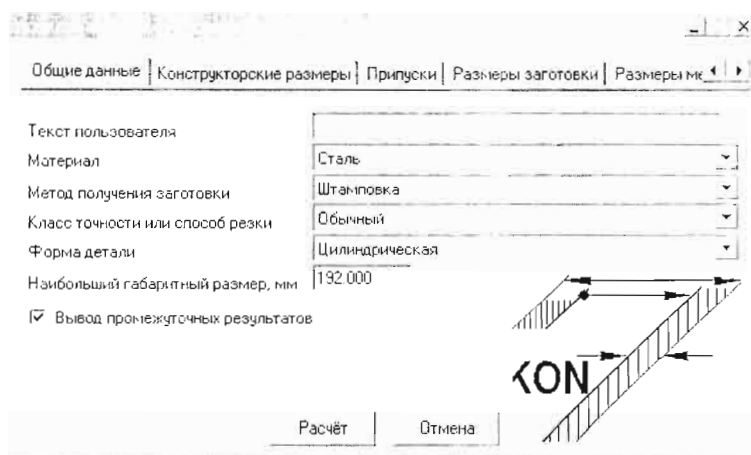


Рисунок 15 – Заполнение вкладки наибольшего габаритного размера.

Во вкладке “конструкторские размеры” вводим значения конструкторских размеров. Для ввода размера нажимаем правую кнопку мыши в поле вкладки и выбираем пункт “Добавить”.

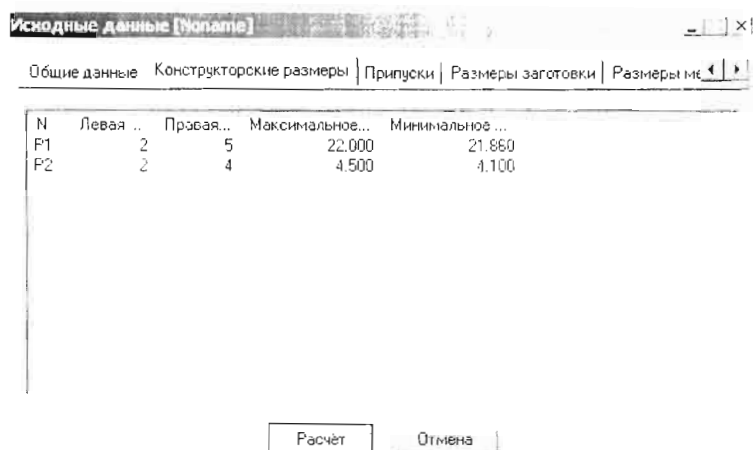


Рисунок 16 – Заполнение вкладки “конструкторские размеры”

Во вкладке “припуски” для ввода каждого припуска нажимаем правую.

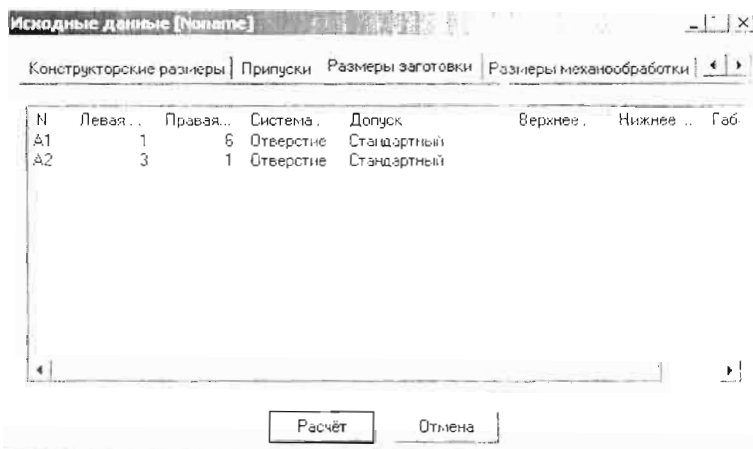


Рисунок 17 - Заполнение вкладки “припуски” кнопку мыши и указываем границ припусков с размерной схемы

Во вкладке “размеры механообработки” вводим их в последовательности обработки заготовки. Размеры вводятся аналогично предыдущим пунктам. Расположение допуска относительно подлежащего расчету номинального размера указываем по системе “отверстие”.

Исходные данные (Исходные данные 1.а)								
Общие данные		Конструкторские размеры		Припуски		Размеры заготовки		Размеры механообработки
N	Баз...	Обработ...	Метод обработки	Сист.	Допуск	Верхнее...	Нижнее...	Поперечн
A3	1	5	Тоčenje от необр	Отв.	Стан.			22.820
A4	5	2	Тоčenje чистовое	Отв.	Стан.			22.000
A5	5	4	Тоčenje чистовое	Отв.	Стан.			17.816

Рисунок 18 - Заполнение вкладки "размеры механообработки"

После ввода в программу KON7 по размерной схеме всех исходных данных нажимаем кнопку "Расчет". Полученные данные представлены ниже

Результаты расчета технологических размерных цепей

Таблица 10 – Распечатка введенных исходных данных

Сведения о заготовке	
Материал	сталь
Способ получения	штамповка обычн.точност
Класс (степень) точности	2
Габаритный размер	192.000

Таблица 11 – Результаты расчета - уравнения размерных цепей

Номер	Неизв решения	звено	Уравнения в символьной форме
1	A6	P1	=+A6
2	A5	Z3	=-A6+A5
3	A4	Z4	=-A5+A4
4	A3	Z2	=-A4+A3
5	A2	Z5	=-A3+A2
6	A1	Z1	=-A2+A1

** Информация о ходе расчёта технологических размеров при решении разм. цепей

** Program KON7 O.H.Калачев-2000

Решается разм. Цепь 1 типа "P" с неизвестным звеном A6, код метода получения = 75

Состав цепи:

Увелич. Звено A6 max= 0.000 min= 0.000 замык. Звено -
 констр. Размер P1 max= 22.000 min=21.860

Результаты расчёта звена А6 max= 22.000 min= 21.860

Следовательно, расч. Допуск= 0.140

Технолог. Допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой= 0.045 : верхн. Откл.= 0.045 нижн. Откл.= 0.000

Принимаем расчётный размер звена А6 с учётом технолог. Допуска:

Номинал= 22.000 max= 22.000 min= 21.955

Решается разм. Цепь 2 типа "Z" с неизв. Звеном А5 , код метода получения= 74

Припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.100

С о с т а в ц е п и :

Уменьш. Звено А6 : max= 22.000 min= 21.955 увелич.

