

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ПЕРЕДНЯЯ»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 166

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в
машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н. Гузанов
«__» _____ 20__ г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КРЫШКА ПЕРЕДНЯЯ»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 166

Исполнитель:
студент гр. ЗТО – 504
Руководитель:
доцент, к.п.н.

Л.В. Гарусова
Т.А. Унсович

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 104 листа печатного текста, 10 рисунков, 33 таблицы, 30 использованных источников, 5 приложений на 18 листах.

Ключевые слова: ОТЛИВКА, РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, КРЫШКА ПЕРЕДНЯЯ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ.

В выпускной квалификационной работе спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Крышка передняя» в условиях среднесерийного производства.

Было выбрано современное, высокопроизводительное оборудование и инструменты. Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали. Разработана управляющая программа для обработки детали.

Рассчитаны экономические показатели для разработанного технологического процесса и себестоимость изготовления детали.

Проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров», проанализирован учебный план и разработано методическое обеспечение к занятию по теме «Программирование контура детали. Программирование обработки с помощью циклов»

					<i>ДП 44.03.04.166.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Гарусова Л.В.</i>			<i>Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Крышка передняя» Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проб.</i>		<i>Унсович Т.А.</i>					2	104
<i>Н. контр</i>		<i>Суриков В.П.</i>				<i>ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, Каф. ИММ, группа ЗТО-504</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Гузанов Б.Н.</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Исходные данные и служебное назначение детали.....	6
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	8
1.3. Определение типа производства.....	12
1.4. Выбор исходной заготовки и метода её изготовления.....	13
1.4.1. Выбор заготовки.....	13
1.4.2. Экономическое обоснование выбора заготовки.....	16
1.5. Выбор технологических баз.....	18
1.6. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	19
1.7. Выбор средств технологической оснастки.....	23
1.7.1. Выбор технологического оборудования.....	23
1.7.2. Выбор режущего инструмента.....	25
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.....	29
2.1. Расчет припусков.....	29
2.2. Расчет режимов резания.....	33
2.3. Расчет технических норм времени.....	35
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	38
3.1. Основные сведения о системе с ЧПУ Sinumerik 840D.....	38
3.2. Основные и вспомогательные функции ЧПУ.....	39
3.3. Фрагмент управляющей программы.....	41
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	44
4.1. Исходные данные, для выполнения экономического расчета.....	44
4.2. Техничко-экономические расчеты.....	45
4.2.1. Расчет количества оборудования.....	45
4.2.2. Расчет технологической себестоимости детали.....	47

ВВЕДЕНИЕ

На предприятии АО «Уралтрансмаш» принята к изготовлению новая деталь «Крышка передняя», которая ранее на предприятии не изготавливалась. Актуальность темы выпускной квалификационной работы определяется необходимостью выпуска данных деталей в количестве 5000 штук в год и отсутствии технологического процесса их изготовления.

Цель выпускной квалификационной работы: разработать технологический процесс обработки детали «Крышка передняя».

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- провести анализ исходных данных о детали;
- выбрать и обосновать способ получения заготовки ;
- разработать маршрут и операции технологического процесса;
- разработать операцию механической обработки детали;
- разработать управляющую программу;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- разработать методическую часть.

В разрабатываемом технологическом процессе предполагается использовать эффективный инструмент и высокоточное оборудование, что позволит повысить качество и производительность обработки детали, а также снизить себестоимость её изготовления.

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		5

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исходные данные и служебное назначение детали

Деталь – Крышка передняя;

Заготовка – Отливка;

Масса детали – 3,2 кг;

Точность отливки в соответствии с ГОСТ Р 53464–2009;

Данная деталь, представленная на рисунке 1, является частью механизма. Крышки используются для фиксации других деталей в корпусе и подвода гидросети к механизму.

Деталь изготовлена из стали 25Л ГОСТ 977-88. Это нелегированная сталь для отливок используется для изготовления деталей, работающих под воздействием средних динамических и статических нагрузок.

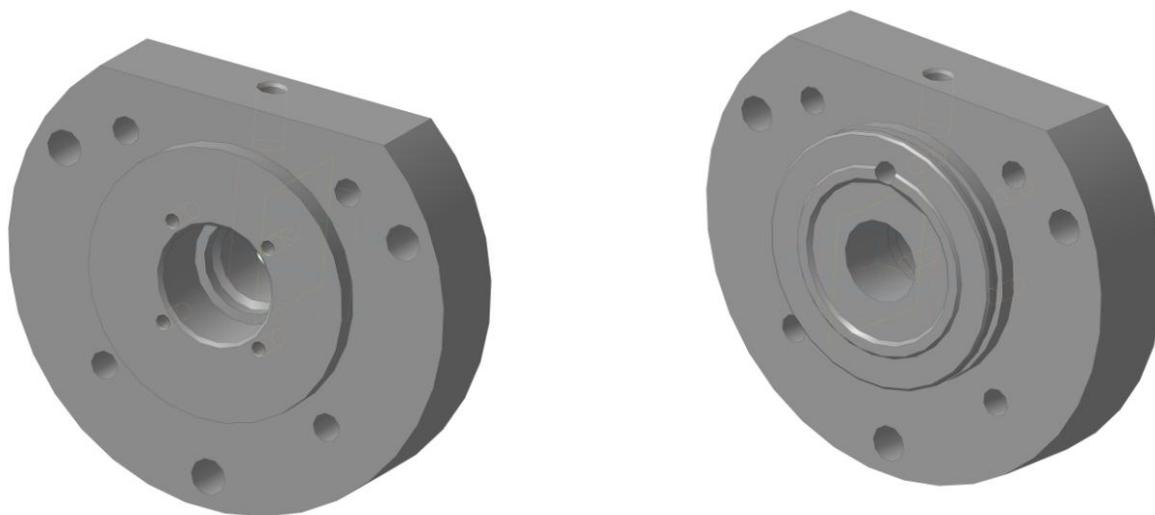


Рисунок 1 – 3D модель детали «Крышка передняя»

Из стали 25Л изготавливают зубчатые колеса, станины прокатных станов, задвижки, тяги, диафрагмы, бегунки, катки, балансиры, кронштейны, валки и другие детали. Заменители данной стали 20Л, 30Л. Химический состав стали представлен в таблице 1. Механические свойства стали представлены в таблице 2. Физические свойства стали представлены в таблице 3.

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		6

Таблица 1 – Химический состав стали 25Л

C	Si	Mn	S	P
0.22 - 0.3	0.2 - 0.52	0.45 - 0.9	до 0.06	до 0.06

Таблица 2 – Механические свойства стали 25Л при T=20 °C

Сортамент	Размер	s_B	s_T	d_5	y	KCU	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Отливки, К20, ГОСТ 977-88	до 100	441	235	19	30	392	Нормализация 880 - 900°C, Отпуск 610 - 630°C,
Отливки, КТ30, ГОСТ 977-88		491	294	22	33	343	Закалка 870 - 890 ° C, Отпуск 610 - 630 ° C

Таблица 3 – Физические свойства стали 25Л

T	$\alpha \cdot 10^6$	λ	ρ	C
Град	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)
20		51	7830	
100	11.5	76		470
200	12.9	65		483
300	13	44		
400	13.2	38		525
500	13.5			
600				571

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности изделия проводится с целью снижения затрат, повышения производительности труда и уменьшения времени на технологическую подготовку производства.

Анализ рабочего чертежа детали «Крышка передняя»

Предъявляемые технологические требования, соответствуют требованиям, предъявляемым к детали типа фланец. В ходе анализа технических требований были сформулированы технологические задачи:

1) Обеспечить точность размеров :

- основных отверстий по 8-му качеству:

$\varnothing 45H8 \rightarrow$ база И , $\varnothing 32H8 \rightarrow$ база Ось, Ж ;

- Наружных диаметров и канавки по 9-му качеству: $\varnothing 105h9$, $\varnothing 100h9$, $\varnothing 95h9$;

$\varnothing 105h9 \rightarrow$ осью является база Ж ; $\varnothing 100h \rightarrow$ осью является база Д

- Остальных размеров;

по H14/h14- $\varnothing 75$; $\varnothing 37$; $\varnothing 65$; $\varnothing 10$; $\varnothing 180$; $\varnothing 11$; $\varnothing 14$; M6, K3/8'', $\varnothing 10$;

угловых: 115° ;

линейных: $15+0,43$, $50-0,62$, $20+0,52$, $38+0,62$, $1\pm 0,125$, $58-0,74$, $12\pm 0,215$, $4,7H12(+0,12)$, $6H14$;

2) Обеспечить точность расположения поверхностей :

Неперпендикулярность поверхности $15+0,43$, $50-0,62$, относительно поверхности А не более 0,05мм;

Радиальное биение поверхности $\varnothing 100h9$ относительно поверхности $\varnothing 32H8$ не более 0,06мм;

Радиальное биение поверхности $\varnothing 100h9$ и $\varnothing 32H8$ относительно общей оси не более 0,03мм;

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		8

Позиционный допуск отверстий Ø11 и Ø14 относительно базы И не превышает 0,15 $\begin{matrix} \oplus \\ 0,15 \\ \text{M} \\ \text{И} \end{matrix}$. Позиционный допуск отверстий М6 относительно базы Ж не превышает 0,15. $\begin{matrix} \oplus \\ 0,15 \\ \text{M} \\ \text{Ж} \end{matrix}$

3) Обеспечить качество поверхностей :

- шероховатость базовых поверхностей отверстий;

Ra 1,25 - Ø32H8(+0,039)

Ra 2,5 - Ø100h9(-0,087), Ø95h9(-0,087), Ø105h9(-0,087), Ø45H8(+0,039),

Ø216,7+0,115, 15+0,43, 50-0,62, , 12±0,215, 4,7H12(+0,12), 6

Ra 3,2 - K3/8'', M6, 15+0,43, 20+0,52

Ra 10 – Ø37, Ø65, 1±0,125, 58-0,74, Ø75, 158мм, Ø10

- остальных неуказанных поверхностей Ra 12,5;

4) Обеспечить выполнение других технических требований, указанных на чертеже:

- Неуказанные предельные отклонения размеров диаметров по h14, H14 остальных IT14/2.

