

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Российский государственный профессионально – педагогический
университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки профессиональное обучение по отраслям

по профилю подготовки машиностроение и материалобработка

по профилизации технологии и оборудование машиностроения

Идентификационный код ВКР: 185

Екатеринбург 2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
Российский государственный профессионально – педагогический
университет
Институт инженерно – педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ТМС:

_____ Н.В. Бородина

«____» _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ РЕДУКТОРА»

Исполнитель:

Студент группы ТО-402

(подпись)

Кирин Я.В.

Руководитель:

Доцент, к.т.н.

(подпись)

Мигачева Г.Н.

Нормоконтролер:

к.т.н.

(подпись)

Суриков В. П.

Екатеринбург 2017

Аннотация

Выпускная квалификационная работа выполнена на 80 страницах, содержит 13 рисунков, 37 таблиц, 14 источников литературы, а также приложения на 17 страницах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ШЕСТЕРНЯ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Разработан технологический процесс механической обработки детали типа «Шестерня редуктора» (в дальнейшем принимается как "Шестерня") в условиях среднесерийного производства с применением современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбрана экономически целесообразная заготовка типа «Штамповка».

Разработан технологический процесс механической обработки детали.

Выбраны современные инструменты, а так же рассчитаны элементы режимов резания для всех операций, выполняемых, как на ОЦ с ЧПУ, так и на универсальных станках.

Рассчитаны нормы времени на изготовление детали.

Составлена управляющая программа для токарной операции на обрабатывающем центре.

В методической части проанализированы трудовые функции, входящие в профессиональный стандарт оператора-наладчика, разработан учебно-тематический план повышения квалификации токаря универсала, выбрана дисциплина, для которой разработаны тематические учебные занятия.

ДП44.03.04.185.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кирин Я.В.			Разработка технологического процесса механической обработки детали "Шестерня редуктора"	Лит	Лист	Листов
Пров.		Мигачева Г.Н.				У	2	
Т.контр.						РГППУ, Группа ТО-402		
Н.Контр.		Суриков В.П.						
Утв.								

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ШЕСТЕРНЯ.....	7
1.1. Анализ чертежа детали.....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.3. Определение типа производства.....	9
1.4. Анализ исходных данных, формулирование основных технологических задач.....	10
1.5. Выбор технологических баз.....	11
1.6. Выбор методов обработки поверхностей.....	12
1.7. Разработка технологического маршрута обработки детали Шестерня".....	14
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ.....	16
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА.....	17
3.1. Выбор оборудования.....	17
3.2. Выбор инструмента.....	21
3.3. Выбор средств технического контроля.....	29
4. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМЫ ВРЕМЕНИ.....	30
4.1. Расчет припусков заготовки.....	30
4.2. Расчет и назначение режимов резания.....	34
4.3. Расчет технических норм времени.....	38
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	42
5.1. Система переподготовки персонала.....	42
5.2. Условия обучения.....	44
5.3. Анализ учебной документации.....	44
5.4. Разработка учебно-тематического плана на основе общей базовой программы:.....	48
5.5. Разработка тематического плана дисциплины.....	51

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	64
7.1. Экономическое обоснование выбора заготовки.....	64
7.2. Определение количества технологического оборудования	66
7.3. Определение капитальных вложений	68
7.4. Расчет технологической себестоимости детали	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ.....	81
Приложение А_Задание.....	82
Приложение Б_Перечень листов графических документов.....	83
Приложение В_Технологическая документация.....	84
Приложение Г_Управляющая программа обработки на станке с ЧПУ.....	85

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития машиностроения главным требованием к производству в условиях формирующейся рыночной экономики является экономический фактор. Требование конкурентоспособности для производства ставит задачу повышения качества выпускаемой продукции, увеличение ассортимента при одновременном снижении ее себестоимости.

Реальным решением комплекса поставленных задач может стать автоматизация производства.

За последние годы процесс переоснащения производства новым оборудованием с ЧПУ приобретает все более возрастающую значимость. В настоящее время основная часть металлорежущего оборудования морально и физически устарела, пришла в крайнюю степень изношенности.

Сейчас процесс перехода на новые технологии и освоения нового оборудования в той или иной степени уже затронул многие предприятия – от частных небольших предприятий до структурообразующих гигантов.

Перевооружение дошло и до производств, где выпускают продукцию по давно отлаженному технологическому процессу.

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает ряд преимуществ, таких как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования и, как следствие, производственных площадей;
- сокращение количества персонала;
- отказ от некоторых технологических приспособлений и упрощение их конструкции.

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса механической обработки детали «Шестерня» на основе применения станков с ЧПУ.

Задачами дипломного проекта являются:

Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Шестерня»;

Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;

Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;

Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ.

Разработать методическую программу повышения квалификации для сотрудников, работающих на оборудовании с ЧПУ.

Разработать экономическое обоснование выбора заготовки и технологического процесса обработки детали "Шестерня".

1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ШЕСТЕРНЯ

1.1. Анализ чертежа детали

Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Шестерня» показана на Чертеже Детали

Разрабатываемая деталь служит для передачи крутящего и вращательного момента через зубчатое зацепление.

Таблица 1 – Характеристики детали

Название детали, № чертежа	Тип детали	Материал, ГОСТ	Масса детали, кг
Шестерня	Штамповка	Сталь 18Х2Н4МА, ТУ 14-1-381-72	2

В ходе анализа конструкционных баз детали выделены следующие базы: основные - поверхность В; вспомогательные поверхность Г, поверхность Б.

Данные о материале детали:

Сталь 18Х2Н4МА легированная конструкционная в цементованном и улучшенном состоянии применяется для ответственных деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности, вязкости и износостойкости, а также для деталей, подвергающихся высоким вибрационным и динамическим нагрузкам. Сталь может применяться при температуре от -70 до +450 °С.

Таблица 2 - Химический состав стали 18Х2Н4МА (ГОСТ 4543-71), %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0.14 - 0.2	0.17 - 0.37	0.25 - 0.55	4 - 4.4	до 0.025	до 0.025	1.35 - 1.65	0.3 - 0.4	до 0.3

В ходе качественной оценки технологичности детали выявлено, что технологичность детали находится на среднем уровне.

Количественная оценка:

1) По коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_з} = \frac{2}{3,5} = 0,57,$$

где M_d - масса детали по чертежу, кг;

$M_з$ – масса заготовки, кг.

Коэффициент использования материала показывает, что материал заготовки используется непродуктивно, высокое количество уходит в стружку.

2) Коэффициент точности обработки детали:

$$K_m = \frac{T_n}{T_o} = \frac{29}{34} = 0,85,$$

где T_n - число размеров необоснованной степени точности обработки;

T_o - общее число размеров, подлежащих обработке.

Коэффициент точности обработки детали показывает, что деталь является технологичной, т.к. больше 0,5.

3) Коэффициент шероховатости детали:

$$K_{ш} = \frac{Ш_n}{Ш_o} = \frac{31}{34} = 0,91,$$

где $Ш_n$ - число размеров необоснованной шероховатости;

$Ш_o$ - общее число размеров, подлежащих обработке.

Вывод: в ходе анализа технологичности детали выявлено, что деталь достаточно технологична.

1.3. Определение типа производства

Тип производства на данном этапе проектирования определяется ориентировочно в зависимости от массы детали и годовой программы выпуска:

Годовая программа выпуска деталей – 1500 шт.

Масса детали-2кг

Тип производства: среднесерийное.

Размер производственной партии деталей в среднесерийном производстве может быть определен по формуле

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{1500 \cdot 6}{254} \approx 36 \text{ шт,}$$

где N – годовой объем выпуска деталей;

a = 6...10 – число дней запаса деталей на складе для обеспечения ритмичности сборки;

254 – число рабочих дней в году.

1.4. Анализ исходных данных, формулирование основных технологических задач

В ходе анализа технологического процесса и чертежа выявлены следующие требования к технологичности детали:

1. Требования к термообработке и твердости детали: HRC₂, 2,8...41,5 или по HB 255...375; зубья шестерни, шлицы и поверхности В и Г HRC₂, 55.

2. Необходимо соблюдать точность размеров по следующим квалитетам: Ø40K6, 22H9, Ø126H11, Ø22H12; неуказанные предельные отклонения: отверстий - по H14, валов – по h14, остальные ±IT14/12.

3. Допустимые отклонения форм и расположения поверхностей: радиальное биение поверхностей выступов зубчатого венца относительно общей оси поверхностей В не более 0,07мм; несоосность поверхностей В не более 0,02мм; радиальное биение шлицев по делительной окружности относительно общей оси поверхностей В не более 0,15мм; торцовое биение поверхностей Г относительно оси поверхностей В не более 0,03мм на Ø49мм.

4. Из требований не относящихся к качеству и точности обработки поверхностей выделены следующие технические требования: граница выхода шлифовального круга OE (см вид А) равна $113,5_{-0,3}\text{мм}$; деталь проверять на магнитном дефектоскопе, приемку производить по инструкции ИВ17 (раздел шестерни); в соответствии с ГОСТ 1643-72 допускается вместо контроля допуска на радиальное биение зубчатого венца F_r , предельного отклонения шага зацепления $f_{рв}$ и допуска на погрешность профиля зуба f_t производить контроль допуска на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса F_i^0 и на одном зубе f_i^0 ; допускается подцементация наружных и внутренних поверхностей.

В процессе выполнения должны быть выполнены следующие технологические задачи: обеспечить точность ответственных размеров: $\text{Ø}40\text{K}6$, $22\text{H}9$, $\text{Ø}126\text{H}11$, $\text{Ø}22\text{H}12$; обеспечить точность расположения поверхностей: радиальное биение поверхностей выступов зубчатого венца относительно общей оси поверхностей В не более 0.07мм ; несоосность поверхностей В не более $0,02\text{мм}$; радиальное биение шлицев по делительной окружности относительно общей оси поверхностей В не более $0,15\text{мм}$; торцовое биение поверхностей Г относительно оси поверхностей В не более $0,03\text{мм}$ на $\text{Ø}49\text{мм}$; обеспечить качество обработки поверхностей: $1,25\text{ мкм}$ после механической обработки $\text{Ø}40\text{K}6$; $2,5\text{ мкм}$ после механической обработки $40,5_{-0,2}$; R_z32 после механической обработки $\text{Ø}28$; R_z20 после механической обработки $\text{Ø}126\text{H}11$.