Звено А5 max= 0.000 min= 0.000

Технолог. Допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой= 0.084 : верхн. Откл.= 0.084 нижн. Откл.= 0.000

Расчётный размер звена А5 номинал= 22.184 max=22.184min=22.100

Решается разм. Цепь 3 типа "Z" с неизв. Звеном А4 , код метода получения= 74 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.100

С о с т а в ц е п и :

Уменьш. Звено А5 max= 22.184 min= 22.100 увелич. Звено А4

max=0.000 min=0.000

Технолог. допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой= 0.084 : верхн. Откл.= 0.084 нижн. Откл.= 0.000

Расчётный размер звена А4 :

Номинал= 22.368 max= 22.368 min= 22.284

Решается разм. цепь 4 типа "Z" с неизв. Звеном А3 , код метода получения= 72 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.180

С о с т а в ц е п и :

Уменьш. Звено А4 max= 22.368 min= 22.284 увелич. Звено

а3max= 0.000 min= 0.000

Технолог. Допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой= 0.280 : верхн. Откл.= 0.280 нижн. Откл.= 0.000

Расчётный размер звена А3 :

Номинал= 22.828 max= 22.828 min= 22.548

Решается разм. Цепь 5 типа "Z" с неизв. Звеном А2 , код метода получения= 71 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.300

Состав цепи :

Уменьш. Звено А3 max = 22.828 min = 22.548

Увелич. Звено А2 max = 0.000 min = 0.000

Технолог. Допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой = 0.520: верхн. откл.= 0.520 нижн. откл.= 0.000

Расчётный размер звена А2:

Номинал= 23.648 max= 23.648 min= 23.128

Решается разм. Цепь 6 типа "Z" с неизв. Звеном А1 , код метода получения= 21 припуск ZMIN, рассчитанный системой= 0.550

Состав цепи :

Уменьш. звено А2 max = 23.648 min = 23.128

Увелич. звено А1 max = 0.000 min = 0.000

Технолог. Допуск заданного метода получения звена, предлагаемый системой= 2.000 : верхн. откл.= 1.200 нижн. откл.= -0.800

Расчётный размер звена А1 :

Номинал= 24.998 max = 26.198 min = 24.198

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Произведён расчёт технико-экономического обоснования принятого варианта технологического процесса изготовления детали по заменённому оборудованию. Заменить станки 1К282 КК-2169 на двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC

1) Отделочно-расточной станок КК-2169

Разряд работы – 4; $T_{шт} = 0.83$ мин.

Величина часовых приведенных затрат по формуле 21:

$$C_{пз} = C_з / M + C_{чз}^к + E_{нл} \cdot (K_c + K_з) \quad (21)$$

где: $C_з$ – основная и дополнительная заработная плата, а также страховые взносы во внебюджетные фонды оператору и наладчику за физический час работы обслуживаемых машин, руб./ч;

M – коэффициент многостаночности, принимаемый по фактическому состоянию на рассматриваемом участке;

$C_{чз}$ – часовые затраты по эксплуатации рабочего места, руб./ч;

$E_{нл}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений: для машиностроения $E_{нл} = 0.2$;

K_c – удельные часовые капитальные вложения в станок, руб./ч;

$K_з$ – удельные часовые капитальные вложения в здание, руб./ч.

Основную и дополнительную заработную плату, а также отчисления на соцстрах ($C_з$) оператору и наладчику можно определить по формуле 22:

$$C_з = C_{тф} \cdot 1.53 \cdot k \quad (22)$$

где: $C_{тф}$ – часовая тарифная ставка станочника соответствующего разряда, руб./ч;

1.53 – суммарный коэффициент, представляющий произведение следующих частных коэффициентов: 1.3 – коэффициент выполнения норм; 1.09 – коэффициент дополнительной зарплаты; 1.077 – коэффициент отчислений на соцстрах [3, табл.21, стр.120].

k – коэффициент, учитывающий зарплату наладчика (в условиях массового, крупносерийного производств $k= 1.1 -1.15$ [5, табл.21, стр.120]);

$$C_3=26 \cdot 1.53 \cdot 1.14=45.35 \text{ руб/ч.}$$

Часовые затраты по эксплуатации рабочего места руб/ч., по формуле 23:

$$C_{ч.з} = C^{б.у} \cdot k_M \quad (23)$$

где $C^{б.у}$ - практические скорректированные часовые затраты на базовом рабочем месте;

k_M - машино-коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка.

$$k_M = (2.53 \cdot Ц/1000 + 0.6 \cdot N_y + 0.68 \cdot P_M \cdot 0.5 P_e) \cdot 1/21.8.$$

где: $Ц$ – цена станка;

N_y - установленная мощность двигателей, кВт;

P_M, P_e - категория ремонтной сложности соответственно механической и электрической частей станка.

$$k_M = (2.53 \cdot 600000/100000 + 0.6 \cdot 6 + 0.68 \cdot 20 + 0.5 \cdot 10) \cdot 1/21.8 = 1.71$$

$$C^{б.у} = 20 \text{ руб};$$

$$C_{ч.з} = 20 \cdot 1.71 = 34.2 \text{ руб/ч.}$$

Скорректированная величина часовых затрат по формуле 24:

$$C_{ч.з}^k = C_{ч.з} \cdot \phi / 1.14 \quad (24)$$

где: $\phi = 1.51$ - поправочный коэффициент [3, табл.22, стр.120]:

$$C_{ч.з}^k = 34.2 \cdot 1.51 / 1.14 = 45.3 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в станок и здание можно определить для крупносерийного производства:

$$K_c = 60 \cdot Ц \cdot m_n / t_{шт} \cdot N, K_3 = F \cdot 75 \cdot 60 \cdot m_n / t_{шт} \cdot N$$