Качественный и количественный анализ технологичности детали

Технологический анализ детали проводят количественный и качественный.

Качественный анализ:

– Материал детали и её конфигурация позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, которые позволяют сократить объем механической обработки;

– При конструировании детали были использованы простые геометрические формы, которые позволяют применять наиболее высокопроизводительные методы производства;

– Предусмотрена надежная и удобная технологическая база в процессе обработки;

- Обеспечивается возможность удобного подвода инструмента к зоне обработки детали;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей.

Количественный анализ:

1) Коэффициент использования металла:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{З}}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{Д}}$ - масса детали по чертежу, кг;

$M_{\text{З}}$ - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

Рассчитаем коэффициент использования металла по формуле (1).

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{3,2}{4,45} = 0,72.$$

2) Коэффициент точности обработки детали:

Рассчитаем среднюю точность обработанных поверхностей. Данные сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента точности обработки

T_i	n_i	$T_i * n_i$
8	2	16
9	2	18
14	18	252
	$\sum n_i = 22$	$\sum T_i * n_i = 286$

где T_i – квалитеты

n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета

Средняя точность обработанных поверхностей:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (2)$$

Рассчитаем среднюю точность по формуле (2):

$$T_{\text{ср}} = \frac{286}{22} = 13.$$

- Объем и тип производства - годовая программа выпуска – 5000 штук;
- Тип производства – среднесерийное;
- Тип детали – фланец;
- Размеры детали и оборудования, на котором она изготавливается;
- Экономичность изготовления заготовки.

Учитывая все эти параметры можно сделать вывод, что для детали «Крышка передняя» самым оптимальным способом получения заготовки будет литьё в кокиль. Заготовка представлена на рисунках 2, 3.

Коэффициент использования металла при данном способе получения заготовки $K_{ум} = 0,7 - 0,9$, что соответствует типу производства.

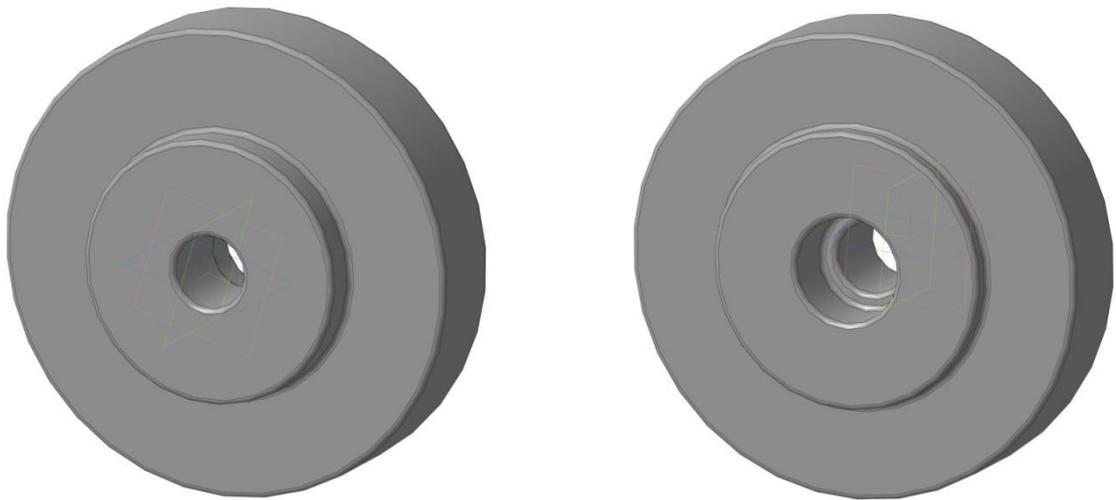


Рисунок 2 – 3D модель заготовки для детали «Крышка передняя»

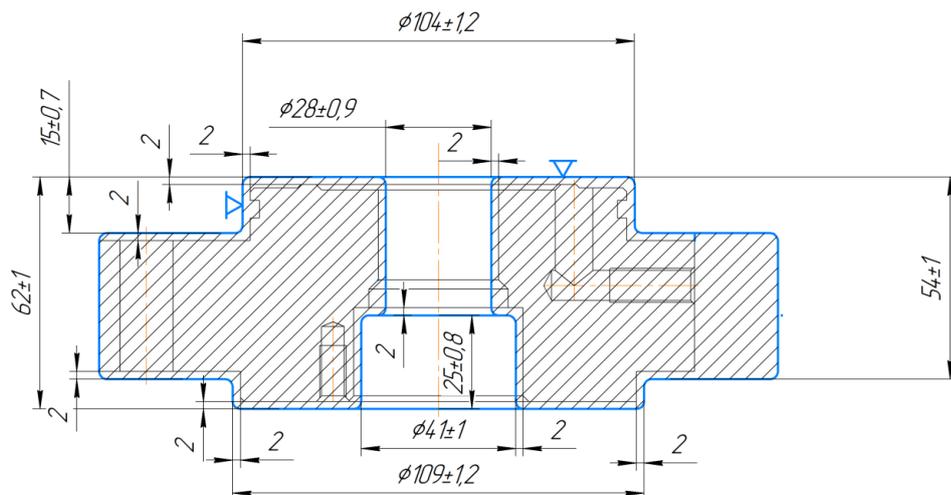


Рисунок 3 – Чертеж заготовки для детали «Крышка передняя»

Литье в кокиль, как и другие механические процессы, обладает преимуществами и недостатками. Ниже приведены преимущества литья в кокильную оснастку в сравнении с литьем в песчаные формы:

1) Применение металлической формы обусловлено повышением качества отливки и стабильностью показателей качества, в частности; механических свойств, структуры, плотности, шероховатости и размерной точности;

2) Широкие технологические возможности способа при производстве отливок со сложными внешними и внутренними поверхностями;

3) Существенное повышение производительности труда и сокращение времени на механическую обработку детали;

Улучшение условий труда и уменьшение загрязнений окружающей среды за счет устранения тяжелых и вредных операций выбивки форм, очистки отливок от пригара, их обрубки;

4) Автоматизация и механизация процесса изготовления заготовок благодаря такому свойству кокилей, как оборачиваемость. В результате чего сокращается воздействие таких возмущающих факторов, влияющие на качество отливок при литье в песчаные формы, как влажность, прочность, газопроницаемость формовочной смеси, т.е. процесс литья в кокиль является более управляемым.

К основным недостаткам кокильного литья относятся:

- высокая стоимость кокиля, сложность и трудоемкость его изготовления;
- ограниченная стойкость кокиля;
- высокая интенсивность охлаждения расплава в кокиле;
- использование большого числа песчаных стержней, что может привести к снижению точности отливки и повышению шероховатости.

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовки, при которых технологический процесс механической обработки не меняется, может быть определен по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (8)$$

где, C_{31}, C_{32} - стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

N – годовая программа, шт.;

\mathcal{E}_3 - экономический эффект, р.

Рассчитаю нужные значения по формулам и занесу полученные данные в таблицу 7.

Таблица 7 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – сталь 25Л Масса детали – 3,2 кг Годовая программа – 5000 Тип производства – среднесерийное	Вид заготовки	Литье в песчаные формы	Литье в кокиль
	Класс точности	7	7
	Масса заготовки, кг	5,6	4,45
	Стоимость 1т заготовок (руб.)	315	260
	Стоимость 1т стружки (руб.)	14,4	14,4
	Коэффициент использования металла	0,57	0,72

Средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч:

$$C_{3.ч.1} = 0,670 \text{ р./чел. -ч.}$$

$$C_{3.ч.2} = 0,670 \text{ р./чел. -ч.}$$

Рассчитаем стоимость заготовки по формуле (7):

$$C_{31} = 5,6 \cdot 0,315 - 2,4 \cdot 0,144 + 0,67 \cdot 22,77 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 30,4 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 4,45 \cdot 0,260 - 1,25 \cdot 0,144 + 0,67 \cdot 15,47 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 20,7 \text{ руб.}$$

Рассчитаем экономический эффект по формуле (8):

$$\Delta_3 = (30,4 - 20,7) \cdot 5000 = 48000 \text{ руб.}$$

В результате сравнения двух вариантов изготовления заготовки следует, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в кокиль.