1.5. Выбор технологических баз

Основными технологическими базами при обработке детали будут поверхности В и Г, после обработки шлицев в отверстии шестерни для окончательной обработки поверхности В используются шлицы. Для

Окончание таблицы 5 - Методы обработки

1	2	3	4	5
12	торец	h14	2,5	точение
13	плоскость	h14	10	точение
14	торец	h14	10	точение
15	фаска	h14	10	точение
16	отверстие под шлицы и расточку	H14	10	Сверление
17	стенка отверстия(плоскость)	H14	8	Растачивание
18	фаска	H14	5	Растачивание
19	стенка отверстия(плоскость)	H14	8	Растачивание
20	фаска	H14	5	Растачивание
21	облегчающая канавка	H14	10	Растачивание
22	фаска	H14	10	Растачивание
23	облегчающая канавка	H14	10	Растачивание
24	фаска	H14	10	Растачивание
25	зубья	H6	1,25	зубофрезеровани е, зубошлифование
26	шлицы	H14	10	протягивание

1.7. Разработка технологического маршрута обработки детали "Шестерня"

На этом этапе решаем следующие задачи: разрабатывается общий план обработки детали, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, намечается содержание операций.

Таблица 6 - Проектный технологический маршрут изготовления детали шестерня

№ операции	Наименование операции и ее содержание	Станок (оборудование)	Технологические базы, приспособление
00	Заготовительная. штамповка в горячештамповочных прессах	-	-
005	Токарная на ОЦ с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 МУ с осью С	Необработанные торец и наружная цилиндрическая поверхность. Приспособление: Патрон трехкулачковый самоцентрирующий Револьверная инструментальная головка
010	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5К310	Обработанные торец и наружная цилиндрическая поверхность. Приспособление: Прихваты ручной фиксации. Патрон и оправка для инструмента.
015	Протяжная	Горизонтально протяжный станок 7Б56	Обработанные торец и наружная цилиндрическая поверхность.
020	Термообработка	-	-
025	Токарная С ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 МУ с осью С	Необработанные торец и наружная цилиндрическая поверхность. Приспособление: Патрон трехкулачковый самоцентрирующий Револьверная инструментальная головка
030	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5М841	Обработанные торец и наружная цилиндрическая поверхность. Приспособление: Прихваты ручной фиксации.

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

Для выбора метода получения заготовки необходимо рассмотреть характеристики, которыми должна обладать деталь, тип производства, размеры детали и объем выпуска деталей.

Детали типа шестерня считаются ответственными деталями машин, для них требуется повышенные показатели прочности и надежности, масса детали 2 кг, наибольший диаметр детали 126мм, наименьший-40 мм, длина детали 84,5мм, имеются большие перепады в диаметрах. Тип производства - среднесерийное производство, объем выпуска деталей 1500/год.

Учитывая большие перепады в диаметрах детали нецелесообразно применение проката в связи с низким коэффициентом использования металла. В связи с низкой массой детали, большим объемом производства и сложной формой возможно применение как штампования заготовки, так и литья, но в связи с тем, что деталь имеет ответственное назначение, для нее требуются повышенные показатели прочности и надежности, которым наиболее удовлетворяют штампованные заготовки. Наиболее близкие по форме типы штамповок принадлежат к поковкам, штампуемым на молотах и горячештамповочных прессах 1 группы: плоские поковки, штампуемые в торец.

Вывод: В результате анализа особенностей детали типа шестерня, а так же особенностей производства выбрана заготовка типа штамповка, штампование производится на горячештамповочных прессах в торец.

Таблица 7 – Технические характеристики станка

Система управления	OSP-U100L
Мах. диаметр обработки над станиной	530 мм
Мах. диаметр обработки над суппортом	410 мм
Мах. диаметр обработки	370 мм
Мах. длина обработки	530 мм
Диаметр отверстия шпинделя	62 мм
Скорость вращения шпинделя	45 - 4500 об/мин бесступенчатая
Скорость подачи	0,001 - 1000 мм/оборот
Ускоренное перемещение	20 / 25 м/мин
Мощность основного двигателя	15 кВт
Кол-во позиций револьверной головки	12
Тип приводного инструмента	VDI40

1.2. Для фрезерования зубьев зубофрезерный станок 5К310

Таблица 8 - Технические характеристики

Наибольший модуль нарезаемого колеса, мм	4
Наибольший диаметр нарезаемых цилиндрических прямозубых колес, мм	200
Наибольший угол наклона нарезаемых зубьев обрабатываемых колес, град	± 60
Диаметр стола, мм	200
Конусное отверстие шпинделя	Морзе 4
Пределы оборотов фрезы, мин-1	63-400
Электродвигатель главного привода, кВт	4
Длина, мм	2000
Ширина, мм	1300
Высота, мм	2040
Масса, мм	4350

1.3. Для шлифования зубьев зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5М841

Таблица 9 - Технические характеристики

1	2
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	400
Наименьший диаметр окружности впадин, мм	30
Наибольшая длина заготовки в центрах, мм	440
Модуль, мм	1,5-10
Число зубьев	6-200
Наибольшая ширина зубчатого венца, мм:	
для прямозубых колес	160
для косозубых колес при наклоне зуба:	
15 град.	155
30 град.	140
45 град.	115
Наибольший угол наклона зубьев, град.	45
Диаметр шлифовального круга, мм	350
Количество двигателей, шт.	8
Мощность привода шлифовального круга, кВт	1,5

Окончание таблицы 9 - Технические характеристики

1	2
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	7,92
Точность обработки, DIN	4-5
Габаритные размеры полуавтомата, мм:	
длина	2850
ширина	2315
высота	2085
Масса полуавтомата, кг	8000

1.4 Для протягивания шлицев Горизонтально протяжный станок 7Б56

Таблица 10 - Технические характеристики

1	2
Класс точности	н
Номинальное тяговое усилие, тс	20 тс
Наибольшая длина хода рабочих салазок, мм	1600
Наибольшая настроенная длина хода рабочих салазок, мм	1550
Расстояние от станины до оси отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	280
Максимальный наружный диаметр обрабатываемой детали, мм	600
Размеры рабочей поверхности передней опорной плиты станка, мм	450x450
Диаметр отверстия под планшайбу в опорной плите, мм	200
Диаметр отверстия в планшайбе, мм	160
Привод рабочего хода станка	Гидравл.
Наибольшее давление настройки предохранительного клапана рабочего хода	115
Длина протяжки, мм	- наибольшая 1715 - наименьшая 400
Конусное отверстие в кронштейне вспомогательных салазок Морзе	5

Окончание таблицы 10 - Технические характеристики

1	2
Расстояние от низа основания станка до оси протяжки, мм	975
Диаметр планшайбы, мм	360
Количество Т-образных пазов	4
Ширина Т-образных пазов в планшайбе, мм	14Н9
Наибольшая скорость рабочего хода, м/мин	13
Наименьшая скорость рабочего хода, м/мин	1,5
Габаритные размеры станка, мм	- длина 7200 - ширина 2135 - высота 1950
Масса, кг	7000

3.2. Выбор инструмента

При выборе режущего инструмента следует обратить внимание на технологию изготовления детали, материал детали, используемое оборудование и технические требования. Шестерня изготовлена из конструкционной легированной стали 18Х2Н4МА, для обработки данного материала рекомендуется использовать режущий инструмент со сменными пластинами из твердого сплава (Например GC4325).

В целом оснащение технологического процесса механической обработки режущим инструментом удовлетворяет условие получения высокоточной качественной детали с высокой производительностью труда и с меньшими капитальными затратами на него.

Для обработки используется инструмент фирмы Sandvik Coromant хорошо зарекомендовавшей себя на рынке металлообрабатывающего

инструмента.

Операция 005,025 Токарная с ЧПУ

1) Наружное точение

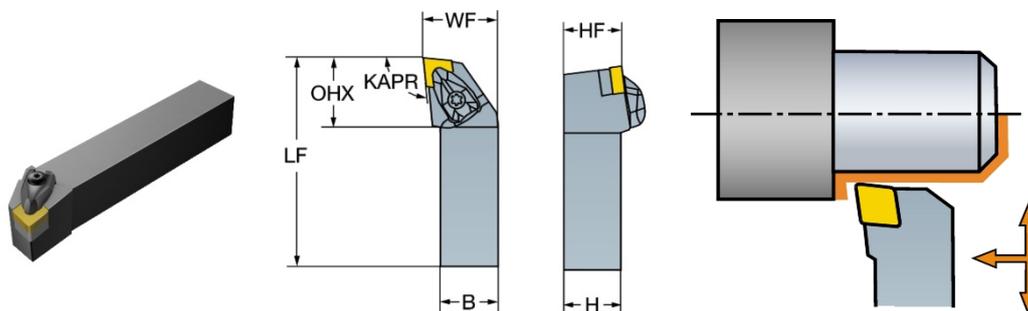


Рисунок 4 - Призматическая державка T-Max® P для точения DCLNR 2020K

Таблица 11 - Характеристики резца

Главный угол в плане (KAPR) 95 deg	Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTER) CNMG 090308
Главный угол в плане (дюйм.) (PSIR) -5 deg	Мах угол врезания (RMPX) 0 deg
Интерфейс со стороны станка (ADINTMS) Rectangular shank -metric: 20 x 20	Угол корпуса со стороны станка (BAMS) 0 deg
Угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) 0 deg	Исполнение (HAND) R
Мах вылет (OHX) 24,8 mm	Тип подвода СОЖ к инструменту (CNCS) 0: without coolant
Демпфирующие свойства (DPC) false	Ширина хвостовика (B) 20 mm
Тип подвода СОЖ к зоне резания (CXSC) 0: no coolant exit	Функциональная длина (LF) 125 mm
Высота хвостовика (H) 20 mm	Функциональная высота (HF) 20 mm
Функциональная ширина (WF) 25 mm	Материал корпуса (BMC) Steel
Крутящий момент (TQ) 1,7 Nm	Масса элемента (WT) 0,428 kg
Эталонная пластина (MIIDM) CNMG 09 03 08	

2) Сверление отверстия

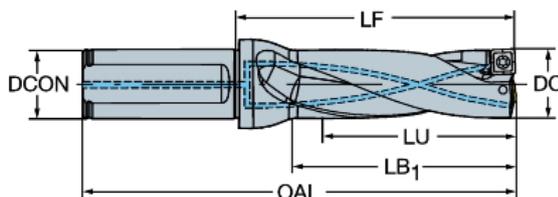


Рисунок 6 - Сверло со сменными пластинами CoroDrill® 880-D2200L25-03

Таблица 13 - характеристики сверла

Диаметр резания (DC) 22 mm
Нижнее отклонение допуска отверстия (TCHAL) 0 mm
Верхнее отклонение допуска отверстия (TCHAU) 0,25 mm
Рабочая длина (LU) 66 mm
Отношение рабочей длины к диаметру (ULDR) 3
Мах предел регулировки (ADJLX) 0,6 mm
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTERC1) CoroDrill 880 - size 04-C (880-040305H-C-GM)
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTERP1) CoroDrill 880 - size 04-P (880-0403W05H-P-GM)
Интерфейс со стороны станка (ADINTMS) Cylindrical shank (ISO9766 drill shank) -metric: 25
Тип подвода СОЖ к инструменту (CNCS) 1: axial concentric entry
Давление СОЖ (CP) 10 bar
Диаметр соединения (DCON) 25 mm
Главный угол в плане (KAPR) 88 deg
Высота режущей части (PL) 0,447 mm
Общая длина (OAL) 143 mm
Функциональная длина (LF) 86,553 mm
Длина корпуса (LB1) 69 mm
Мах частота вращения (RPMX) 21500 r/min
Масса элемента (WT) 0,423 kg