где: $Ц$ - балансовая стоимость станка, тыс. руб;

$F = 7.5 \text{ м}^2$ - производственная площадь, занимаемая станком, с учетом проходов

N – годовая программа выпуска;

$$K_c = 60 \cdot 450000 \cdot 1/0.83 \cdot 50000 = 338.1 \text{ руб/ч.}$$

$$K_3 = 75 \cdot 75 \cdot 60 \cdot 1/0.83 \cdot 50000 = 0.4 \text{ руб/ч.}$$

$$C_{\text{пз}} = 45.35/1 + 45.3 + 0.2 \cdot (338.1 + 0.4) = 158.65 \text{ руб/ч.}$$

Стоимость механической обработки на рассматриваемой операции:

$$C_o = C_{\text{пз}} \cdot t_{\text{шт}}/60 = 158.65 \cdot 1,65/60 = 4,36 \text{ руб.}$$

2) Токарный 8-ми шпиндельный полуавтомат 1К282

Разряд работы – 4; $T_{\text{шт}} = 1.86$ мин.

$$C_3 = C_{\text{тф}} \cdot 1.53 \cdot k = 26 \cdot 1.53 \cdot 1.14 = 45.35 \text{ руб/ч.}$$

$$k_m = (2.53 \cdot 850000/100000 + 0.6 \cdot 6 + 0.68 \cdot 20 + 0.5 \cdot 10) \cdot 1/21.8 = 2$$

$$C^{\text{б.у}} = 20 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ч.з.}} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ руб/ч.}$$

$$\varphi = 1.47.$$

$$C_{\text{ч.з.}}^{\text{к}} = C_{\text{ч.з.}} \cdot \varphi/1.14 = 40 \cdot 1.47/1.14 = 51.58 \text{ руб.}$$

$$F = 8.25 \text{ м}^2.$$

$$K_c = 60 \cdot C_{\text{пз}} \cdot m_{\text{п}}/t_{\text{шт}} \cdot N = 60 \cdot 680000 \cdot 1/0.86 \cdot 50000 = 448.57 \text{ руб/ч.}$$

$$K_3 = F \cdot 75 \cdot 60 \cdot m_{\text{п}}/t_{\text{шт}} \cdot N = 8.25 \cdot 75 \cdot 60 \cdot 1/0.86 \cdot 50000 = 0.4 \text{ руб/ч.}$$

$$C_{\text{пз}} = 45.35/1 + 51.58 + 0.2 \cdot (448.57 + 0.4) = 240.82 \text{ руб/ч.}$$

$$C_o = 240.82 \cdot 1.86/60 = 7,46 \text{ руб.}$$

3) Двухшпиндельный токарный станок с ЧПУ TRENS SBL 300 CNC.

Разряд работы – 4; $T_{\text{шт}} = 1.86$ мин.

$$C_3 = C_{\text{тф}} \cdot 1.53 \cdot k = 26 \cdot 1.53 \cdot 1.14 = 45.35 \text{ руб/ч.}$$

$$k_m = (2.53 \cdot 850000/100000 + 0.6 \cdot 6 + 0.68 \cdot 20 + 0.5 \cdot 10) \cdot 1/21.8 = 2$$

$$C^{\text{б.у}} = 20 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ч.з.}} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ руб/ч.}$$

$$\varphi = 1.47.$$

$$C_{\text{ч.з.}}^{\text{к}} = C_{\text{ч.з.}} \cdot \varphi/1.14 = 40 \cdot 1.47/1.14 = 51.58 \text{ руб.}$$

$$F = 8.25 \text{ м}^2.$$

$$K_c = 60 \cdot Ц \cdot m_{\text{ш}} / t_{\text{ш}} \cdot N = 60 \cdot 680000 \cdot 1 / 1.43 \cdot 50000 = 570.63 \text{ руб/ч.}$$

$$K_3 = F \cdot 75 \cdot 60 \cdot m_{\text{ш}} / t_{\text{ш}} \cdot N = 8.25 \cdot 75 \cdot 60 \cdot 1 / 1.43 \cdot 50000 = 0.52 \text{ руб/ч.}$$

$$C_{\text{из}} = 45.35 / 1 + 51.58 + 0.2 \cdot (570.63 + 0.52) = 271.86 \text{ руб/ч.}$$

$$C_o = 271.86 \cdot 1.86 / 60 = 4.48 \text{ руб.}$$

В результате улучшения техпроцесса годовая экономическая выгода составит:

$$\Delta C = \left(\sum C_{\text{стар}} - \sum C_{\text{нов}} \right) \cdot N = (7.34 + 4.36 - 4.48) \cdot 50000 = 367000 \text{ руб.}$$

4.1 Расчет экономического эффекта проектного метода получения заготовок

Проанализируем методы получения заготовок шестерни ведущей привода ТНВД.

1) Отливка. Заготовку требуемой формы можно получить одним из методов литья: литье в ПГФ, литье в кокиль, литье под давлением, и т. д.

Однако требуемый материал заготовки Сталь 40ХФА не обладает хорошими литейными свойствами, а значит, усложнит технологию изготовления отливки и увеличит количество брака (усадочные раковины), что также неприемлемо в производстве.

Стоимость заготовки по формуле 25: [1. стр.33],

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_r}{1000} \cdot Q \cdot K_m \cdot K_c \cdot K_a \cdot K_M \cdot K_H \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отв}}}{1000} \quad (25)$$

где: C_r – базовая стоимость 1 тонны заготовок (руб.);

Q – масса заготовки (кг);

q – масса готовой детали (кг);

$S_{\text{отв}}$ – цена одной тонны отходов (руб.);

K_m, K_c, K_a, K_M, K_H – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объёма производства [1. стр.34].