1.5. Выбор технологических баз

Одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса детали, является выбор технологических баз, т.к. правильным выбором баз обеспечивается точность обработки детали.

К основным требованиям и принципам при выборе технологических баз относятся:

- 1) принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы используются для определения положения детали в изделии;
- 2) принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;
- 3) требования хорошей устойчивости и надежности установки заготовки;

При выборе технологических баз исходными данными являются: чертеж заготовки детали со всеми техническими требованиями, вид и точность заготовки, расположение и работа детали в машине [с. 71, 8].

Выбираем в качестве базы черновой диаметр 180 и торец, для чистовой базы принимаем диаметр 100мм и диаметр 105мм для двух установок и торец, рисунок 4.

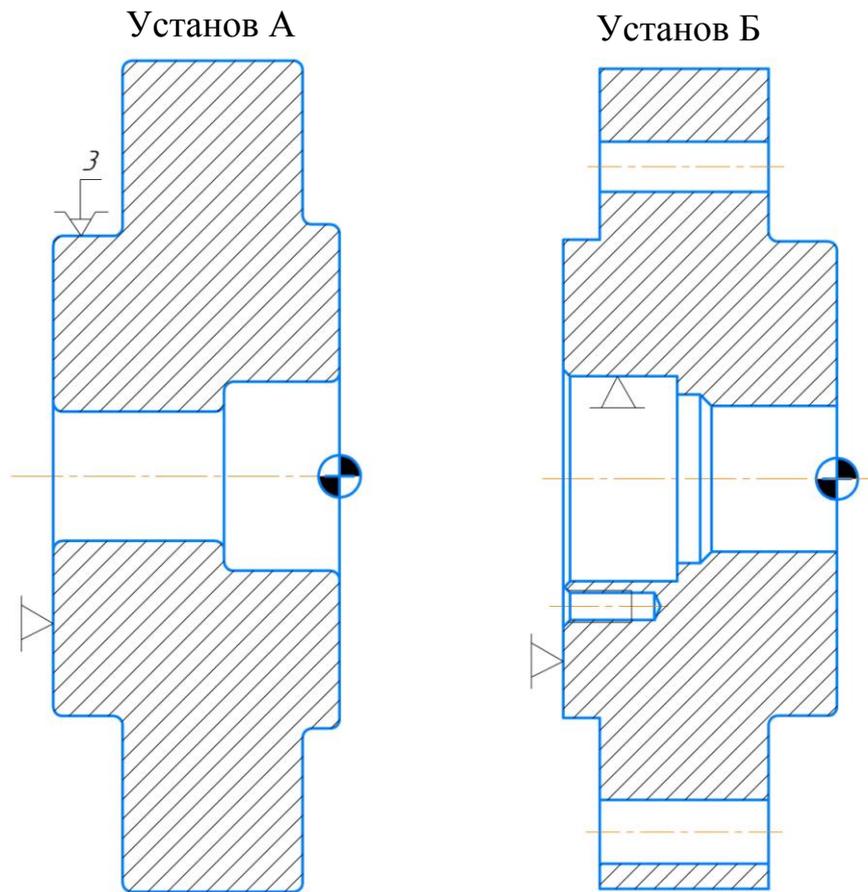


Рисунок 4 – Технологические базы

Выбранные базы соответствуют основным требованиям и принципам выбора технологических баз.

1.6. Разработка технологического маршрута обработки детали

Одними из основных задач обработки резанием является изготовление деталей требуемого качества из выбранных материалов при минимальных производственных затратах. Исходя из этих требований, разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается режущий инструмент и оборудование.

Пронумеруем поверхности детали «Крышка передняя» на рисунках 5, 6, 7, 8.