Используемые пластины:

Периферийная пластина:

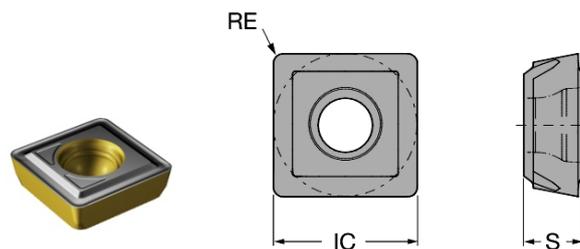


Рисунок 7 - Режущая пластина для сверла CoroDrill® 880-04 03 W07H-P-GR 4324

Таблица 14 - характеристики пластины

Расположение пластины (INSUC) P
Обозначение стружколома (CBMD) GR
Тип операции (СТРТ) High feed
Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) CoroDrill 880 -0403-P
Диаметр вписанной окружности (IC) 7,4 mm
Форма пластины (SC) S
Радиус при вершине (RE) 0,7 mm
Наличие кромки Wiper (WEP) true
Сплав (GRADE) 4324
Основа сплава (SUBSTRATE) HC
Покрытие (COATING) CVD Ti(C,N)+Al2O3
Толщина пластины (S) 2,8 mm
Масса элемента (WT) 0,002 kg

Центральная пластина:

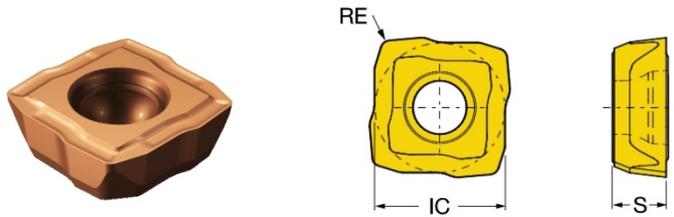


Рисунок 8 - Режущая пластина для сверла CoroDrill® 880-04 03 W07H-P-GR
4324

Таблица 15 - характеристики пластины

Расположение пластины (INSUC) C
Обозначение стружколома (CBMD) GR
Тип операции (СТРТ) High feed
Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) CoroDrill 880 -0403-C
Диаметр вписанной окружности (IC) 6,8 mm
Радиус при вершине (RE) 0,5 mm
Наличие кромки Wiper (WEP) false
Сплав (GRADE) 1044
Основа сплава (SUBSTRATE) HC
Покрытие (COATING) PVD (Ti,Al)N
Толщина пластины (S) 2,8 mm
Масса элемента (WT) 0,002 kg

3) Расточка отверстия

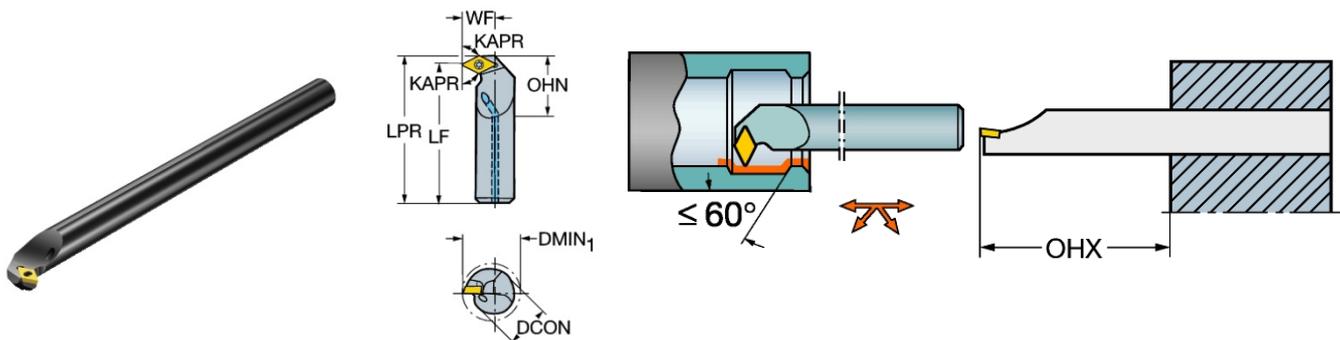


Рисунок 9 - Расточная оправка CoroTurn® 111 A16R-SDXPR 07-ER

Таблица 16 - характеристики пластины

Главный угол в плане (KAPR) 62,5 deg	Главный угол в плане (дюйм.) (PSIR) 27,5 deg
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTER) DPMT 070204	Интерфейс со стороны станка (ADINTMS) Cylindrical shank without clamping features -metric: 16.00
Мах угол врезания (RMPX) 60 deg	Min диаметр отверстия (DMIN1) 22 mm
Угол корпуса со стороны заготовки (BAWS) 0 deg	Угол корпуса со стороны станка (BAMS) 0 deg
Min вылет (OHN) 24 mm	Мах вылет (OHX) 64 mm
Исполнение (HAND) R	Демпфирующие свойства (DPC) false
Тип подвода СОЖ к инструменту (CNSC) 1: axial concentric entry	Тип подвода СОЖ к зоне резания (CXSC) 3: axial inclined exit
Давление СОЖ (CP) 10 bar	Обеспечение точности позиционирования (LOCAP) True
Диаметр соединения (DCON) 16 mm	Программируемая длина (LPR) 204,6 mm
Функциональная длина (LF) 200 mm	Функциональная ширина (WF) 13 mm
Функциональная высота (HF) 0 mm	Диаметр корпуса (BD1) 16 mm
Крутящий момент (TQ) 0,9 Nm	Материал корпуса (BMC) Steel
Эталонная пластина (MIDM) DPMT 07 02 04	Масса элемента (WT) 0,28 kg

Режущая пластина:



Рисунок 10 - Режущая пластина CoroTurn® 111 для точения DPMT 07 02 08-PM 4325

Таблица 17 характеристики пластины

Тип операции (CTPT) Medium
Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE) DP0702
Диаметр вписанной окружности (IC) 6,35 mm
Форма пластины (SC) D
Эффективная длина режущей кромки (LE) 6,952 mm
Радиус при вершине (RE) 0,794 mm
Наличие кромки Wiper (WEP) false
Исполнение (HAND) N
Сплав (GRADE) 4325
Основа сплава (SUBSTRATE) HC
Покрытие (COATING) CVD Ti(C,N)+Al2O3+TiN
Толщина пластины (S) 2,381 mm
Задний угол главный (AN) 11 deg
Масса элемента (WT) 0,001 kg

					<i>ДП44.03.04.185.ПЗ</i>	Лист
						27

4) Для точения облегчающей канавки

Резец фасонный специальный

Операция 010 Зубофрезерная

Фреза червячная 2510-4079 ГОСТ 9324-80

Операция 015 Протягивание шлицев

Протяжка 2403-0334 ГОСТ 25158-82

Операция 030 Зубошлифовальная

Круг шлифовальный, ГОСТ 2424-83

D 250, T20, H76, F4, $\alpha 40^\circ$

3.3. Выбор средств технического контроля

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется в основном с помощью стандартного мерительного инструмента. Так же в некоторых случаях используется универсальный мерительный инструмент.

Средствами технического контроля выбираются:

Штангенциркуль цифровой ШЦ-I-150-0.01 ГОСТ 166-89

Прибор для контроля профиля зуба зубчатых колес - эвольвентомер:
мелкомодульный БВ-5057

Калибр-скоба 8113-0262 Ø40k6 (проходная) ГОСТ 16775-93

Калибр-скоба 8113-0262 Ø40k6 (непроходная) ГОСТ 16775-93

Калибр-скоба 8113-0270 Ø50 ГОСТ 16775-93

Калибр-скоба Ø126H14 специальная (проходная) ГОСТ 16775-93

Калибр-скоба Ø126H14 специальная (непроходная) ГОСТ 16775-93

Калибр-пробка 8133-0942 Ø28

Калибр-пробка 8133-0936 Ø22

4. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ И НОРМЫ ВРЕМЕНИ

4.1. Расчет припусков заготовки

При проектировании технологического процесса механической обработки необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные.

Промежуточный - припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Операционный - припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий - припуск, который удаляют в процессе механической обработки поверхности для получения чертежных размеров и определяется разностью размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливают допуск.

Имеются два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков.

Расчёт для поверхности $\varnothing 40_{-0,013}^{+0,003}$ мм, шероховатость поверхности Ra 1,25. Результаты вычислений приведем в виде таблицы 17.