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{24000}{1000} \cdot 1.03 \cdot 0.83 \cdot 1 \cdot 2.40 \cdot 1 \right) - (2.112 - 1.410) \cdot \frac{220}{1000} = 49 \text{ (руб)}$$

2) Штамповка. Может производиться на молотах, прессах и горизонтально ковочных машинах с использованием подкладных штампов. В результате получается поковка высокой точности и максимального приближения к форме детали.

$$S_{шт} = \left(\frac{24000}{1000} \cdot 1 \cdot 0.90 \cdot 1.11 \cdot 1.98 \cdot 1 \right) - (2.112 - 1.410) \cdot \frac{220}{1000} = 41 (\text{руб})$$

Именно метод штамповки наиболее приемлем для данного типа производства.

Экономический эффект для сопоставления способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть рассчитан:

$$\mathcal{E}_z = (S_{шт} - S_{шт}) \cdot N = (49 - 41) \cdot 50000 = 400000 (\text{руб})$$

где: N - годовая программа выпуска деталей (шт.)

5 ОХРАНА ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Технологические процессы механической обработки проводятся обычно в производственных зданиях, которые должны отвечать требованиям безопасной работы в их помещениях. Требования безопасности труда определяются ГОСТ 12.3.002 – 75 и 12.3.025 – 80.

Характеристика производственного здания

Здание относится к категории Д НПБ 109 -95, как механообрабатывающий цех. Имеются склад масел и термический участок (категории В и Г соответственно).

Строительные материалы здания – негорючие и трудногорючие, здание относится ко II степени огнеопасности.

Санитарный класс производства по СН 245 -71 –V. Водоснабжение и тип канализации в соответствии с СН и П II 04.01 – 85.

Площадь на одного работающего (4.5 м²) отвечает санитарным нормам. Для организации движения транспорта и людских потоков предусмотрены магистральные проезды и проходы между станками и участками.

5.1 Пожаробезопасность

Степень огнестойкости цеха II по материалам основных элементов здания. В целях предупреждения пожаров предусмотрено:

- установка оборудования, необходимого для пожаротушения (огнетушители, ведра, багры, топоры);
- число огнетушителей типа ОП – 5 4 штуки и ОЧ – 5 4 штуки по одному на каждые 600 м²;
- напор воды в гидранте при тушении пожара не менее 1Мпа;
- длина пожарных рукавов при диаметре 65 мм – 50 м;
- установка пожарной сигнализации на всех участках основного и вспомогательного производства (термоизвещатели включают сигнал при достижении температуры окружающей среды +70 градусов).

5.2 Освещение

Источниками естественного освещения являются окна и световые фонари, расположенные вдоль полетов. Естественное освещение характеризуется коэффициентом естественной освещенности – КЕО. Для механообрабатывающего цеха КЕО=3...5% по СНИП 23-05-95.

Источниками искусственного освещения являются лампы ДРЛ, на работу которых влияют влажность и температура окружающей среды. Уровень освещенности на рабочих местах по СНИП 23-05-95:

- освещение общее и местное – 480 лк;
- освещение общее – 150 лк;
- освещение аварийное – 30 лк;
- высота подвеса светильников не менее 2.5 м.

5.3 Электробезопасность

Эксплуатируемые в цехе электроустановки с напряжением 380 В входят в подразделение сетей до 1000 В. Полы цеха являются токопроводящими, а при обработке изделий образуется токопроводящая пыль, поэтому цех относится к особо опасным и в нем должны быть проведены следующие мероприятия:

- для предотвращения ошибочной подачи напряжения к месту работы, на щите подачи напряжения вывешивается надпись «Не включать работают люди!»;
- в соответствии с «Правилами устройства электроустановок» сооружаются заземляющие устройства, к которым должна быть подключены металлические части оборудования, корпуса и кожухи электрооборудования;
- токоведущие части необходимо располагать в труднодоступных местах, однако, с учетом их обслуживания;
- электросети должны иметь в своем составе для защиты от короткого замыкания плавкие предохранители, электродвигатели защищают от перегрузок автоматическими предохранителями;
- линии местного освещения питаются от сети 36 В;

- здание цеха имеет контурное заземление с $R \leq 4$ Ом.

5.4 Шум и меры борьбы с ним

Уровень шума на рабочем месте не должен превышать 85 дБ. Речь средней громкости должна быть слышна на расстоянии 1.5 м при шумах любого класса по СНИП 245-71.

Для уменьшения шума в цехе необходимо:

- располагать интенсивно шумящие агрегаты в одном месте и изолировать их;
- по возможности заменять оборудование на менее шумное;
- использовать средства индивидуальной защиты (наушники, тампоны).

5.5 Вибрации

Источником вибраций являются станки, уровень звукового давления от них не превышает 80дБ по ГОСТ 12.1.004 – 83 механообрабатывающие цехи относят к 3 категории по вибробезопасности. Технологические вибрации передаются на рабочие места, не имеющие вибраций, и оказывают вредное воздействие на работающих. Для устранения вибраций станки монтируют на виброгасителях.

5.6 Производственный интерьер

Стены цеха окрашены в светло-бежевый цвет на высоту 2.5 м. Фермы и балки – в желтый цвет. Границы проездов и проходов маркируются сплошной белой линией. Поверхности металлорежущих станков окрашены в зеленый цвет. Транспортные машины и механизмы окрашены в желтый цвет, их выступающие части обозначены черными полосами. Ручки управления и кнопки «Пуск» окрашены в черный цвет, кнопки «Стоп» - красного цвета.

5.7 Отопление и вентиляция

Цех отапливается посредством нагрева прямого воздуха различными способами. По ГОСТ 12.1.005 – 81:

- допустимая норма температуры воздуха в рабочей зоне в холодный и переходный периоды года от 15° до 21°С;
- допустимая норма относительной влажности в рабочей зоне в холодный и переходный периоды года не более 75%;
- допустимая норма скорости движения воздуха в рабочей зоне в холодный и переходный периоды года $V_v = 0.4$ м/с.;
- температура вне постоянного рабочего места от 13° до 24°С;
- у ворот цеха предусмотрены тепловые завесы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ВКР разработан более прогрессивный техпроцесс по сравнению с базовым. При разработке технологических решений были внесены изменения связанные с заменой оборудования и внедрения более совершенного инструмента, как режущего, так и мерительного и вспомогательного. Так в разделе «Технологический маршрут обработки» несколько станков были заменены на один более совершенный, проведены патентные исследования, рассчитаны режимы резания и размерные цепи в программах KON7 и KONCUT, выбрано оптимальное приспособление. С экономической точки зрения данная разработка так же существенно выгодней базовой. В результате улучшения техпроцесса годовая экономическая выгода составит 767000 руб.