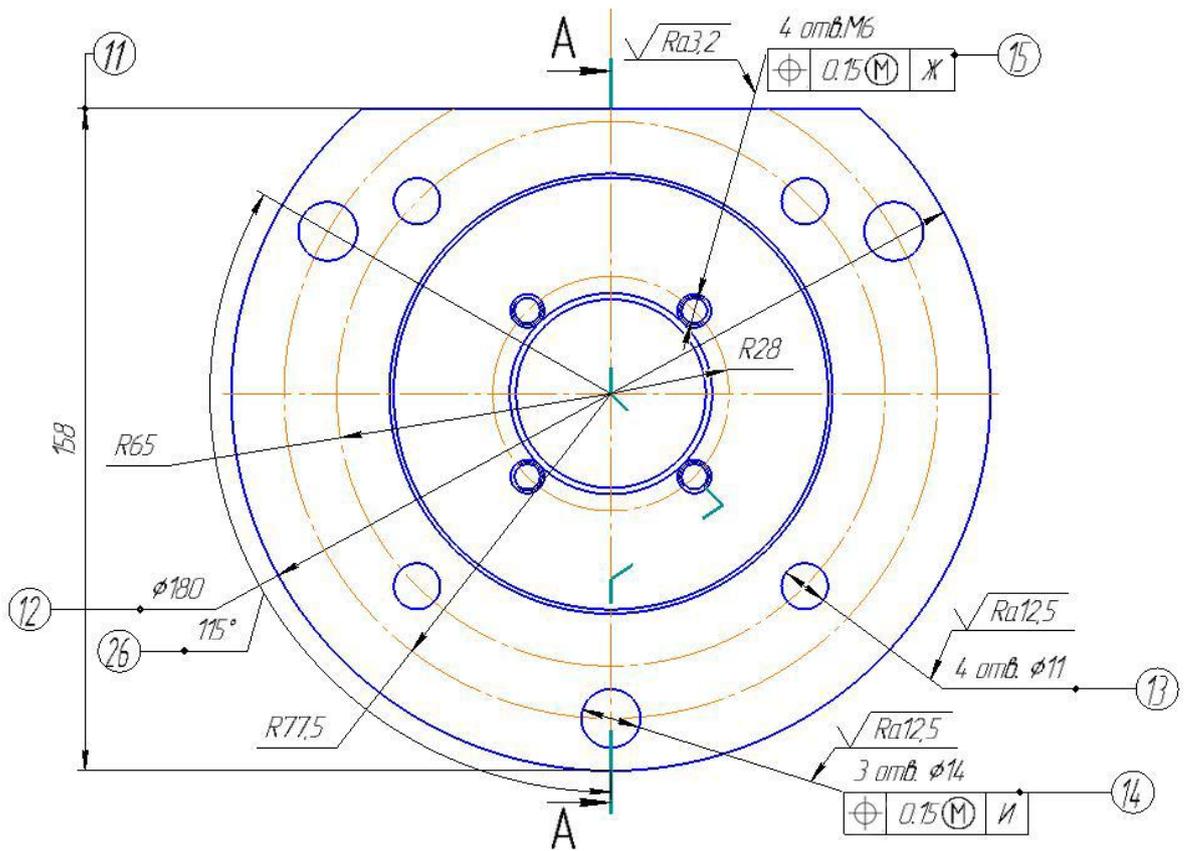


Рисунок 5 – Главный вид по чертежу. Нумерование поверхностей детали

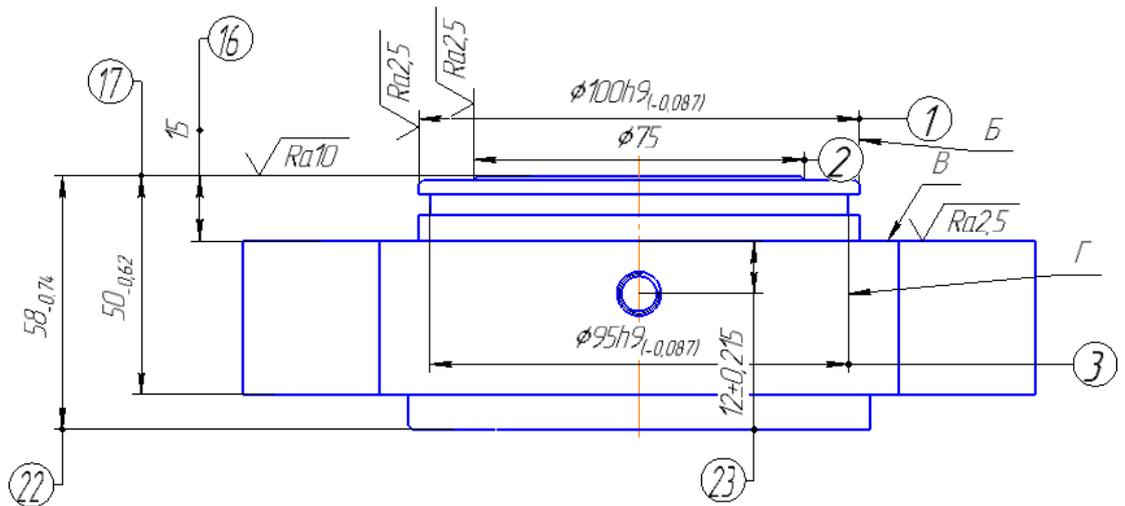


Рисунок 6 – Вид сверху по чертежу. Нумерование поверхностей детали

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

20

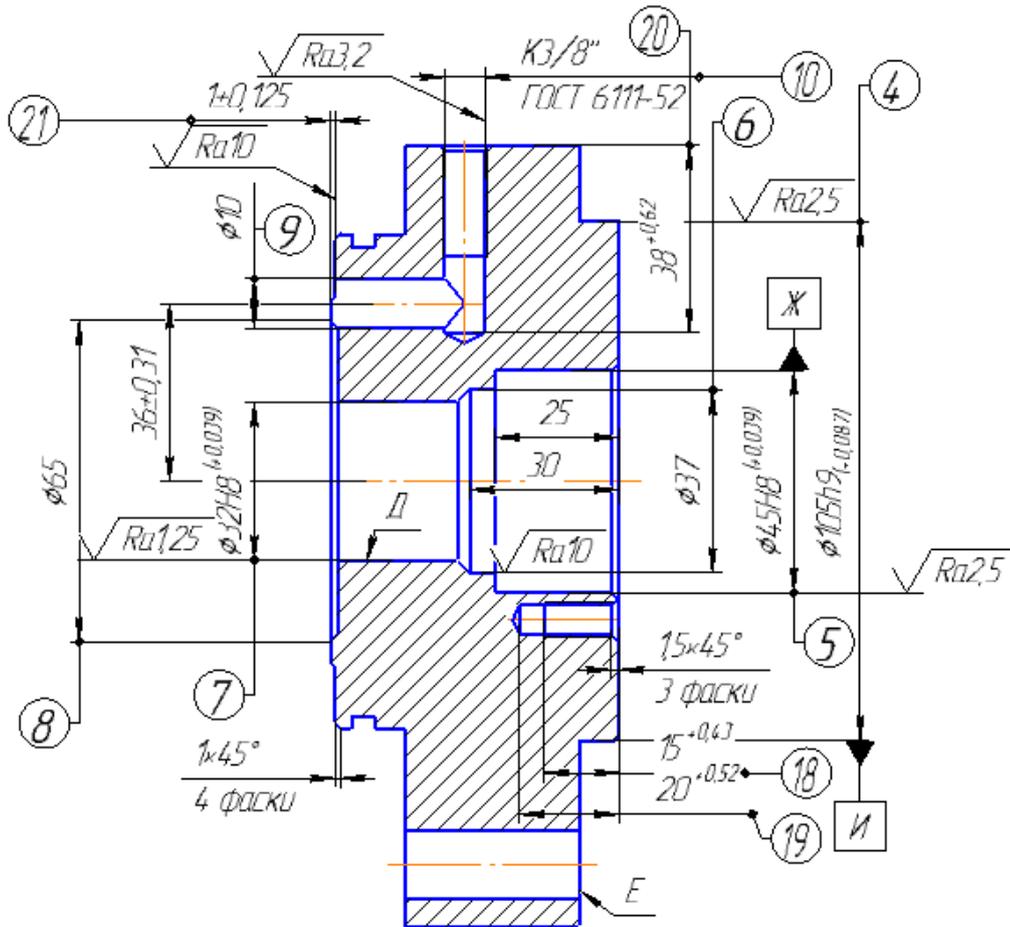


Рисунок 7 – Разрез А–А по чертежу. Нумерование поверхностей детали

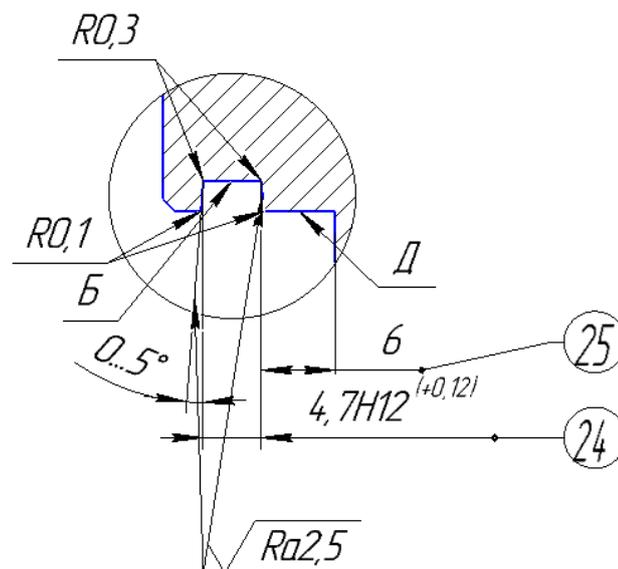


Рисунок 8 – Вид К по чертежу. Нумерование поверхностей детали

Для получения нужной формы детали с определенными характеристиками поверхностей, выберем следующий маршрут обработки детали таблица 8.

Таблица 8 – Предлагаемый вариант технологического процесса

№ опер.	Наименование операции, оборудование	Содержание операции
1	1	1
005	Комплексная с ЧПУ, универсальный токарный станок DMG CTX beta 500	<p style="text-align: center;">Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку; 2. Подрезать торец Ø105h9; 3. Точить поверхность Ø105 в размер 8 мм.; 4. Точить поверхность Ø180 в размер 35 мм.; 5. Расточить отв. Ø45H8 в размер 25 мм. со снятием фаски 1,5x45°; 6. Расточить отв. Ø37 в размер 7 мм. со снятием фаски 2,5x45°; 7. Расточить отв. Ø32H8 в размер 25,5 мм.; 8. Сверлить 3 отв. Ø14 на радиусе 77,5мм.; 9. Сверлить 4 отв. Ø11 на радиусе 65 мм.; 10. Сверлить 4 отв. Ø5 на радиусе 28 мм. в размер 20 мм.; 11. Зенкеровать 4 отв. на радиусе 28 мм.; 12. Нарезать резьбу 4 отв. на радиусе 28 мм. в размер 15 мм.; <p style="text-align: center;">Установ Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Перехват заготовки противопинделем; 14. Подрезать торец Ø100h9 со снятием фаски 1x45° выдерживая размер 58 мм.; 15. Точить поверхность Ø75 в размер 1 мм со снятием фаски 1x45°; 16. Расточить Ø65 в размер 1 мм. под углом 45°; 17. Точить поверхность Ø100 в размер 14 мм.; 18. Точить канавку шириной 4H12мм на диаметре 100мм.; 19. Сверлить отв. Ø10 в размер 27 мм.; 20. Фрезеровать лыску на Ø180 выдерживая рамер 158 мм.; 21. Сверлить отв. на лыске Ø8,4 выдерживая размер 12 мм.; 22. Зенкеровать отверстие Ø8,4; 23. Нарезать резьбу K3/8 отв. Ø8,4;
010	Контрольная	



Рисунок 9 – Токарный станок с ЧПУ DMG CTX beta 500

Таблица 8 – Основные характеристики станка с ЧПУ CTX beta 500

Наименование параметра	CTX beta 500
1	2
Рабочая зона	
Макс. диаметр заготовки	700 мм
Макс. диаметр точения	410 мм
Макс. длина заготовки при обработке в центрах (обрабатываемая)	550 мм
Макс. длина заготовки при наличии противошпинделя (обрабатываемая)	500 мм
Макс. диаметр зажимного патрона	400 мм

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

24

Окончание таблицы 8

1	2
Главный шпиндель	
Макс. частота вращения шпинделя	6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	35 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	600 Нм
Диаметр шпинделя в переднем подшипнике	130 мм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	104 мм
Противошпиндель (опция)	
Макс. частота вращения шпинделя	6000 об/мин
Диаметр шпинделя в переднем подшипнике	100 мм
Револьверная головка (стандартное исполнение)	
Крепление инструмента по VDI/DIN 69880	12 (+6 Blocktool)
Количество приводных инструментов/макс. частота вращения	12 / 6000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	10 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	28 Нм
Суппорт револьверной головки	
Ускоренный ход осей X/Y/Z	30/22.5/ 30 м/мин
Вес	
Вес станка	5000 кг

Данный станок является наиболее подходящим для обработки детали «Крышка передняя», учитывая характеристики станка и параметры детали.