Таблица 17 - Расчет припусков

Технологические переходы обработки поверхности втулки Ø 40к6 мм	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	p	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка штамповка	160	200	250			42,467	2,0	42,467	44,467		
Черновое обтачивание	100	100	250	100	1220	41,247	0,62	41,247	41,867	1,22	2,6
Чистовое обтачивание	40	40	0	0	1100	40,147	0,1	40,147	40,247	1,1	1,62
Чистовое шлифование	5	5	0	0	160	39,987	0,016	39,987	40,003	0,16	0,244
Итого:										5444	7415

Погрешность установки ε_y детали в приспособлении на выполняемой операции определяется путем суммирования ε_6 и ε_3

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = 100 \text{ мкм.}$$

где $\varepsilon_3 = 100$ мкм (табл. 38 [2])

$\varepsilon_6 = 0$ (табл. 36 [2])

Суммарное значение пространственных отклонений при креплении в трехкулачковом самоцентрирующемся патроне:

$p=0,25$ мм

Расчетные минимальные припуски:

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}]$$

Под черновое обтачивание

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (160 + 200 + 250) = 2 \cdot 610 \text{ мкм}$$

Под чистовое обтачивание

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot (100 + 100 + 250 + 100) = 2 \cdot 550 \text{ мкм}$$

Под чистовое шлифование

$$2Z_{i\min} = 2 \cdot (40 + 40) = 2 \cdot 80 \text{ мкм}$$

Расчетные минимальные размеры:

$$D_{p\text{ дет}} = 39,987 \text{ мм}$$

$$D_{p2} = 39,987 + 2 \cdot 0,080 = 40,147 \text{ мм}$$

$$D_{p1} = 40,147 + 2 \cdot 0,550 = 41,247 \text{ мм}$$

$$D_{p\text{ заг}} = 41,247 + 2 \cdot 0,610 = 42,467 \text{ мм} = 42,467 \text{ мм}$$

Минимальные размеры:

$$D_{\min\text{ дет}} = 39,987 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 40,147 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 41,247 \text{ мм}$$

$$D_{\min\text{ заг}} = 42,467 \text{ мм}$$

Максимальные размеры:

$$D_{\max\text{ дет}} = 39,987 + 0,016 = 40,003 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 40,147 + 0,1 = 40,247 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 41,247 + 0,62 = 41,867 \text{ мм}$$

$$D_{\max\text{ заг}} = 42,467 + 2,0 = 44,467 \text{ мм}$$

Предельные значения припусков наименьшие:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\min i-1} - D_{\min i}$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 40,147 - 39,987 = 0,16 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 41,247 - 40,147 = 1,1 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min 1}^{np} = 42,467 - 41,247 = 1,22 \text{ мм}$$

Предельные значения припусков наибольшие:

$$2Z_{\max i}^{np} = D_{\max i-1} - D_{\max i}$$

$$2Z_{\max 3}^{np} = 40,247 - 40,003 = 0,244 \text{ мм}$$

										Лист
										32

$$2Z_{\max 2}^{np} = 41,867 - 40,247 = 1,62 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 44,467 - 41,867 = 2,6 \text{ мм}$$

Проверка:

$$2Z_{\max i}^{np} - 2Z_{\min i}^{np} = T_{i-1} - T_i$$

$$0,244 - 0,16 = 0,1 - 0,016 = 0,084 \text{ мм}$$

$$1,62 - 1,1 = 0,62 - 0,1 = 0,52 \text{ мм}$$

$$2,6 - 1,22 = 2 - 0,62 = 1,38 \text{ мм}$$

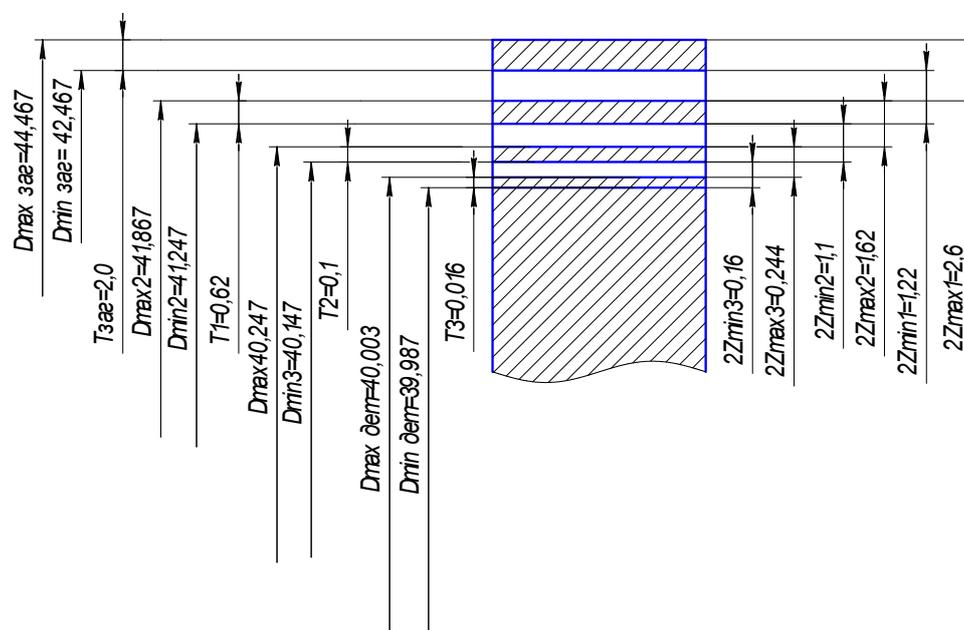


Рисунок 11 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности

Опытно-статистический (табличный) метод расчета припусков

На остальные обрабатываемые поверхности детали (кроме одной расчетно-аналитической) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 7505-89) и сводятся в таблицу 18.

Переход 1. Точить поверхность 2 в размер $\varnothing 40k6_{-0,013}^{+0,003}$ на длину 22 мм получисто.

Инструмент – резец CoroTurn 107.

Глубина резания: $t = 1,75$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,187$ мм/об.

Период стойкости резца $T = 15$ мин.

Скорость резания $V_{C0} = 414$ м/мин.

Действительная скорость резания

$$V_C = V_{C0} \cdot k_{НВ} \cdot k_t,$$

где $k_{НВ}$ – поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твердости обрабатываемого материала и табличного значения;

k_t – поправочный коэффициент для периодов стойкости, отличных от 15 мин.

$$V_C = 414 \cdot 1,15 \cdot 1 = 476 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 476}{\pi \cdot 40} = 3790 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 3800$ мин⁻¹.

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 40 \cdot 3800}{1000} = 477 \text{ м/мин.}$$

Основное время обработки

$$T_o = \frac{L}{S_m} \cdot i = \frac{23,5}{711} \cdot 1 = 0,03 \text{ мин.}$$

Длина обработки

$$L = l + l_{вр} + l_{пер} = 20 + 2 + 1,5 = 23,5 \text{ мм,}$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, $l = \frac{40 - 0}{2} = 20$ мм;

$l_{вр}$ – величина на врезание, $l_{вр} = 2$ мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, $l_{пер} = 1,5$ мм;

S_m – минутная подача, $S_m = S \cdot n = 0,187 \cdot 3800 = 711$ мм/мин;

i – число проходов, $i = 1$.

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 19.

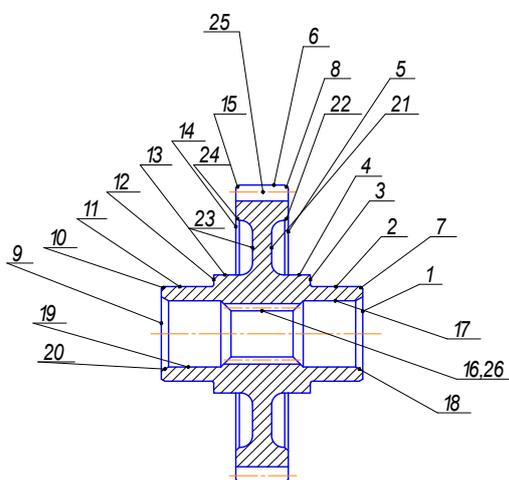


Рисунок 12 - схема расположения поверхностей

Таблица 19 - Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания			
				Глубина резания, t , мм	Частота вращения шпинделя, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Подача на оборот, S , мм/об
1	2	3	4	5	5	7	8
005	Токарная с ЧПУ	1	Ø40	2	721	285	0.374
		2	22	2	721	285	0.374
		3	Ø50	2	721	285	0.374
		4	9,25	2	721	285	0.374
		5	Ø126	2	721	285	0.374
		6	22	2	721	285	0.374

Продолжение таблицы 19 - Режимы резания

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

		7	Ø22	11	2680	185	0.171
		8	Ø28	1.5	4240	333	0.282
		9	23	7,5	354	25,53	0,06
		10	Ø40	1.5	721	285	0.374
		11	22	1,75	721	285	0.374
		12	Ø50	3.75	721	285	0.374
		13	9,25	1.5	721	285	0.374
		14	Ø126	1.75	721	285	0.374
		15	Ø22	11	2110	146	0.171
		16	Ø28	1.75	2390	301	0.187
		17	23	7,5	354	25,53	0,06
010	Зубофрезерная	1	22	6,5	70	24,57	1,225
015	Протяжная	1	34,5	5,5	-	3,5	Sz=0,15 мм/зуб
025	Токарная с ЧПУ	1	Ø40	1.5	3000	206	0.707
		2	22	1,75	3800	477	0,187
		3	Ø50	3.75	1540	242	0.35
		4	9,25	1.5	1540	242	0.35
		5	Ø126	1.75	612	242	0.35
		6	22	1.75	521	206	0.707
		7	Ø40	1.5	3000	206	0.707
		8	22	1,75	3800	477	0,187
		9	Ø50	3.75	1540	242	0.35
		10	9,25	1.5	1540	242	0.35
		11	Ø126	1.75	612	242	0.35

Окончание таблицы 19 - Режимы резания

1	2	3	4	5	6	7	8	
					<i>ДП44.03.04.185.ПЗ</i>			Лист
								37

		12	22	1.75	521	206	0.707
030	Зубошлифовальная	1	22	0,005	54	30	1,6

4.3. Расчет технических норм времени

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, на выполнение технологической операции.

в массовом производстве определяется норма штучного времени $T_{шт}$:

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{от},$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин.;

n – количество деталей в настроечной партии, шт.;

t_o – основное время, мин.;

t_b – вспомогательное время, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы:

$$t_b = t_{у.с} + t_{з.о} + t_{пер} + t_{из},$$

где $t_{у.с}$ – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{пер}$ – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$ – время на измерение детали, мин.;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное (технологическое) время t_o определяется расчетом по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов (для станочных работ) по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_0},$$

где l – расчетная длина обрабатываемой поверхности (расчетная длина хода инструмента или заготовки в направлении подачи), мм;

i – число рабочих ходов;

S_0 – минутная подача инструмента, мм/об.

n – частота вращения, об/мин.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности

$$l = l_o + l_{вр} + l_n + l_{сх},$$

где l_o – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

$l_{вр}$ – длина врезания инструмента, мм;

l_n – длина подвода инструмента к заготовке, мм;

$l_{сх}$ – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Длину l_o берут из чертежа обрабатываемой поверхности заготовки; $l_{вр}$, l_n , $l_{сх}$ определяют по нормативам ($l_n = l_{сх} \approx 1 \dots 2$ мм). Значение $l_{вр}$ можно определить расчетным путем по схеме обработки.

Вспомогательное время устанавливается по нормативам для каждого перехода.