В результате модернизации увеличилась производительность, понизилась себестоимость изготовления детали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / А.Ф. Горбацевич. – Минск: Высш. шк., 1987. – 287 с.
2. Справочник технолога машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 656 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т 1 – 496 с.
4. Аверченков, В.И. Сборник задач и упражнений по технологии машиностроения: учеб. пособие для машиностроит. вузов по спец. «Технология машиностроения», «Металлорежущие станки и инструменты» /В.И. Аверченков, О.А. Горленко, В.Б. Ильицкий и др.; под. ред. О.А. Горленко. – М.: Машиностроение, 1988. – 192 с.
5. Косилова, А.Г. Точность обработки заготовки и припуски в машиностроении: справочник технолога. /А.Г. Косилова, Р.Г. Мещеряков, М. А. Калинин. М., «Машиностроение», 1976. – 288 с.
6. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник/ В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.: Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
7. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении: учеб. пособие /В.В. Бабук, В.А. Шкред, Г.П. Кривко, А.И. Медведев. Под ред. В.В. Бабука. – Минск: Выш. шк., 1987. – 255 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Маршрутная карта

		ГОСТ 3.1404-96										Форма 1		САПР			
Деталь	Взам.	Годл.	Техномер										№				
Разраб.	Подклиншев	Проверил	Верба	37.319	7511.1029116											№	
Нормир.		Метролог				Шестерня ведущая привода											
Н.контр.	Верба																
М 1 40ХФА ГОСТ 4543 - 71																	
Код	ЕВ	МБ	ЕН	ЕН.расх.	КМХ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЗ					
М 2		11.41				Покорка	196.7 X 21.9 мм					12.112					
А	Цех	УЧ	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа											
В	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт		
Р	П	Д	И	В	Л	Т	і	S	N	V	TO	мин	ТВ	мин			
А01				005	Токарная												
02	Токарный 8-ми шпиндельный полуавтомат 1К282																
503																	
04	Земельсия 4-5																
Ж05	Установить и закрепить деталь																
007	ПЕ. Нагрот 96650 - 0255																
08	ПЕ. Нагрот 96650 - 0255																
909	ПЕ. Нагрот 96650 - 0255																
10	Подрезать торец венца, выдерживая размер: 1																
12	4М. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
13	3 Горизонтальный суппорт. Подрезать торец бурта, выдерживая размер: 2																
14	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
015	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
16	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
17	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
18	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
19	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
20	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
21	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
22	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																
23	4. держалка 94140-0742; РМ. Резец 92140-0578; СМ. Тангенциркуль ШТ-1-125-0,1 ГОСТ - 6-89																

Код, наименование оборудования			Состав											Конт.	Тшт		
Код	ИМ	Л	D или В	L	T	S	К	М	N	V	H0	H1	H2	H3	H4	H5	
																	H6
001																	
004	Вертикальный суппорт. Работать отверстие, выдерживая размер: 4																
006	ВН. Державка 94140-0754; ПИ. Резец 93140-0577; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																
007																	
008																	
010	6 Вертикальный суппорт. Тоить венеч шконмательно, выдерживая размер: 5																
011																	
012	ВН. Державка 94140-0743; ВИ Державка 94140-0743; ПИ. Резец 93140-0587; СИ. Скоба 04500-0019																
013																	
014																	
016	Работать фаску под углом 45 град, выдерживая размер: 6																
017																	
018	ВИ. Державка 94140-0747; ПИ. Резец 93140-0264; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																
019																	
020	4 Работать 2 фаски в отверстиях.																
021																	
022																	
023																	
024																	
025																	
026																	
027																	
028																	
029																	
030																	
031																	
032																	
033																	
034																	
035																	
036																	
037																	
038																	
039																	
040																	
041																	
042																	
043																	
044																	
045																	
046																	
047																	
048																	
049																	
050																	
051																	
052																	
053																	
054																	
055																	
056																	
057																	
058																	
059																	
060																	

Код	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена	Сумма	Год
001	Подрезать торцы венца, выдерживая размер: 12		1	0,239	0,239	1
02						
03	НИ. Державка 94140-0745; ВИ. Резец 93140-0579; СИ. Штангенциркуль ШЦ-1-129-6,1 ГОСТ 166-62		1	0,911	0,911	1
04						
05	Горизонтальный суппорт. Подрезать торцы венца, выдерживая размер: 7,8		1	0,239	0,239	1
06						
07	ВИ. Державка 94140-0745; ВИ. Резец 93140-0575; СИ. Скоба 05500-0018		1	0,239	0,239	1
08						
09						
10						
11	Тошнить две пилы на венце, выдерживая размер: 13		1	0,239	0,239	1
12						
13	ВИ. Державка 94140-0749; ВИ. Резец 93140-0264; ВИ. Резец 93140-0265; СИ. Штангенциркуль ШЦ-1-129-6,1 ГОСТ 166-62		1	0,239	0,239	1
14						
15	Вертикальный суппорт. Раскочегарить отверстие, выдерживая размер: 13		1	0,239	0,239	1
16						
17	ВИ. Державка 94140-0754; ВИ. Резец 93140-0577; СИ. Дроска 05533-00084		1	0,239	0,239	1
18						
19						
20						
21	Тошнить 1 пилу в размер 0,7 х 45 град. , выдерживая 165 мм		1	0,239	0,239	1
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