1.7.2. Выбор режущего инструмента

Снижение трудоемкости операций механической обработки и снижение себестоимости изготовления деталей с выполнением требуемого качества предполагает поиск решений по оптимизации технологических

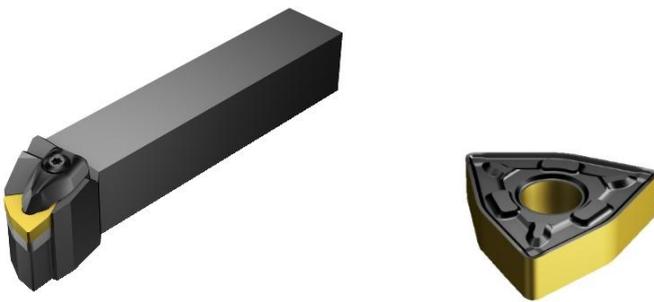
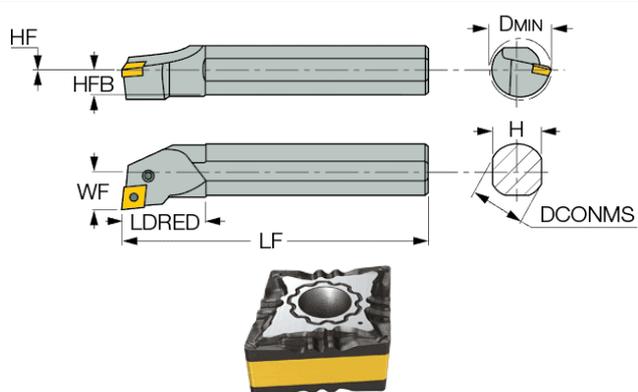
процессов обработки с учетом возможностей, которые предоставляются современным высокопроизводительным инструментом.

На сегодняшний день на рынке металлорежущего инструмента представлен большой ассортимент инструмента различных производителей, который позволяет изготавливать деталь с высокой точностью и качеством поверхностей. При выборе инструмента уделяется особое внимание на его стойкость при разных видах обработки в зависимости от материала детали, качество изготовления инструмента и его стоимость [с. 52, 20].

Для обработки детали «Крышка передняя» выбирать основной режущий инструмент будем марок ISCAR и Sandvik Coromant.

Инструмент имеет отличное качество и высокую износостойкость. Выбранные инструменты, используемые для обработки детали «Крышка передняя» представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Список металлорежущего инструмента, используемого для обработки детали «Крышка передняя»

№	Наименование инструмента	Изображение
1	2	3
1	Резец Sandvik Coromant DWLNR 2525M 08 Пластина WNMG 08 04 16-PR 4305	
2	Резец расточной ISCAR A16M PCLNR-09G Пластина CNMG 090408-F3P	

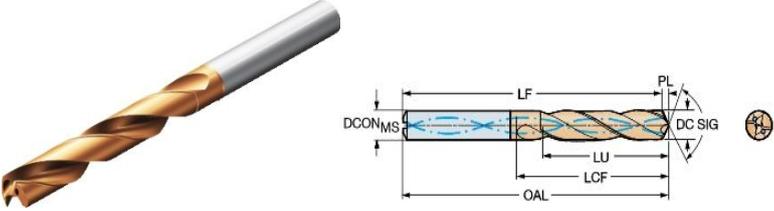
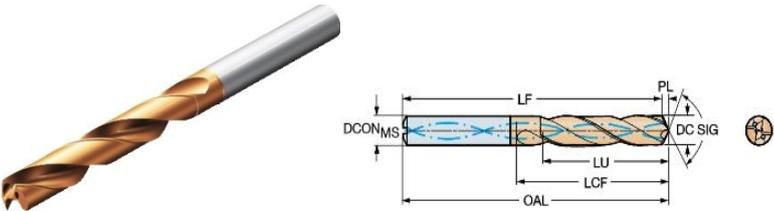
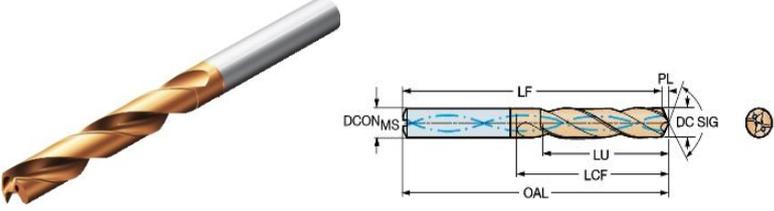
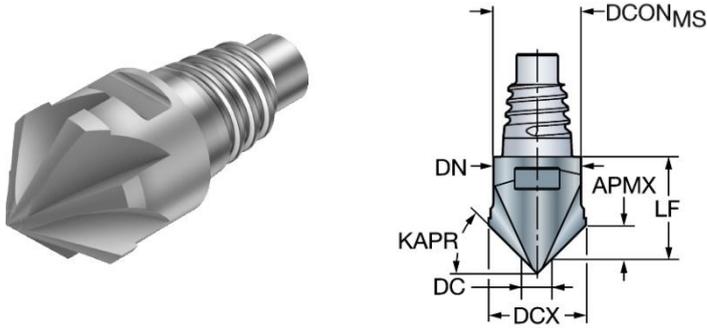
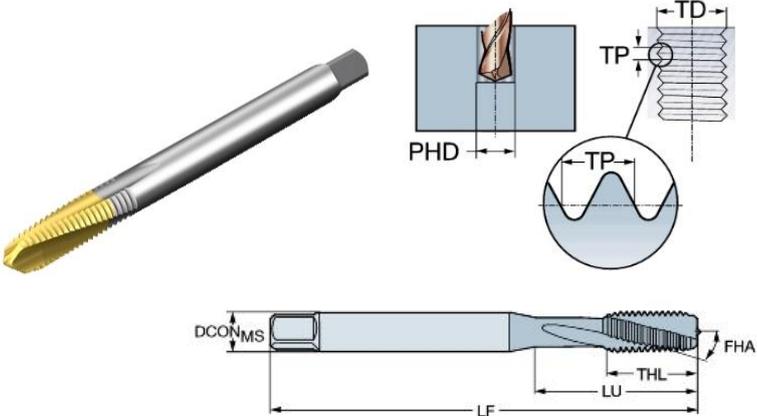
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

26

Продолжение таблицы 9

1	2	3
3	Сверло Sandvik Coromant 860.1-1400-057A1-PM 4234 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
4	Сверло Sandvik Coromant 860.1-1100-037A1-PM 4234 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
5	Сверло Sandvik Coromant 860.1-0500-037A1-PM 4234 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
6	Фреза для фасок Sandvik Coromant A316-16CM800-06245G 1030 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
7	Метчик Sandvik Coromant T300-SD101DA-M6 D125 Покрытие PVD (Ti,Al)N	

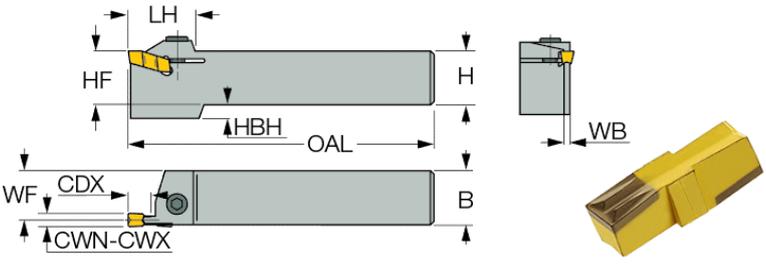
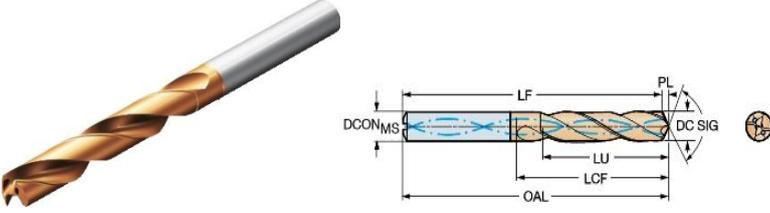
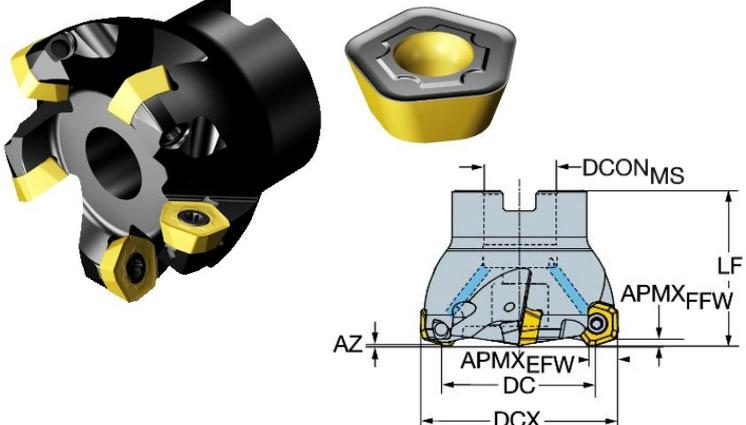
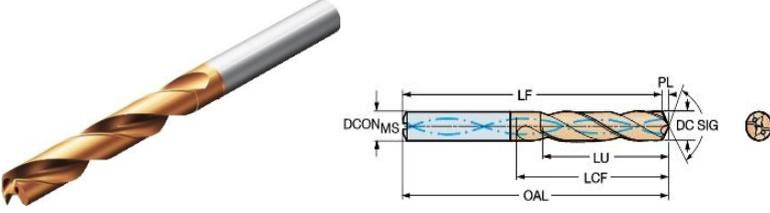
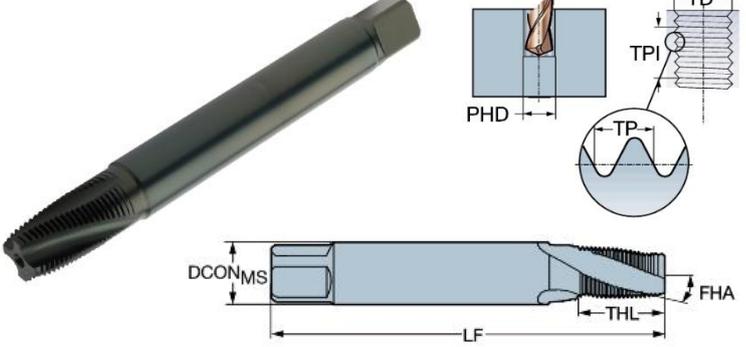
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