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем

$$t_{оп} = t_o + t_b$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_o + t_b + t_{об} + t_{от},$$

где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время на операцию;

n – количество деталей в партии, шт;

t_o – основное (машинное) время, мин;

t_B – вспомогательное время, мин;

$t_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин;

$t_{от}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин;

Вспомогательное время:

$$t_B = t_{y.c} + t_{уп} + t_{изм},$$

где $t_{y.c}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{з.о.}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$ – время на приемы управления, мин;

$t_{изм}$ – время на измерение детали, мин;

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг},$$

где $t_{тех}$ – время на техническое обслуживание, мин;

$t_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин;

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{очн} + t_{всн}) = 0,06 \cdot t_{он}$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{очн} + t_{всн}) = 0,04 \cdot t_{он}.$$

Таблица 20 - Сводная таблица технических норм времени по операциям

Номер и наименование операции	t _о , мин	t _в			t _{обс}	t _{отп}	t _{шт}	t _{п-з}	t _{ш-к}
		t _{уст}	t _{пер}	t _{из}					
005 Токарная с ЧПУ	1,024	0,36	0,56	1,79	0,22	0,15	4,1	20	4,66
010 Зубофрезерная	26,17	0,3	0,08	0,33	1,08	1,08	29,04	21	29,62
015 Протяжная	0,14	0,3	0,18	0,21	0,03	0,05	0,91	9	1,16
020 Термообработка	-	-	-	-	-	-	-	-	-
025 Токарная многошпиндельная	0,239	0,36	0,56	1,79	0,22	0,15	4,1	20	4,66
030 Зубошлифовальная	0,616	0,3	0,88	0,33	0,13	0,09	2,35	160	6,79

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Система переподготовки персонала

На данном этапе развития промышленности, производство характеризуется высокой степенью автоматизации и компьютеризации производственных процессов. Автоматизация и компьютеризация производственных процессов выражается во все большем применении систем, обеспечивающих механическую обработку с минимальным вмешательством человека, а именно систем ЧПУ. В связи с все большим применением систем ЧПУ специальность "Оператор-наладчик станков с ЧПУ (числовым программным управлением)" пользуется большим спросом на современном рынке труда, но на данный момент времени подготовка достаточного количества кадров затруднена и в полной мере не покрывается выпускниками профессионально-технических училищ. Техника обновляется, и производственные предприятия стараются закупать станки с ЧПУ, так как они отличаются большей производительностью, так же они являются быстро перенастраиваемыми, заказы на них выполняются точно и в срок, с сохранением высокой степени точности и качества деталей.

В связи с нехваткой рабочих кадров, поступающих из профессионально-технических училищ, операторов станков с программным управлением подготавливают в учебном центре предприятия.

Программы производственного обучения составлены так, чтобы по ним можно было обучать оператора станков с программным управлением непосредственно на рабочем месте в процессе выполнения им различных производственных заданий.

Применение станков с программным управлением обеспечивает высокую степень автоматизации обработки изделий, улучшает их

качество, точность, повышает культуру производства и сводит физический труд к минимуму.

Оператор станков с ЧПУ (сверлильных, токарных, фрезерных и расточных) выполняет следующие основные функции: непосредственное обслуживание станка (подготовку и уборку рабочего места, установку и съем детали, уход за станком); производство контрольно-измерительных операций (осмотр заготовки детали и режущего инструмента, измерение, контроль размеров обработанных деталей); наладку станка на новую партию деталей (подготовку и установку рабочих органов станка, режущего инструмента, приспособлений для обработки деталей).

Оператор станков с программным управлением должен обладать хорошим пространственным представлением (для чтения чертежей, установки режимов работы), точным глазомером (для установки детали, для правильной ручной подачи сверла), памятью на числа, формы и пространственные расположения (для запоминания расположения кнопок, тумблеров на пульте и пр.). Для него важны такие качества, как аккуратность и тщательность (при измерениях), координация движений рук (при закреплении и снятии деталей) и т.п.

К концу обучения каждый рабочий должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии. Срок обучения 2 месяца.

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Шестерня» обработка производится на токарном обрабатывающем центре с ЧПУ. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 3 разряда.

5.2. Условия обучения

Обучение проводится на базе учебного центра "Сократ".

Теоретическая часть обучения проводится непосредственно в учебном центре, обучение программированию проводится на симуляторах стоек ЧПУ Fanuc 21, Fanuc 31.

5.3. Анализ учебной документации

Наименование документа: Профессиональный стандарт. Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением

Наименование вида профессиональной деятельности:

Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Основная цель вида профессиональной деятельности:

Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей.

Вид трудовой деятельности (группа занятий):

Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Выпускник должен быть готов к профессиональной деятельности:

- при освоении рабочей профессии - по выполнению работ на станках с программным управлением в качестве оператора станков с программным управлением 2 разряда.

- при обучении повышения квалификации – по выполнению работ на станках с программным управлением в качестве оператора станков с программным управлением соответствующего ЕТКС разряда (3разряд)

Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт

Обобщенные трудовые функции: Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности (уровень квалификации – 3)

К трудовым функциям относится:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;
- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

Результатами освоения образовательной программы по рабочей профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» определяются приобретенными выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Возможные наименования должностей:

Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й

квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Требования к образованию и обучению: Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих.

Требования к опыту практической работы: Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Рассмотрю трудовую функцию «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7–8 квалитетам» В/01.3.

Таблица 21 - Необходимые знания, умения, навыки

1	2
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8-14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
	Пользоваться встроенной системой измерения детали
	Отслеживать состояние и износ инструмента
	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8-14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
	Пользоваться встроенной системой измерения детали
	Отслеживать состояние и износ инструмента

Окончание таблицы 21 - необходимые знания, умения, навыки

1	2
	<p>Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок</p> <p>Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</p> <p>Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты</p> <p>Выполнять наладку одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ</p>
Необходимые знания	<p>Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости</p> <p>Параметры и установки системы ЧПУ станка</p> <p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p> <p>Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков</p> <p>Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p> <p>Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ</p> <p>Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p> <p>Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</p> <p>Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы</p> <p>Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности</p> <p>Правила пользования средствами индивидуальной защиты</p> <p>Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ</p> <p>Виды брака и способы его предупреждения и устранения</p> <p>Требования по рациональной организации труда на рабочем месте</p>
Другие характеристики	<p>Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации</p> <p>Наличие II квалификационной группы по электробезопасности</p>

При повышении квалификации обучаемый располагает знаниями и умениями полученными в процессе обучения по специальности. В задачу учебных центров или учебных образовательных учреждений при данных обстоятельствах входит предоставление новой информации, необходимой по специальности для данного разряда рабочего, но для определения необходимой информации требуется определить знания и умения уже приобретенные обучаемыми. В связи с этим в методической части дипломной работы будут рассмотрены необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»: Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок. Этот учебный материал относится к дисциплине «Техническое черчение».

5.4. Разработка учебно-тематического плана на основе общей базовой программы:

Срок освоения программы

- повышение квалификации рабочих – 160 часов при очной форме обучения.

Продолжение таблицы 23 - покрываемости требуемых по проф. стандарту знаний и умений материалом предложенных дисциплин

1	2
	Выполнять наладку однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ Параметры и установки системы ЧПУ станка Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков
Техническое черчение и чтение чертежей	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок
Основы электротехники	Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Допуски и технические измерения	Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов
Охрана труда на машиностроительных предприятиях	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности Правила пользования средствами индивидуальной защиты
Материаловедение	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Сведения из технической механики	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
Основы организации производства и оплата труда	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте

Окончание таблицы 23 - покрываемости требуемых по проф. стандарту знаний и умений материалом предложенных дисциплин

Выполнение работ на станках с программным управлением	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
	Пользоваться встроенной системой измерения детали

5.5. Разработка тематического плана дисциплины

Таблица 24 - Тематический план дисциплины «Техническое черчение и чтение чертежей»

Разделы дисциплины	Тема дисциплины	Количество часов
1. ЕСКД и чертежи деталей	1.1. ЕСКД. Назначение и применение чертежей в технике и металлообработке.	2
	1.2. Чертеж детали – его основные компоненты. Правила нанесения размеров на чертеж детали. Обозначения на чертежах. Разрезы, сечения и выносные элементы - их виды, назначение и обозначения, чтение чертежа детали.	4
2. Сборочный чертеж и схемы.	2.1. Сборочный чертеж, его назначение. Спецификация и ее назначение и содержание.	2
	2. 2. Схемы – кинематические, технологические и др. условные обозначения кинематических схем. Правила чтения кинематических схем.	2
Итого		10

Тема учебного занятия: Сборочный чертеж, его назначение. Спецификация и ее назначение и содержание.

Цели учебного занятия: **Обучающие:** формирование знаний и умений чтений рабочего чертежа и спецификации детали, формирование новых навыков.

1. сформировать знания о назначении и принципах анализа сборочных чертежей;
2. сформировать умение анализировать, читать и оформлять спецификацию.

Развивающие:

- Развить внимательность и наблюдательность при анализе сборочных чертежей;
- Развить внимательность при анализе спецификации.

Воспитательные: Вызвать познавательный интерес, воспитать ответственное отношение к трудовой деятельности.

Тип учебного занятия: Лекции.

Методы обучения

- Объяснение
- Рассказ
- Демонстрация
- Иллюстрации
- беседа

Средства обучения

- Учебник Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник / А.А. Чекмарев. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 396 с.
 - Учебное пособие Чтение рабочих чертежей : учебное пособие / А.Н. Феофанов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.
 - Рабочее место преподавателя с лицензионным программным обеспечением
 - Мультимедиа проектор
 - Экран проекционный
- Форма организации УПД: фронтальная.
- Деятельность преподавателя и учащихся с учетом фактора времени и оснащения сведена в таблицу.

Таблица 25 - Модель деятельности преподавателя и учащихся на занятии

Этап урока	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся	Средства обучения	Время этапа урока, мин
Организационный	Приветствует обучающихся, отмечает присутствующих	Приветствуют преподавателя		1
Мотивация учебной деятельности учащихся	Сообщает тему и цели занятия.	Слушают.	Проектор, экран, презентация	2
Актуализация опорных знаний	Проводит опрос	Отвечают на вопросы преподавателя.	Проектор, экран	4
Сообщение нового материала	Объяснение нового материала. Демонстрация приемов выполнения чертежа Слайды №3-12	Каждый учащийся смотрит примеры сборочных чертежей, определяет, сколько элементов входит в сборочный чертеж, учится понимать принцип работы и то, для чего предназначено данное изделие, исходя из надписей в рамке документа; учится определять назначение сборочного изделия; учится разбираться, для чего нужна каждая отдельная деталь, ее особенности расположения и работы по отношению к другим элементам; определять, в какой последовательности будет производиться разборка и сборка изделия (прочтение основной надписи в рамке, содержания чертежа и его особенностей, соотнесение информации в спецификации и на поле чертежа).	Проектор, экран, презентация, Примеры сборочных чертежей	21
Закрепление полученных знаний	Задаёт вопросы по теме, задание по карточке (рис.17)	Отвечают устно на вопросы и по карточке с заданием	Карточка-задание	15
Подведение итогов занятия	Делает выводы по новому учебному материалу	Высказывают мнение об особенностях оформления сборочных чертежей. Прощаются с преподавателем.		2

План-конспект теоретического обучения

Раздел дисциплины 2(таблица 24). Сборочный чертеж и схемы

Тема занятия: 2.1. Сборочный чертеж, его назначение.