Деталь, узел, подзаголовок	Техноло-гическая группа	Код, наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	НР	КОИД	ЕН	СН	КВТ	Тне	Тшт	V	Ю	ТО/МИН/ТЕ/МИН
<p>ИГ. Сверл 7,04-001 ГОСТ 16936-71</p> <p>2 Работы в отверстиях, выдерживая размер 1</p> <p>ИИ. Резец 93230-0957; СИ. Калибр 05533-0008</p> <p>3 Сверлить 9 отверстий, выдерживая размер: 2</p> <p>ИИ. Сверло D8,5 03453-0025; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89</p> <p>4 Зенковать 9 отверстий выдерживая размер: 3</p> <p>ИИ. Зенкер D9 33460-0506; СИ. Пробока 9 05530-3048</p> <p>5 Напильник резьбу в 9 отверстиях, выдерживая размер: 4</p>																
01																
02																
03																
004																
05																
Т06																
07																
Р08																
09																
010																
Т12																
15																
Р14																
18																
016																
17																
Т18																
19																
Р20																
21																
022																
23																
24																
Т19																
25																
26																
Т19																
29																
Р30																

Код	Описание	Методы контроля										Точность
		Визуальный	Средствами измерительной техники	Методом сплошной проверки	Методом выборочной проверки	Методом измерения	Методом испытания	Методом анализа	Методом испытаний	Методом измерения	Методом испытаний	
001	Проверка											
002	Проверка											
003	Проверка											
A04	Проверка											
005	Проверка											
006	Проверка											
007	Проверка											
008	Проверка											
009	Проверка											
010	Проверка											
A18	Проверка											
13	Проверка											
014	Проверка											
12	Проверка											
16	Проверка											
17	Проверка											
18	Проверка											
19	Проверка											
20	Проверка											
21	Проверка											
22	Проверка											
23	Проверка											
24	Проверка											
25	Проверка											
26	Проверка											
27	Проверка											
28	Проверка											
29	Проверка											
30	Проверка											
31	Проверка											
32	Проверка											
33	Проверка											
34	Проверка											
35	Проверка											
36	Проверка											
37	Проверка											
38	Проверка											
39	Проверка											
40	Проверка											
41	Проверка											
42	Проверка											
43	Проверка											
44	Проверка											
45	Проверка											
46	Проверка											
47	Проверка											
48	Проверка											
49	Проверка											
50	Проверка											
51	Проверка											
52	Проверка											
53	Проверка											
54	Проверка											
55	Проверка											
56	Проверка											
57	Проверка											
58	Проверка											
59	Проверка											
60	Проверка											
61	Проверка											
62	Проверка											
63	Проверка											
64	Проверка											
65	Проверка											
66	Проверка											
67	Проверка											
68	Проверка											
69	Проверка											
70	Проверка											
71	Проверка											
72	Проверка											
73	Проверка											
74	Проверка											
75	Проверка											
76	Проверка											
77	Проверка											
78	Проверка											
79	Проверка											
80	Проверка											
81	Проверка											
82	Проверка											
83	Проверка											
84	Проверка											
85	Проверка											
86	Проверка											
87	Проверка											
88	Проверка											
89	Проверка											
90	Проверка											
91	Проверка											
92	Проверка											
93	Проверка											
94	Проверка											
95	Проверка											
96	Проверка											
97	Проверка											
98	Проверка											
99	Проверка											
100	Проверка											

Таблица 2 – Операционная карта

Продолжение приложения А

		Эксп. № 3.1434-00		Форма 2		СЭИ	
Директ.							
Взам.							
Подл.							
ТехноПро						6	1
Разраб.	Подкидышев			37.319			
Проверил	Зерба			7511.1029.16			
Нормир.							
Метролог							
Н.контр.	Зерба						
		Шестерня ведущая привода					
		Наименование операции		Материал			
		Токарная		40ХФА ГОСТ 4543 - 71			
		Твердость HB		МД Профиль и размеры		МЗ КОИД	
		241...277		11.41 196.7 X 31.9 мм		12.112	
		Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			
		Токарный 2-ми шпиндельный					
		полуавтомат 1K282					
		То		Тв		Тшт	
				7,3		Эмульсия 4-5 %	
P		П	И	В	Л	В	И
001	Установка						
02	Установить и закрепить деталь						
03							
04							
Т05	Нр. Патрон 96650 - 0255						
06							
007	II позиция						
08							
09							
10							
Т11	Ш. Державка 94140-0144; Ш. Торец 93140-0140-01						
12							
13							
014	Шу. Шестерня 94140-0144; Ш. Торец 93140-0140-01						
15							
Т16	Ш. Державка 94140-0144; Ш. Торец 93140-0140-01						
017							
018							

Продолжение таблицы 2

Продолжение приложения 4

Пуск.	Взам.	Подг.	Технолрс	Л	Т	С	Н	Ю	Тс/мин	Гр/мин
			ТВВД							
			37.319							
			7511.1029116							
			Шестерня ведущая привода							005
Р	ПИ	Е	Т	С	Н	Ю	Тс/мин	Гр/мин		
01										
Р02			28	1	0,354	123		76		
03										
С04										
05										
06										
07										
Т08										
09										
Р10			20	1	0,354	123		76		
11										
012										
13										
14										
15										
Т16										
17										
Р18			28	4	0,29	184		72		
19										
020										
21										
22										
23										
Т24										
25										
26										
27										
Т28										
29										
Р30			25	1	0,23	156		70		
31										
32										
ОК										

Код	Наименование	Материал	Технология	С	Т	U	V	W	X	Y	Z	Примечание
01	Вилл позиция											
02												
003	Вертикальный суппорт. Рабочий отверстие, выдерживая размер: 9											1,031
04												
T05	ВИ. Державка 94.40-0.54; ВИ. Резец 93140-0577; СИ. Пробка 05533-00034											
06												
P07												
08												
009	Точить фаску в размер 0,8 x 45 град. , на диаметре 162 мм											
10												
T11	ВИ. Державка 94.40-0.48; ВИ. Резец 93140-0577; СИ. Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89											
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												

Дубл.	взам.	Подл.	Технопро	Шк	Г	Д	или	В	Г	Т	Э	К	У	Ю	То	мин	Гв	СамР	
			ТНВД																
			37.319 7511.1029116 Шестерня ведущая привода																Опер. 005
Р																			6

	<i>V позиция</i>	<i>VII позиция</i>
<i>VI позиция</i>	<i>VIII позиция</i>	<i>X позиция</i>