27

Окончание таблицы 9

1	2	3
8	Резец канавочный ISCAR GHDL 12-3 Пластина GIF 3.48-0.20	
9	Сверло Sandvik Coromant 860.1-1000-031A1-PM 4234 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
10	Фреза торцевая SANDVIK Coromant 419 419 – 054Q22 – 14H Пластина 419N-140530E-SM 4340	
11	Сверло Sandvik Coromant 860.1-0840-031A1-PM 4234 Покрытие PVD (Ti,Al)N	
12	Метчик Sandvik Coromant T300-XM100AM-1/8 B145 Покрытие PVD Fe	

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата
------	------	-----------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

28

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

2.1. Расчет припусков

В ходе проектирования технологического процесса одной из основных задач является обеспечение требуемой точности, качества и экономии материальных ресурсов.

Уменьшения затрат на изготовление изделия можно достичь путем уменьшения припусков на обработку.

Существуют два основных метода определения припусков на обработку поверхности: опытно–статистический и расчетно–аналитический.

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие Ø45H8. Определять припуски на механическую обработку данной поверхности будем с помощью расчетно–аналитического метода. Все результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчеты припусков

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	353			41	2	41	42	–	–
Черновое растачивание	50	50	17,8	167,7	2×890	44,38	0,25	44,38	44,63	2,63	4,38
Чистовое растачивание	20	20	0,53	58,39	2×161	44,85	0,1	44,85	44,95	0,32	0,47

Значения Rz, h находим по таблице 7 [с. 182, 5] (Rz – высота неровностей профиля поверхности, h – глубина дефектного слоя); ρ , ε

принимается по таблице 36, 40 [с. 78, 5] (ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки, ε – погрешность установки детали в приспособлении).

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле:

$$2Z_{min} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (9)$$

$$2Z_{min} = 2(200 + 300 + \sqrt{353^2 + 167,7^2}) = 2 \cdot 890 \text{ мкм};$$

$$2Z_{min} = 2(50 + 50 + \sqrt{17,8^2 + 58,39^2}) = 2 \cdot 161 \text{ мкм};$$

$$2Z_{min} = 2(20 + 20 + \sqrt{0,53^2 + 1,75^2}) = 2 \cdot 42 \text{ мкм}.$$

Расчетный диаметр определяется по формуле:

$$d_{pi-1} = D_i + 2Z_{i\min}, \quad (10)$$

$$d_{p4} = 45,039 \text{ мм};$$

$$d_{p3} = 45,039 - 2 \cdot 0,042 = 44,955 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 44,955 - 2 \cdot 0,161 = 44,633 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 44,63 - 2 \cdot 0,89 = 42,853 \text{ мм}.$$

Наибольшие предельные размеры d_{max} равняется расчетному размеру d_p .

Минимальный диаметр заготовки находится путем вычитания из наибольшего предельного размера допуска:

$$d_{min} = d_{max} - \delta, \quad (11)$$

$$d_{min4} = 45,039 - 0,039 = 45 \text{ мм};$$

$$d_{min3} = 44,95 - 0,1 = 44,85 \text{ мм};$$

$$d_{min2} = 44,63 - 0,25 = 44,38 \text{ мм};$$

$$d_{min1} = 42 - 2,0 = 40 \text{ мм}.$$

										Лист
										30
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.166.ПЗ					

Таблица 11 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	Ø104	4	2,4	1,2	-1,2
4	Ø109	4	2,4	1,2	-1,2
7	Ø28	4	1,8	0,9	-0,9

После определения величин припусков определяются предельные размеры заготовки и оформляется чертеж в соответствии с требованиями ГОСТов и ЕСКД.

2.2. Расчет режимов резания

После того, как был выбран инструмент, необходимо выбрать режимы резания. Режимы резания назначаются по рекомендации производителя инструмента из каталога, в зависимости от типа инструмента, его геометрии и материала режущей части [29], [30]. Режимы резания представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Режимы резания

Наименование операции, перехода	t, мм	S ₀ , мм/об	n, об/мин	V, м/мин	F _m , мм/мин	Число проходов
1	2	3	4	5	6	7
005 Комплексная с ЧПУ						
Подрезать торец Ø105h9	2	0,443	1500	306	-	1
Точить поверхность Ø105 в размер 8 мм	2	0,256	1140	375	-	1
Точить поверхность Ø180 в размер 35 мм;	2	0,35	589	333	-	1
Расточить отв. Ø45H8, Ø37, Ø32H8	1	0,313	2580	364	-	2

Окончание таблицы 12

1	2	3	4	5	6	7
Сверлить 3 отв. Ø14	-	0,291	2500	110	727	1
Сверлить 4 отв. Ø11	-	0,201	2500	110	640	1
Сверлить 4 отв. Ø5 в размер 20 мм	-	0,115	2500	94.2	690	1
Нарезать резьбу М6 на отверстия Ø5	-	-	830	32,6	1200	1
Подрезать торец Ø100h9	2	0,443	1500	306	-	1
Точить поверхность Ø75 в размер 1 мм	1	0,35	589	333	-	1
Расточить поверхность Ø65 в размер 1 мм	1	0,313	2580	364	-	1
Точить поверхность Ø100 в размер 14 мм;	2	0,256	1140	375	-	1
Точить канавку шириной 4Н12мм на Ø100	2	0,12	690	215	-	1
Сверлить отв. Ø10 в размер 27 мм	-	0,26	2500	110	650	1
Фрезеровать лыску на Ø180	5	0,347	2300	309	-	1
Сверлить отв. на лыске Ø8,4	-	0,21	2500	110	630	1
Нарезать резьбу К3/8 отв. Ø8,4	-	-	830	32,6	1200	1

При необходимости можно выполнить корректировку режимов резания.

2.3. Расчет технических норм времени

Под нормой штучного времени понимается норма времени, которая необходима для выполнения объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Нормы времени при среднесерийном производстве устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

Норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}}, \quad (16)$$

где $T_{\text{пз}}$ – подготовительно – заключительное время на партию деталей, мин;

n – количество деталей в настрочной партии, шт. [с. 110, 12].

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}, \quad (17)$$

где T_o – основное время, мин.;

T_b – вспомогательное время, мин.;

$T_{\text{обс}}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{\text{отл}}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин. [с. 111, 12].

Основное время определяем по формуле:

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{n \cdot S}, \quad (18)$$

где L – расчётная длина обработки, мм.;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.;

S – подача, мм/об (мм/мин) [с. 112, 12].

Вспомогательное время обработки определяется по формуле:

$$T_b = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}, \quad (19)$$

где $T_{\text{у.с.}}$ – время на установку заготовки, мин.;

$T_{\text{з.о.}}$ – время на закрепление и открепление заготовки, мин.;

$T_{\text{уп}}$ – время на приемы управления, мин.;

$T_{из}$ – время на измерение детали, мин[с. 114, 12];

В данном случае необходимо рассчитать штучно-калькуляционное время для операции 005 Комплексная с ЧПУ. Основное время рассчитывается при выборе режимов резания на сайте производителя автоматически. Основное время по переходам:

Переход 1. $T_o = 0$ мин;

Переход 2. $T_o = 0,04$ мин;

Переход 3. $T_o = 0,01$ мин;

Переход 4. $T_o = 0,12$ мин;

Переход 5. $T_o = 0,03$ мин;

Переход 6. $T_o = 0,01$ мин;

Переход 7. $T_o = 0,03$ мин;

Переход 8. $T_o = 0,12$ мин;

Переход 9. $T_o = 0,16$ мин;

Переход 10. $T_o = 0,8$ мин;

Переход 11. $T_o = 0,5$ мин;

Переход 12. $T_o = 4$ мин;

Переход 13. $T_o = 0$ мин;

Переход 14. $T_o = 0,04$ мин;

Переход 15. $T_o = 0,01$ мин;

Переход 16. $T_o = 0,01$ мин;

Переход 17. $T_o = 0,02$ мин;

Переход 18. $T_o = 0,02$ мин;

Переход 19. $T_o = 0,02$ мин;

Переход 20. $T_o = 0,04$ мин;

Переход 21. $T_o = 0,03$ мин;

Переход 22. $T_o = 1,6$ мин.