Спецификация и ее назначение и содержание.

Цели урока: Обучающие: формирование знаний и умений анализа сборочного чертежа, чтения спецификации.

Развивающие: Развить умение анализировать сборочных чертежей; Развить умение анализировать спецификации.

Воспитательные: воспитывать интерес к изучению предмета и осознание ее важности в профессии.

Ход урока

I. Организационный этап. (2 мин.)

- приветствие;
- проверка явки учащихся;
- заполнение преподавателем классного журнала;
- проверка готовности учащихся к уроку.

II. Сообщение темы и цели учебного занятия. (2 мин.) Слайд 1, 2.

Тема учебного занятия: «Сборочный чертеж, его назначение. Спецификация и ее назначение и содержание», запись в рабочей тетради.

☉ *Цель занятия:* формирование знаний и умений анализа сборочного чертежа, чтения спецификации.

☉ Развить умение анализировать сборочные чертежи; Развить умение анализировать спецификации;

III. Актуализация знаний учащихся (4 мин.)

Фронтальный опрос.

Вопросы: Что называется изделием?

--	--	--	--	--

Ответ: Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии.

Вопрос: Какие документы необходимы рабочему, чтобы изготовить детали, а затем правильно собрать из них изделие?

Ответ: Необходимы рабочие и сборочные чертежи.

Вопрос: Что такое деталь?

Ответ: Деталь - изделие, изготовленное из отдельного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

IV. Сообщение нового материала (21 мин)

Виды изделий:

- а) детали;
- б) сборочные единицы;
- в) комплексы;
- г) комплекты.

Деталь - изделие, изготовленное из отдельного по наименованию и марке материала, без применения сборочных операций.

Сборочная единица - изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, клепкой, развальцовкой, склеиванием и т.п.)

К конструкторским документам относятся графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия.

К графическим документам относятся:

- а) чертеж детали;
- б) сборочный чертеж;
- в) чертеж общего вида и т.д.

К текстовым документам относятся спецификация, различные ведомости, технические условия, таблицы и т.д.

Чертеж детали - документ, содержащий изображение и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

Сборочный чертеж - документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля.

Чертеж общего вида - документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия. В отличие от сборочного чертежа по чертежу общего вида можно представить не только взаимосвязь и способы соединения деталей, но и конструкцию каждой детали в отдельности.

Требования к сборочному чертежу

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109 - 73.

Сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;

- б) размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

- в) указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);

- г) номера позиций составных частей, входящих в изделие;

- д) габаритные размеры изделия;
- е) установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- а) фаски, округления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки, оплетки и другие мелкие элементы;

- б) зазоры между стержнем и отверстием;

- в) крышки, щиты, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом над изображением делают соответствующую надпись, например: "Крышка поз. 3 не показана";

- г) видимые составные части изделий или их элементы, расположенные за сеткой, а также частично закрытые впереди расположенными составными частями;

- д) надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия из прозрачного материала изображают как непрозрачные.

Допускается на сборочных чертежах составные части изделий и их элементы, расположенные за прозрачными предметами, изображать как видимые, например: шкалы, стрелки приборов, внутреннее устройство ламп и т. п.

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

Номер позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии.

Номер позиций наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Чтобы найти изображение той или иной детали, входящей в изделие, определяют по таблице ее номер, отыскивают его на чертеже и по линии-выноске находят его изображение. Цифры, обозначающие позиции, должны быть крупнее цифр размерных чисел.

Сборочный чертеж содержит изображения нескольких деталей, основные сведения о которых необходимо сообщить.

Спецификация определяет состав сборочной единицы. Она облегчает чтение сборочного чертежа, необходима для комплектования конструкторских документов на данное изделие.

Для определения состава сборочной единицы на отдельных листах формата А4 выполняется спецификация. Форма и порядок заполнения спецификации установлены ГОСТ 2.108 - 68.

Заглавный (первый) лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104 - 68) по форме "2", а последующие листы - по форме "2а".

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы:

1. Документация (сборочный чертеж);
2. Сборочные единицы (если они есть);
3. Детали;

4. Стандартные изделия;
5. Материалы (если они есть).

Для большинства сборочных чертежей спецификация имеет три раздела: 1-ый, 3-ий, 4-ый.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

1. В раздел "Документация" вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают "Сборочный чертеж".

2. В разделы "Сборочные единицы" и "Детали" вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

3. В раздел "Стандартные изделия" записывают изделия, применяемые по государственным, отраслевым или республиканским стандартам. В пределах каждой категории стандартов запись производят по однородным группам, в пределах каждой группы - в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования - в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандартов - в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

4. В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.108 - 68. В пределах каждого вида материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов, а в пределах каждого наименования - по возрастанию размеров и других параметров.

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе "Формат" указывают обозначение формата.

В графе "Поз." указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе "Документация" графу "Поз." не заполняют.

В графе "Обозначение" указывают обозначение составной части сборочной единицы, например: разделах "Стандартные изделия" и "Материалы" графу "Обозначение" не заполняют.

В графе "Наименование" указывают наименование составной части сборочной единицы.

Сборочной единицей называют изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе путем сборочных операций. Такими сборочными операциями являются свинчивание, клепание, сварка, склеивание, пайка и др. Для изготовления изделия, определения его состава и устройства, а также данных для его эксплуатации, контроля, ремонта служат различные конструкторские документы.

Цифрами указываются позиции деталей. Номера позиций помещают на полках линий - выносок. Полки и линии - выноски проводят сплошными тонкими линиями. Линия - выноска может иметь не более одного излома. Один конец линии - выноски соединяется с полкой, а другой должен заходить на изображение детали и заканчиваться точкой.

Детализирование сборочного чертежа – это довольно кропотливая и нелегкая работа. Имея только общую сборку детали, нужно на основании этого чертежа и спецификации сделать чертежи всех деталей, причем выбрать наиболее удобный ракурс для их выполнения и нанесения всех необходимых размеров и обозначений. Какого размера будет отдельная

деталь, узнают, исходя из масштаба общего чертежа и размера данной детали на нем. Размеры стандартных деталей берутся из справочника по стандартам, а не из данных чертежа. Детализовка сборочного чертежа обычно состоит из трех этапов:

- прочтение сборочного чертежа, имеющего общий вид;
- определение форм отдельных деталей;
- чертеж каждой детали.

Чтение сборочных чертежей подразумевает под собой, в первую очередь, предварительное изучение информации о том, как устроено изделие и как оно работает.

При чтении чертежей нужно:

- понять принцип работы и то, для чего предназначено данное изделие, исходя из надписей в рамке документа;
- определить, из каких составных частей состоит изделие по спецификации;
- разобраться, для чего нужна каждая отдельная деталь, ее особенности расположения и работы по отношению к другим элементам;
- определить, в какой последовательности будет производиться разборка и сборка изделия (прочтение основной надписи в рамке, содержания чертежа и его особенностей, соотнесение информации в спецификации и на поле чертежа);
- изучить описание готового изделия или его аналога;
- выяснить способ, при помощи которого отдельные детали крепятся друг к другу.

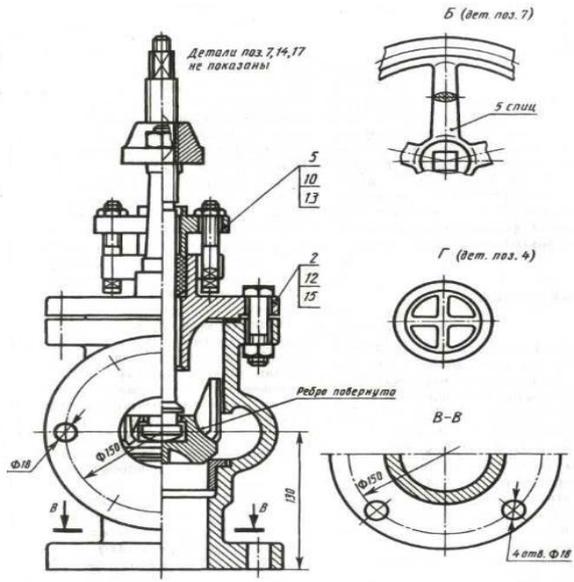
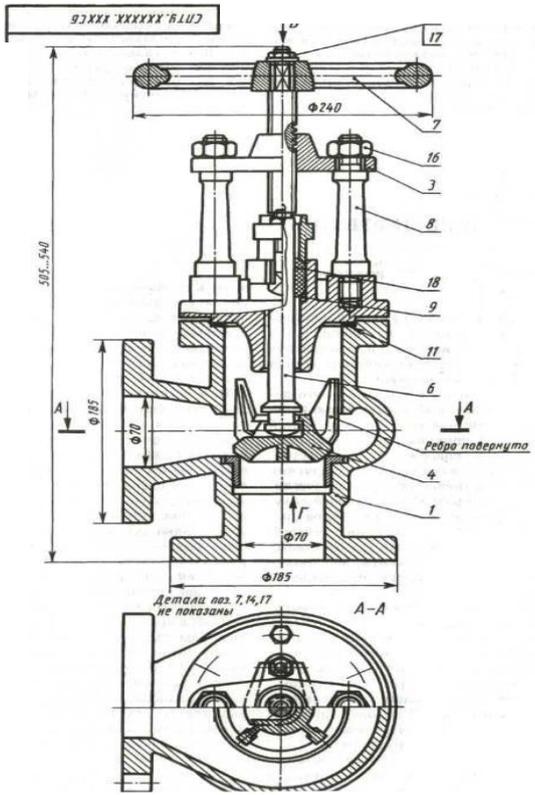
Таблица 26 - различия рабочего чертежа от сборочного

Рабочий чертеж	Сборочный чертеж
Выполняются по стандартам ЕСКД (форматы, основная надпись, линии, шрифт)	
Используются изображения (виды, сечения, разрезы, условности, упрощения)	
Дано изображение детали	Дано изображение сборочной единицы
Служит для изготовления детали	Служит для сборки изделия из деталей
Проставлены все размеры	Габаритные, присоединительные, установочные
	Проставлены номера позиций
	Спецификация

V. Закрепление полученных знаний (15 мин)

Таблица 27 - Вопросы по теме и примерные ответы на них

Вопрос	Примерный ответ
Что такое сборочный чертеж?	Документ, содержащий изображение изделия и другие данные, необходимые для его сборки (изготовления) и контроля.
Что входит в состав сборочного чертежа?	<ul style="list-style-type: none"> • изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей; • установочные, присоединительные и эксплуатационные размеры; • указания о характере и способе соединения деталей; • номера позиций.
Назначение спецификации	Спецификация - текстовый документ, определяющий состав сборочной единицы.
Разновидности размеров на сборочном чертеже	<ul style="list-style-type: none"> • присоединительные; • установочные; • эксплуатационные
Из каких граф состоит спецификации?	Зона, формат, позиция, наименование, обозначение, количество, примечание.