Продолжение таблицы 2

Продолжение приложения А

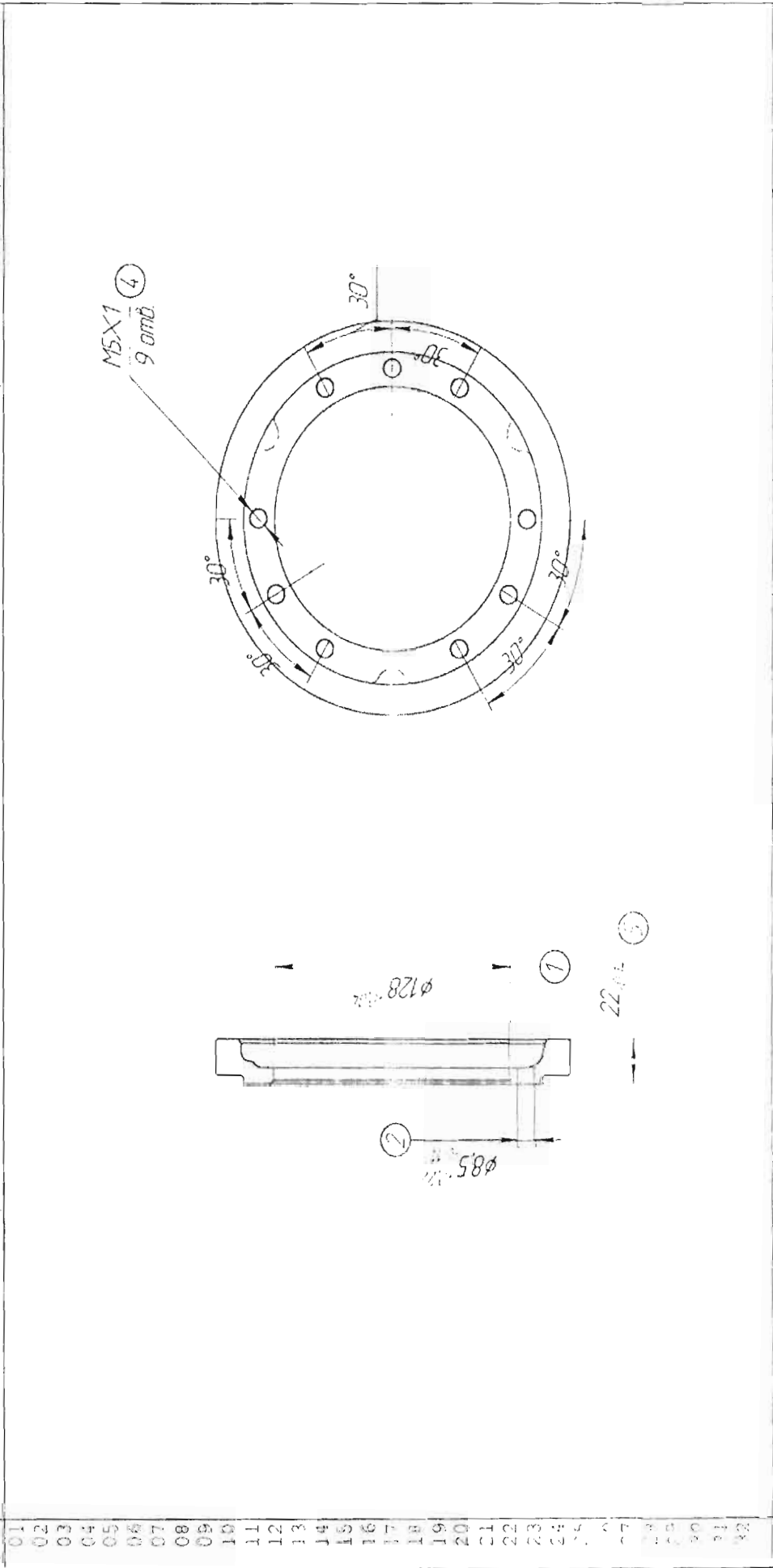
Дубл. зам. Подл. ТехноПро	ТРЕБ		FORMA 2		FORMA 2		FORMA 2	
	РАЗРАБ.	ПОДКЛ. ДИЗ. ИЛИ Д	3	4	5	6	7	8
Разраб. Проверил	Полкляшев	Верб	37.319	7511.1029116				
Нормир. Метролог					Цех	Уч	ЭМ	Опер.
Н. контр.	Верб							010
		Шестерня воздушная привода	Наименование операции:		Материал			
			Отделочно-расточная		40ХФА ГОСТ 4543 - 71			
			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
			241...277 HB	1.41	196.7 X 21.9 мм		2.112	
			Оборудование, устройство ИПУ		Обозначение программы			
			КОЕРФЕР VSC 250 DUO WF					
			То	Тв	Тгв	Тшт	СОЖ	
Р			Т	С	К	Н	У	ТО/мин
P01	1 Установить и закрепить деталь							
P02	НР. Стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71							
P03	2 Расточить отверстие, выдерживая размер 1							
P04	Ри. Резец 93230-0957; Си. Калибр 05533-0008							
P05	3 Установить 2 отверстия, выдерживая размер 2		1	0,001	1	0,05	310	124
P06	4 Обработка поверхности с шероховатостью Ra 0,025; Си. Шлифовальный круг 150-1-1-1-0,1 Тош 1-1-1-1-1							
P07	5 Установить 2 отверстия, выдерживая размер 3		1	0,001	1	0,05	310	124
P08	6 Шлифовка поверхности с шероховатостью Ra 0,025; Си. Шлифовальный круг 150-1-1-1-0,1 Тош 1-1-1-1-1							
P09	7 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P10	8 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P11	9 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P12	10 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P13	11 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P14	12 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P15	13 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P16	14 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P17	15 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
P18	16 Удалить заусенцы		1	0,01	1	0,05	310	124
OK								