Общее время на обработку составит:

$$\sum T_o = 0,04 + 0,01 + 0,12 + 0,03 + 0,01 + 0,03 + 0,12 + 0,16 + 0,8 + 0,5 + 4 + 0,04 + 0,01 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 0,04 + 0,03 + 1,6 = 7,61 \text{ мин.}$$

Вспомогательного времени по всем переходам: $T_B = 1,07$ мин.;

Время на обслуживание станка: $T_{обс} = 0,36$ мин.;

Время на личные надобности: $T_{отл} = 0,26$ мин.

Рассчитаем штучное время по формуле (17):

$$T_{шт} = 7,61 + 2,24 + 0,36 + 0,26 = 10,47 \text{ мин.}$$

Рассчитаем штучно-калькуляционное время формуле (16):

$$T_{шт.к.} = \frac{6}{118} + 10,47 = 10,52 \text{ мин.}$$

Расчет технических норм времени представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет технических норм времени

Наименование операции	t_o	t_B			$t_{об}$	$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	n, шт	$t_{шт-к}$
		$t_{ус}$	$t_{уп}$	$t_{из}$						
005 Комплексная с ЧПУ	7,61	0,17	0,15	1,75	0,36	0,26	10,47	6	35	10,52

В результате проведенных расчетов было получено штучно-калькуляционное время, которое будет необходимо для экономических расчетов выпускной квалификационной работы.

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

В нынешнее время всё большее внимание уделяется автоматизации производственных процессов, в связи с этим особое значение приобретают станки с ЧПУ.

Внедрение на производство станков с числовым программным управлением сделало возможным снижение трудоемкости изготовления деталей в несколько раз.

На производстве применяются станки с разным видом программного обеспечения, но в основном обработка программируется на языке ISO 7 бит. Так же, данный язык программирования можно назвать языком G и M функций.

G – это подготовительные функции, определяющие настройку системы ЧПУ на определенный вид работы. M – это вспомогательные функции, которые предназначены для управления режимами работы станка.

В данном разделе разработан фрагмент управляющей программы для обработки детали «Крышка передняя» на токарном станке DMG CTX beta 500 для операции 005. Станок оснащен системой ЧПУ Sinumerik 840D от компании Siemens.

3.1. Основные сведения о системе с ЧПУ Sinumerik 840D

Системы автоматизации от компании Siemens сочетают в себе функциональность, производительность и рентабельность. Довольно успешное использование во многих областях автоматизации и производства, а богатая история и значительный опыт, позволяют говорить о надежности поставляемого оборудования на основе их систем.

Система с ЧПУ Sinumerik, это эффективная, универсальная система для автоматизации станков, которые применяются в разных отраслях и технологических процессах. Неотъемлемым преимуществом концепции Sinumerik является довольно широкий спектр возможностей.

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		38

Данные системы просты в эксплуатации и предлагают многожёнство функций и технологических циклов, которые позволяют сделать производство более рентабельным.

Отличительные признаки Sinumerik 840D:

- Система предназначена для задач высокой степени сложности;
- Обладает гибкостью и максимальными рабочими характеристиками;
- Сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ;
- Протестированное программное обеспечение управления и программирования;
- Имеется встроенные сертифицированные функции безопасности, которые позволяют обеспечить простую, экономичную и высокоэффективную защиту персонала и оборудования.

Система Sinumerik 840D широко применяется во всем мире в технологиях шлифования, точения, фрезерования, сверления; при высокоскоростной обработке; при изготовлении различных инструментов и форм; в обработке стекла и дерева; на агрегатных станках и автоматизированных линиях.

3.2. Основные и вспомогательные функции ЧПУ

Управляющие программы на станках с ЧПУ разрабатываются с применением G и M функций и с помощью постоянных циклов программирования. Перечень функций представлен в таблице 14 и 15.

Таблица 14 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G-коды)	Описание
1	2
G0	Быстрый ход
G1	Рабочий ход
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки

Окончание таблицы 14

1	2
G17	Рабочая плоскость XY
G18	Рабочая плоскость XZ
G19	Рабочая плоскость YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекции на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G53	Ликвидация всех смещений нулевой точки
G54-57	Заданное смещение
G64	Выход в заданную точку блока перемещения происходит не совсем точно, а с некоторым закруглением к следующему перемещению
G90	Задание абсолютных размеров
G91	Задание относительных размеров
G94	Скорость подачи F мм/мин
G95	Скорость подачи F мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении
G97	Постоянное число оборотов при сверлении

Таблица 15 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M-коды)	Описание
1	2
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M2	Конец программы
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить

Окончание таблицы 15

1	2
M6	Смена инструмента
M8	Подача СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M23	Открыть контейнер для приема готовой детали
M24	Закрыть контейнер
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

3.3. Фрагмент управляющей программы

Станок токарный с ЧПУ DMG CTX beta 500 оснащен системой Sinumerik 840D. Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 005 Комплексная с ЧПУ представлена в таблице 16. В полном объеме управляющая программа для данной операции представлена в Приложении Д.

Таблица 16 – Фрагмент управляющей программы для операции 005 Комплексная с ЧПУ, установ А

Содержание кадра	Содержание перехода
1	2
N01 T1 D1	Смена инструмента револьверной головки (в рабочую позицию доставляется инструмент №1, D1 – номер корректора для этого инструмента)
N02 G18 G54 G0 G90	G18 - рабочая плоскость XZ; G54 - заданное смещение нулевой точки; G0 - быстрый ход; G90 – размерные перемещения в абсолютных размерах.
N03 G96 s245 Lims=2000 M4 M8	G96 s245 – поддержание постоянной установленной скорости резания $v=245$ м/мин; m4 – включение вращения шпинделя против часовой стрелки; m8 – включение СОЖ.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

41

Продолжение таблицы 15

1	2
N04 f 0.2	Скорость рабочей подачи
N05 CYCLE95 ("contour", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)	Вызов цикла CYCLE95 для обработки "contour" (наружное чистовое обтачивание)
N06 M9	Отключение подачи СОЖ
N07 WWP	Обращение к подпрограмме перемещения револьверного суппорта в безопасную позицию для смены инструмента
N08 T2 D1	Смена инструмента револьверной головки (в рабочую позицию доставляется инструмент №2, D1 – номер корректора для этого инструмента)
N09 G18 G54 G0 G90	G18 - рабочая плоскость XZ; G54 - заданное смещение нулевой точки; G0 - быстрый ход; G90 – размерные перемещения в абсолютных размерах.
N10 G96 s245 Lims=2000 M4 M8	G96 s245 – поддержание постоянной установленной скорости резания v=245 м/мин; m4 – включение вращения шпинделя против часовой стрелки; m8 – включение СОЖ.
N11 f 0.3	Скорость рабочей подачи
N12 CYCLE95 ("contour1", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)	Вызов цикла CYCLE95 для обработки "contour1" (наружное чистовое обтачивание)
N13 M9	Отключение подачи СОЖ
N14 WWP	Обращение к подпрограмме перемещения револьверного суппорта в безопасную позицию для смены инструмента
N15 T3 D1	Смена инструмента револьверной головки (в рабочую позицию доставляется инструмент №3, D1 – номер корректора для этого инструмента)

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

42

Окончание таблицы 16

1	2
N16 G18 G54 G0 G90	G18 - рабочая плоскость XZ; G54 - заданное смещение нулевой точки; G0 - быстрый ход; G90 – размерные перемещения в абсолютных размерах.
N17 spos=25	Главный шпиндель повернуть в 25 градусов по оси Y
N18 setms(2)	Вращение приводного инструмента
N19 S2=2500 M2=M3	Число оборотов фрезерного шпинделя, вращение по часовой стрелки фрезерного шпинделя
N20 transmit	Трансформация осей
N21 diamof	Отмена диаметральных размеров
N22 G17	G17 - рабочая плоскость XY
N23 G0 X38.75 Z10 Y67	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
N24 f 0.3	Скорость рабочей подачи
N25 M8	Включение СОЖ
N26 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)	Вызов цикла CYCLE95 для сверления отверстия
N27 spos=155	Главный шпиндель повернуть в 155 градусов по оси Y
N28 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)	Вызов цикла CYCLE95 для сверления отверстия
N29 spos=270	Главный шпиндель повернуть в 270 градусов по оси Y
N30 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)	Вызов цикла CYCLE95 для сверления отверстия
N31 WWP	Обращение к подпрограмме перемещения револьверного суппорта в безопасную позицию для смены инструмента

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

43

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Состояние экономики страны зависит от эффективности работы предприятий. На предприятиях, стремящихся осуществлять производство с минимальным количеством издержек, ресурсы должны использоваться в таких количествах, при которых отношение предельной нормы технологического замещения одного ресурса на другой равно отношению их цен.