Размеры для справок

					СПТУ. ХХХХХ. ХХХСБ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой	9/	1:1
Разраб.							
Прош.							
И. вентр.							
Уст.							

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Наименование	Кол.	Примечание
					Документация		
					СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХСБ		Сборочный чертеж
							Сборочные единицы
И1	1	СПТУХХ.ХХХХ.ХХ1			Корпус	1	
					Детали		
И2	2	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ2			Крышка	1	
И3	3	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ3			Траверса	1	
И4	4	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ4			Клапан	1	
И5	5	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ5			Крышка сальника	1	
И6	6	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ6			Шпindelь	1	
И7	7	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ7			Маховик	1	
И8	8	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ8			Колодка	2	
И9	9	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ9			Кольцо	1	
И10	10	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ10			Болт специальный М12	2	
И11	11	СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХ11			Прокладка	1	
					Стандартные изделия		
					Болт М18*70.58 ГОСТ 7798-70	6	
					Гайки ГОСТ 5915-70		
					2М12.09	2	
					СПТУ.ХХ.ХХХХ.ХХХ		
					Вентиль угловой		
					Лист 1 / 2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой		
Разраб.					9/ 1 / 2		
Прош.							
И. вентр.							
Уст.							

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Наименование	Кол.	Примечание
	14				2М16.5.019	1	
	15				2М20.5.019	6	
	16				М24.5.019	2	
	17				Шайба 16.01.019/ГОСТ1371-78	1	
					Материалы		
	18				Пенька ППГОСТ 9993-74	0,015	кг
					Вентиль угловой		
					Лист 2		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вентиль угловой		
Разраб.					9/ 1 / 2		
Прош.							
И. вентр.							
Уст.							

Рисунок 13 - Карточка – задание

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Шестерня» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1500 штук в год.

7.1. Экономическое обоснование выбора заготовки

В ходе экономического обоснования выбора заготовки требуется: сравнить коэффициент использования материала у базового и разработанного варианта получения заготовки, а так же сравнить стоимость заготовок с учетом их черновой обработки (расчет ведется по [6,с.61]).

Сравнение коэффициентов использования материала заготовки:

Базовый вариант заготовки:

$$K_{им} = \frac{M_0}{M_3} = \frac{2}{5,8} = 0,35$$

Предлагаемый вариант заготовки:

$$K_{им} = \frac{M_0}{M_3} = \frac{2}{3,5} = 0,57$$

В ходе сравнения выявлено улучшение коэффициента использования материала заготовки на 22%, что является достаточно существенным.

Сравнение стоимости заготовок с учетом их черновой обработки:

Расчет стоимости базовой заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки:

$$C_3 = M \cdot Ц_{м} - M_0 \cdot Ц_0 + C_{з.ч} T_{шт} \left(1 + \frac{C_{ц}}{100} \right) =$$
$$5,8 \cdot 0,47 - 3,8 \cdot 0,03 + 0,503 \cdot 0,0215 \cdot \left(1 + \frac{100}{100} \right) = 2,726 - 0,114 + 0,022 = 2,604 \text{ р}$$

где М – масса исходного материала на одну заготовку, кг(5,8кг).

Ц_м – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки(горячая штамповка 0,47р/кг).

М₀ – масса отходов материала кг(3,8кг).

Ц₀ – цена 1 кг отходов – 0,03 руб.

С_{з.ч} – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.-ч. – 0,503 руб./чел.-ч

T_{шт(ш-к)} – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки – 0,0215ч.

С_ц – цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты 80...100 %).

Расчет стоимости предлагаемой заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки

$$C_3 = M \cdot C_M - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} T_{шт} \left(1 + \frac{C_u}{100} \right) =$$

$$= 3,5 \cdot 0,47 - 1,5 \cdot 0,03 + 0,503 \cdot 0,0215 \cdot \left(1 + \frac{100}{100} \right) = 1,645 - 0,045 + 0,022 = 1,622p$$

где M – масса исходного материала на одну заготовку, кг(3,5кг).

C_M – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки(горячая штамповка 0,47р/кг).

M_o – масса отходов материала кг(1,5кг).

C_o – цена 1кг отходов – 0,03 руб.

$C_{з.ч}$ – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.-ч. – 0,503 руб./чел.-ч

$T_{шт(шт-к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки – 0,0215ч.

$C_{ц}$ – цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты 80...100 %).

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется:

$$\Delta_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N = (2,604 - 1,622) \cdot 22000 = 21604p,$$

где C_{31} - стоимость базовой заготовки, р.

C_{32} - стоимость предлагаемой заготовки, р.

N - годовая программа, шт.

Таблица 28 - Экономическое обоснование выбора заготовки

Общие исходные данные	Наименование сравниваемых показателей	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Материал детали Сталь 18Х2Н4МА Масса детали – 2кг Годовая программа – 1500 шт. Тип производства - среднесерийное	Вид заготовки	штамповка	штамповка
	Класс точности	T2	T2
	Степень сложности	C2	C2
	Группа стали	M1	M1
	Исходный индекс	11	11
	Масса заготовки, кг	5,8	3,5
	Стоимость 1 т заготовок, р.	420	470
	Коэффициент использования материала $K_{им}$	0,35	0,57
	Стоимость, р	2,604	1,622

$$\text{Экономический эффект } \Delta = (2,604 - 1,622) \cdot 1500 = 1473p$$

7.2. Определение количества технологического оборудования

Таблица 29 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, $t_{шт.к.}$, мин
005	Токарная на ОЦ с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью С	4,66
010	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок 5K310	29,62
015	Протяжная	Горизонтально протяжный станок 7Б56	1,16
020	Термообработка	-	-
025	Токарная на ОЦ с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью С	4,66
030	Зубошлифовальная	Зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5M841	6,79

Количество технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60},$$

где: t - штучно- калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, шт;

$F_{\text{об}}$ - действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{\text{вн}}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия $k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Расчет действительного годового фонда времени работы единицы оборудования:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right),$$

где: $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_{\text{р}}$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 254 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные

предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_{\text{н}} = 2026 \cdot 3 = 6078 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{\text{об}} = 6078 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5531 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{4,66 \cdot 1500}{5531 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт. Принято } q^{005} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{010} = \frac{29,62 \cdot 1500}{5531 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,18 \text{ шт. Принято } q^{010} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{015} = \frac{1,16 \cdot 1500}{5531 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,01 \text{ шт. Принято } q^{015} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{025} = \frac{4,66 \cdot 1500}{5531 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт. Принято } q^{025} = 1 \text{ шт.}$$

$$q^{030} = \frac{6,79 \cdot 1500}{5531 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,04 \text{ шт. Принято } q^{030} = 1 \text{ шт.}$$

Таблица 30 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью С	Зубофрезерный станок 5К310	Горизонтально протяжный станок 7Б56	Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью С	Зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5М841
Количество станков по расчету, ед	0,03	0,18	0,01	0,03	0,04
Принимаемое количество станков	1	1	1	1	1
Коэффициент загрузки оборудования, %	0,03	0,18	0,01	0,03	0,04
Средний коэффициент загрузки оборудования, %	0,06				

7.3. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае не требуется производить расчет капитальных вложений.

7.4. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и,$$

где $Z_{зп}$ – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр},$$

где $Z_{пр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_н$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_к$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$Z_{тр}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитываются по формуле (форма оплаты труда- сдельная):

$$Z_{пр} = C_t \cdot t \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{осн} \cdot k_p,$$

где: C_t – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

t – штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{мн}$ – коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн} = 0,49$);

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату

($k_{\text{доп}} = 1,05 \div 1,15$)

$k_{\text{есн}}$ - коэффициент учитывающий страховые взносы ($k_{\text{есн}} = 1,3$);

k_p - районный коэффициент ($k_p = 1,15$).

Численность станочников вычисляется по формуле [26]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_p},$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 2026 ч.;

$k_{\text{мн}}$ –коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{\text{мн}} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей: $N_{\text{год}} = 1500$ шт.

$$Ч_{\text{ст}}^{005} = \frac{4,66 \cdot 1500 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,06 \text{ чел};$$

$$Ч_{\text{ст}}^{010} = \frac{29,62 \cdot 1500 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,37 \text{ чел};$$

$$Ч_{\text{ст}}^{015} = \frac{1,16 \cdot 1500 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,01 \text{ чел};$$

$$Ч_{\text{ст}}^{025} = \frac{4,66 \cdot 1500 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,06 \text{ чел};$$

$$Ч_{\text{ст}}^{030} = \frac{6,79 \cdot 1500 \cdot 1,0}{2026 \cdot 60} = 0,08 \text{ чел}.$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 111 – количество выходных и праздничных дней; 254 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 248 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1770 ч.

Результаты вычислений занесены в таблицу 31.

Таблица 31 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Токарная на ОЦ с ЧПУ	180	4,66	13,98	0,06	1
Зубофрезерная	180	29,62	88,66	0,37	1
Протяжная	180	1,16	3,48	0,01	1
Термообработка					
Токарная на ОЦ с ЧПУ	180	4,66	13,98	0,06	1
Зубошлифовальная	180	6,79	20,37	0,08	1
Итого:		46,89	140,47	0,58	5

Определение затрат на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 140,47 \cdot 1500 = 210705 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 1500$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{доп} = 1,05;$$

$C_T^{всп}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{H}$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,29$ шт.;

n – число смен работы оборудования, $n = 3$;

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства $k_{вр} = 0,7$;

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 3,3$ р.

Затраты на электроэнергию:

$$Z_э(005) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 4,66}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 41,95 \text{ р};$$

$$Z_э(010) = \frac{7,49 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 29,62}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 133,15 \text{ р};$$

$$Z_э(015) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,16}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 12,88 \text{ р};$$

$$Z_э(025) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 4,66}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 41,95 \text{ р};$$

$$Z_э(030) = \frac{7,92 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 6,79}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 32,27 \text{ р}.$$

Результаты расчета сведены в таблицу 33.