Деталь	Взам.	Полюс	Технопро	ГОСТ 3.1404-86										Формы	См	Сам	
				П	ПМ	ПД	ПН	Т	С	Н	V	Г	То/мин				Тв/мин
001																	
02																	
Т03																	
04																	
Р05																	
06																	
007																	
08																	
Т09																	
10																	
011																	
12																	
Т13																	
14																	
Р15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
03																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

Продолжение таблицы 2

Продолжение приложения А

Дубл. вкл.																	ГОСТ 2.1434-86	Формы и размеры										
Подл. технопро	ТНВД																	3										
																		37.319										опер.
																		7511.1029116										010
																		Шестерня ведущая привода										ГО/мин
																												Тр/мин



OK

Продолжение таблицы 2

Продолжение приложения А

Детал.		ГОСТ 3.1404-80		Формы 2		САПР	
Разм.	Подл.	ГТУ	№	УЧ	ФМ	Спер.	
ТехноПро	ТНВД						1
Разраб.	Подпись	37.319					
Проверил	Ворба	7511.102911c					
Нормир.							
Методолг							
Н.контр.	Ворба						
Шестерня ведущая привода		Материал					
		Наименование операции					
Зубофрезерная		40ХФА ГОСТ 4543 - 71					
Твердость		БВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КЮИД	
241...277 НВ			11.41	1196.7 N 21.9 мм	12.112		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы					
Зубофрезерный 5B3.2							
То		Тв	Длз	Тшт	СОЖ		
				4	MP-4		
Р							
001	Установить и зачистить в трансмиссии 2 детали						
02							
003	2 фрезеровать зубья						
04							
Т05							
Р07		35	3,5	0,25	226,8	80,11	
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
09	Р%. Фреза 93390-0579						

Продолжение таблицы 2

Продолжение приложения А

		ГОСТ 3.1404-80		Форма 2		ОБТР	
Дубл.							
Взвз.							
Подл.							
ТехноПро		ТНВД				1	1
Разраб.	Подкидышев		ягту	37.319			
Проверил	Верба			7511.102911с			
Нормир.							
Метролог							
Н.контр.	Верба						
		Шестерня ведущая привода		Наименование операции		Материал	
		Зубофасочная		40ХФА ГОСТ 4543 - 71			
		Твердость Ев МД Профиль и размеры МЗ КОИД		241...277 НВ 11.41 196.7 X 21.9 мм 2.112			
		Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			
		Зубофасочный БС-320					
		То Тв Тгз Тгт Сож					
		Г П В Л Т З Н V U Tc/мин Tc/мин					
		Установить и закрепить деталь					
		2 фрезеровать фланк на острых кромках зубьев с двух сторон одновременно, выдерживая размер: 1					
04							
05							
06							
07							
08							
09							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Код	Наименование	Группа	Техн. про.	Материал	ГОСТ	Формы	Сами	Тр	Тпз	Тшт	Сох	Т	L	B	K	S	Y	C/C	C/C	C/C	C/C	C/C
001	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
002	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
003	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
004	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
005	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
006	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
007	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
008	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
009	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
010	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
011	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
012	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
013	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
014	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
015	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
016	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	
017	Шестерня воздушная привода	ТНВД	ЯГТУ	37.315	7811.1029116																	

		ГОСТ 5.1404-89		Форма 2		САПР		
Дубл.	Взам.	Подл.						
ТехноПро			ТНВД		1		1	
Разраб.			37.31 ^о					
Проверил			7511.1029.116					
Нормир.					Цех		Уч	РМ
Метролог							030	Стер.
Н.контр.			Шестерня ведущая привода		Наименование операции		Материал	
			Промывка		40ХФА		ГОСТ 4543 - 71	
			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры	
			241...277 НВ		1.41	196.7 X 21.9 мм	М3	КОИД
			Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			
			То		Тв	Тлз	Тшт	СОЖ
			Т		С	К	У	ГО/мин
			В		Или В		штук	
001	1 Уложить детали в бару по 50 штук							
002	2 Промыть							
003	3 Высушить сжатом воздухом							
04								
005								
06								
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
16								
0Х								

Окончание таблицы 2

Окончание приложения А

Деталь	ГОСТ 31404-85	Формы 1	САПР
Вариант			
Подл.			
ТехноПро			
Разраб.	37.319		
Проверит	7511.1029116		
Нормир.		Цех	Уч РМ
Матролет			035
Н.контр.			Опер.
Наименование операции	Шестерня воздушная привода	Материал	
Контроль		ГОСТ 4543 - 71	
Твердость	EB	МД	Профиль и размеры
241...277 HB	1.41	196.7 X 21.9 мм	МЭ (КОИД)
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы		
То	Тв	Тшз	Тшт
			СОЖ
Р	ИИ	И	И
001	Видение с камерой	полнота выполнения операции, наличие фактов, отсутствие трещин,	
002	расслоения металла, раковин.		
03			
04			
05			
06			
07			
08			
09			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
OK			

Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						Справ. №	Подп. и дата								
												Документация			
								A1			151000.62.2016.277.01.00 В0	Чертеж общего вида			
												Сборочные единицы			
									1			Цилиндр ЦВ-100	1		
												Детали			
									2			Втулка переходная	1	Сталь 45	
									3			Корпус приспособления	1		
									4			Тяга	1	Сталь 40Х	
									5			Гайка прижимная	1	Сталь 20Х	
									6			Клин	1	Сталь 40Х	
									7			Кулачок	3	Сталь 40Х	
									8			Уплотнение	3	Сталь 20	
									9			Прихват	3	Сталь 40	
									10			Пластина опорная	1	Сталь 40Х	
									11			Винт стопорный	1		
												Стандартные изделия			
									12			Винт М10 х 14 ГОСТ 11738-84	4		
									13			Винт М8 х 14 ГОСТ 11738-84	5		
								151000.62.2016.277.01.00							
								Разраб.	Подкидышев						
								Пров.	Верда Г.С.						
									Верда Г.С.						
								Н.контр.	Немчинова А.В.						
								Утв.	Шеркцнов В.И.						
								Патрон клиновой трехкулачковый					Лит.	Лист	Листов
								ЮУрГУ г. Челябинск кафедра МТОМД					В	К	Р
								Копировал					Формат А4		