Таблица 33 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LV-300 MY с осью С	15	4,66	41,95
Зубофрезерный станок 5К310	7,49	29,62	133,15
Горизонтально протяжный станок 7Б56	18,5	1,16	12,88
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LV-300 MY с осью С	15	4,66	41,95
Зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5М841	7,92	6,79	32,27
Итого			262,2

Затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 262,2 \cdot 1500 = 393300 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где $C_{рем}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}},$$

где $Ц_{об}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амН} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 6078 \text{ ч}$;

$k_з$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_з = 0,85$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$.

Расчеты по вариантам:

$$C_{ам}(005) = \frac{5753400 \cdot 0,08 \cdot 4,66}{6078 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 91,58 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(010) = \frac{180000 \cdot 0,08 \cdot 29,62}{6078 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 1,35 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(015) = \frac{350000 \cdot 0,08 \cdot 1,16}{6078 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,1 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(025) = \frac{5753400 \cdot 0,08 \cdot 4,66}{6078 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 91,58 \text{ р.}$$

$$C_{ам}(030) = \frac{480000 \cdot 0,08 \cdot 6,79}{6078 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,83 \text{ р.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производятся по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}},$$

где ΣRe – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей.

Вычисление затрат на текущий ремонт оборудования:

$$C_{\text{рем}}(005) = \frac{5753400 \cdot 0,03}{4,66 \cdot 1500} = 24,69 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{180000 \cdot 0,18}{29,62 \cdot 1500} = 0,73 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{350000 \cdot 0,01}{1,16 \cdot 1500} = 2,01 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(025) = \frac{5753400 \cdot 0,03}{4,66 \cdot 1500} = 24,69 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(030) = \frac{480000 \cdot 0,04}{6,79 \cdot 1500} = 1,89 \text{ р}.$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования занесены в таблицу 34.

Таблица 34 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью C	5753,4	1	8	4,66	91,58	24,69
Зубофрезерный станок 5К310	180,0	1	8	29,62	1,35	0,73
Горизонтально протяжный станок 7Б56	350,0	1	8	1,16	0,1	2,01
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB-300 MY с осью C	5753,4	1	8	4,66	91,58	24,69
Зубошлифовальный универсальный полуавтомат 5М841	480,0	1	8	6,79	0,83	1,89
Итого					185,44	54,01

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 185,44 + 54,01 = 239,45 \text{ р}.$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$Z_{\text{зи}} = (C_{\text{пл}} \cdot n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot C_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

Окончание таблицы 35 – Параметры прогрессивного инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
025	Резец: CoroTurn®111 A16R-SDXPR 07-ER Пластина: DPMT 07 02 08-PM 4325	0,0557	4990 524	320	-	0,9	1,05
030	Круг шлифовальный, ГОСТ 2424-83 D 250, T20, H76, F4, α40°	0,616	1500	40	-	0,9	25,67
Итого:							291,1

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 36.

Таблица 36 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	140,47
Затраты на технологическую электроэнергию	262,2
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	239,45
Затраты на инструмент	291,1
Итого	933,22

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства является составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%,$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}}(005) = \frac{4,66}{46,89} \cdot 100\% = 9,94\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(010) = \frac{29,62}{46,89} \cdot 100\% = 63,17\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(015) = \frac{1,16}{46,89} \cdot 100\% = 2,47\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(025) = \frac{4,66}{46,89} \cdot 100\% = 9,94\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(030) = \frac{6,79}{46,89} \cdot 100\% = 14,48\%.$$

Вывод: в результате проведенной работы были выявлены следующие экономические показатели проекта: экономический эффект от выбора заготовки Э=1473р, годовой выпуск деталей 1500 шт, количество видов оборудования 4, количество рабочих 4, трудоёмкость обработки одной детали 0,47 н/ч, технологическая себестоимость одной детали 933,22 р, доля прогрессивного оборудования 40%, коэффициент использования материала 0,57.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной дипломной работы проанализировано служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Шестерня». Деталь признана достаточно технологичной. Определен тип производства как среднесерийное производство, выбрана заготовка - штамповка на горячештамповочных прессах.

Разработан технологический процесс механической обработки детали. Выбрано оборудование для обработки, подобран современный инструмент, выбраны средства контроля размеров.

Разработана управляющая программа механической обработки детали на операции 005 Токарная с ЧПУ на обрабатывающем центре.

Разработана программа переподготовки кадров для работы на оборудовании с ЧПУ.

Разработано экономическое обоснование выбора заготовки и технологического процесса обработки детали "Шестерня".

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бородина Н.В., Бушков Г.Ф. Дипломное проектирование: Учеб. пособие – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2011. – 90 с.
2. ГОСТ 2424-83 Круги шлифовальные. Технические условия
3. ГОСТ 25158-82 Протяжки для шлицевых отверстий с эвольвентным профилем диаметром от 15 до 90 мм, модулем от 1 до 2,5 мм с центрированием по наружному диаметру. Конструкция и размеры
4. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски
5. ГОСТ 9324-80 Фрезы червячные чистовые однозаходные для цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем. Технические условия
6. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
7. Профессиональный стандарт №530 Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением
8. Справочник технолога - машиностроителя : В 2-х т. -М. : Машиностроение Т.1/ В. Б. Борисов [и др.] ; ред. А. Г. Косилова, ред. Р. К. Мещеряков. -4-е изд., перераб. и доп. -2001.-655 с.
9. Справочник технолога - машиностроителя : В 2-х т. -М. : Машиностроение Т.2/ В. Б. Борисов [и др.] ; ред. А. Г. Косилова, ред. Р. К. Мещеряков. -4-е изд., перераб. и доп. -2001.-496 с.
10. Учебник Инженерная графика. Машиностроительное черчение: Учебник / А.А. Чекмарев. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 396 с.
11. Учебное пособие Чтение рабочих чертежей : учебное пособие / А.Н. Феофанов. – 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 80 с.
12. SANDVIK Coromant [Электронный ресурс]: каталог продукции, – Режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/pages/tools.aspx>
13. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие/ Авт.-сост. Е. И.Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф. пед. ун-т», 2006. 66 с.
14. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).-Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

Задание

					<i>ДП44.03.04.185.ПЗ</i>	Лист
						82

Перечень листов графических документов

Графический документ	Формат	Число листов
Чертеж детали	A2	1
Чертеж заготовки	A3	1
Листы карты наладки	A1	2
Лист управляющей программы	A1	1
Лист технологического процесса	A1	1

Технологическая документация

					<i>ДП44.03.04.185.ПЗ</i>	Лист
						84

Приложение Г

Управляющая программа обработки на станке с ЧПУ

Переход	Расшифровка перехода
1	2
wwp	Переход в точку смены инструмента
t1d1	Выбор проходного резца
g0 g90 g54 g18	Быстрый ход (подвод) инструмента, перемещение в абсолютных размерах, первое смещение 0 точки детали, рабочая плоскость в координатах X-Z
g96 s612 lims=4500 m3	Постоянная скорость резания при точении, число оборотов 612 об., максимальное число оборотов 4500 об., Вращение шпинделя по часовой стрелке
;NCG#CYC95#\CST.DIR\drehen.com#\NC1#3#*NCG;*RO* ;*HD* ;#6#####"with rounding"#3#4#4#1#5#3#5#1#1#1#2##1#3#1#0#*NCG;*R O*;*HD* CYCLE95("CONTUR",1.5,0.01,0.01,0,0.187,0.1,0.187,10,0, 3,1) ;#END#*NCG;*RO*;*HD*	Цикл обработки детали по прописанному контуру обработки
wwp	Переход в точку смены инструмента
t2d1	Выбор сверла 880-D2200L25-03
g0 g90 g54 g17	Быстрый ход (подвод) инструмента, перемещение в абсолютных размерах, первое смещение 0 точки детали, рабочая плоскость в координатах X-Y
g97 s2100 m3	Постоянное число оборотов при сверлении, число оборотов 2100, вращение шпинделя по часовой стрелке
x0 z42.25	Начальные координаты обработки x0, z42.25мм
f0.171	Подача 0,171 мм/об

1	2
;NCG#CYC83#\CST.DIR\bohren.com#NC1#3#*NCG;*RO* ;*HD* ;#5#5#1###3#3#1###4#1#3###1##2#4#1##1#0##0#0##1#* NCG;*RO*;*HD* CYCLE83(43.25,42.25,1,,48,,18.5,2.5,0.1,,1,0,3,13.5,1,0.1.) ;#END#*NCG;*RO*;*HD*	Цикл сверления отверстия по заданным параметрам
wwp	Переход в точку смены инструмента
t3d1	Выбор расточного резца A16R-SDXPR 07-ER
g0 g90 g54 g18	Быстрый ход (подвод) инструмента, перемещение в абсолютных размерах, первое смещение 0 точки детали, рабочая плоскость в координатах X-Z
g96 s2390 lims=4500 m3	Постоянная скорость резания при точении, число оборотов 612 об., максимальное число оборотов 4500 об., Вращение шпинделя по часовой стрелке
;NCG#CYC95#\CST.DIR\drehen.com#NC1#3#*NCG;*RO* ;*HD* ;#7#####"with rounding"#4#4#4#1#5#3#5#1#1#1#2##1#3#1#0##*NCG;*R O*;*HD* CYCLE95("CONTUR1",1.75,0.01,0.01,0,0.187,0.1,0.187,11 ,0,3,1) ;#END#*NCG;*RO*;*HD*	Цикл обработки детали по прописанному контуру обработки
wwp	Переход в точку смены инструмента
t4d2	Выбор специального фасонного резца
g0 g90 g54 g18	Быстрый ход (подвод) инструмента, перемещение в абсолютных размерах, первое смещение 0 точки детали, рабочая плоскость в координатах X-Z
g96 s354 lims=4500 m3	Постоянная скорость резания при точении, число оборотов 612 об., максимальное число оборотов 4500 об., Вращение шпинделя по часовой стрелке

1	2
<pre> ;NCG#CYC93#\CST.DIR\drehen.com#NC1#2#*NCG;*RO* ;*HD* ;#"Face"#"Outside"#"bottom"#2#2#2#3#1#1#1#4#1#1#1#1# 1#3#1#"CHF"#1#####1##1#*NCG;*RO*;*HD* CYCLE93(96,23,13,7.5,0,0,0,-1.5,0,5,5,0,0,1.5,0,8,0) ;#END#*NCG;*RO*;*HD* </pre>	<p>Цикл обработки облегчающей канавки на торце детали</p>
<p>wwp</p>	<p>Переход в точку смены инструмента</p>
<p>m30</p>	<p>Конец программы,переход в начало программы</p>