На предприятиях решается множество вопросов, связанных с внедрением новых технологий, применением высокопроизводительного оборудования, расходом ресурсов, увеличением прибыли и определением путей снижения издержек.

Изучение экономики предприятий, является необходимым условием для решения социально-экономических задач, связанных с реализацией и производством необходимых человеку материальных ценностей, что влияет на эффективность работы предприятия.

4.1. Исходные данные , для выполнения экономического расчета

При проектировании технологического процесса механической обработки детали «Крышка передняя» был использован универсальный токарный станок с ЧПУ DMG STX beta 500.

Исходные данные:

1. Название детали «Крышка передняя»;
2. Характеристика детали: деталь «Крышка передняя» для фиксации других деталей в корпусе;
3. Масса детали 3,2 кг;
4. Отходы материала составляют 1,25 кг;
5. Материал заготовки сталь 25Л.

В данном разделе выполняется расчет капитальных затрат на изготовление детали «Крышка передняя».

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		44

Исходные данные представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	Значение показателя
1. Годовая программа выпуска	5000
2. Штучно-калькуляционное время обработки по операциям, мин 005 Комплексная с ЧПУ	10,52
3. Годовой фонд времени оборудования, час Универсальный токарный станок с ЧПУ DMG CTX beta 500	3946
4. Нормативный коэффициент загрузки оборудования Универсальный токарный станок с ЧПУ DMG CTX beta 500	0,8
5. Коэффициент выполнения норм	1,0
6. Коэффициент использования металла	0,72

Основной целью технико-экономических расчетов в выпускной квалификационной работе является расчет себестоимости изготовления детали.

4.2. Технико-экономические расчеты

4.2.1. Расчет количества оборудования

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{з}} \cdot 60}, \quad (20)$$

где t – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.;

$F_{\text{об}}$ – действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени;

$k_{\text{з}}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования [с. 21, 24].

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по формуле:

$$F_{об} = F_H \left(1 - \frac{k_p}{100} \right), \quad (21)$$

где F_H – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

k_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, % [с. 64, 24].

Потери рабочего времени на ремонтные работы для токарного станка с ЧПУ равны 2%. Рассчитаем действительный фонд времени работы оборудования по формуле (21):

$$F_{об} = 3946 \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 3867,08 \text{ ч.}$$

Зная годовую программу выпуска деталей, мы можем определить количество технологического оборудования по формуле (20):

$$q = \frac{10,52 \cdot 5000}{3867,08 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,28 \text{ шт.}$$

Результаты вычислений сведем в таблицу 18.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Принятое количество оборудования	Мощность станка	Коэффициент загрузки оборудования (расчетный)	Потери номинального времени работы на ремонт, %	Номинальный фонд работы оборудования, ч.
DMG CTX beta 500	1	35	0,28	2	3867

В ходе проектирования нового технологического процесса инженер технолог использует уже имеющееся на предприятии оборудование, так как покупка нового для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна.

Проанализировав значение коэффициента загрузки оборудования можно сделать вывод, что средняя загрузка оборудования при производстве детали «Крышка передняя» составит 28%.

Затраты на программное обеспечение определяется по формуле:

$$K_{\text{прг}} = K_{\text{уп}} \cdot K_3 \cdot n, \quad (22)$$

где $K_{\text{уп}}$ – стоимость одной управляющей программы, $K_{\text{уп}} = 8000$ руб.;

K_3 – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы, $K_3 = 1,1$;

$n = 1$ количество операций для которых необходима программа.

Рассчитаем затраты на программное обеспечение по формуле (22):

$$K_{\text{прг}} = 8000 * 1,1 * 1 = 8800 \text{ руб.}$$

Единовременное вложение на программное обеспечение составит 8800 руб.

4.2.2. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из следующих показателей и рассчитывается по формуле:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (23)$$

где $Z_{\text{м}}$ – затраты на материалы (заготовки), руб.;

$Z_{\text{зп}}$ – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – затраты на технологическую электроэнергию, руб.;

$Z_{\text{об}}$ – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{\text{осн}}$ – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Затраты на материал

В проектируемом технологическом процессе заготовку получаем методом литья в кокиль. В связи с тем что на предприятии АО «Уралтрансмаш» нет собственного заготовительного производства, то

заготовки будут закупаться на другом предприятии. Тогда затраты на материалы рассчитываются по формуле :

$$Z_3 = (M_3 \cdot Q_3 - M_{отх} \cdot Q_{отх}) \cdot k_{тр} , \quad (24)$$

где M_3 – масса заготовки, кг.;

Q_3 – цена за 1 килограмм материала заготовки, руб.;

$M_{отх}$ – масса отходов заготовки, руб.;

$Q_{отх}$ – цена за 1 килограмм отходов, руб.;

$K_{тр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $k_{тр} = 1.04\%$.

Рассчитаем затраты на материал по формуле (24):

$$Z_3 = (4,45 \cdot 80 - 1,25 \cdot 12) \cdot 1,04 = 354,64 \text{ руб.}$$

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

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{эл} + Z_{к} + Z_{тр} , \quad (25)$$

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

$Z_{н}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_{эл}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование элетронщиков, руб.;

$Z_{к}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

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

При сдельной оплате труда по формуле:

$$Z_{пр} = C_T \cdot t \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_p , \quad (26)$$

где C_T – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,
 $k_{\text{доп}} = 1,2$;

$k_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, $k_{\text{соц}} = 1,3$;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}} = 1,15$.

Рассчитаем сдельную оплату труда по формуле (26):

$$З_{\text{сп}} = 180 \cdot 0,21 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 67,81 \text{ руб.}$$

Численность станочников определяется по формуле:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \quad (27)$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,
 $F_{\text{р}} = 1758$ ч.

Рассчитаем численность станочников по формуле (27):

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{10,52 \cdot 5000 \cdot 1}{1758 \cdot 60} = 0,5 \text{ чел.}$$

Принимается $Ч_{\text{ст}} = 1$.

Прямая численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносится в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно калькуляционное время, мин	З/п, руб.	Расчетная численность станочников, чел.
005 Комплексная с ЧПУ	180	10,52	67,81	0,5

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot \chi_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{соц}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (28)$$

где $C_{\text{т}}^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, руб.

Численность контролеров составляет 7% от числа станочников, а транспортных рабочих 5% от числа станочников.

Произведем расчет показателей численности и заработной платы транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих и контролеров составляет:

$$\chi_{\text{вспт}} = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ чел.}$$

$$\chi_{\text{вспк}} = 0,5 \cdot 0,07 = 0,035 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих и контролеров рассчитаем по формуле (28):

$$Z_{\text{вспт}} = \frac{150 \cdot 1758 \cdot 0,025 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{5000} = 2,37 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{вспк}} = \frac{173 \cdot 1758 \cdot 0,035 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{5000} = 3,82 \text{ руб.}$$

Результат расчетов сведем в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб	Принятая численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, руб
Транспортный рабочий	150	1	2,37
Контролер	173	1	3,82
Итого:		2	6,19

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, которая расходуется на выполнение одной операции рассчитывают по формуле:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_{\text{у}} \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{вд}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{в}} \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot \text{Ц}_{\text{э}}, \quad (29)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $k_N = 0,3$;

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

$k_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка, $k_{од} = 1$;

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

η – коэффициент полезного действия оборудования, $\eta = 0,9$;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

$\Pi_э = 6,38$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Затраты на электроэнергию рассчитаем по формуле (29):

$$З_э = \frac{35 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 10,52}{0,9 \cdot 60} \cdot 6,38 = 9,5 \text{ руб.}$$

Результат расчетов сведены в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, руб.
DMG CTX beta 500	35	10,52	9,5

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на эксплуатацию и содержание технологического оборудования определяются по формуле:

$$З_{об} = C_{рем} + C_{ам} , \quad (30)$$

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

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

Амортизационные отчисления на оборудование:

$$C_{AM} = \frac{C_{обp} \cdot H_a \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (31)$$

где $C_{обp}$ – цена единицы оборудования, руб.;

H_a – норма амортизационных отчислений;

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Затраты на ремонт станков с ЧПУ составляет 3% от стоимости оборудования на одну деталь. Затраты на эксплуатацию и содержание оборудования занесены в таблицу 22.

Таблица 22 – Затраты на эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизации, %	Штучно-калькуляционное время	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб
DMG CTX beta 500	14385000	1	8	10,52	68,2	25,3

$$Z_{об} = 68,2 + 25,3 = 93,5 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

В проектируемом технологическом процессе был выбран инструмент, как со сменными пластинами, так и монолитный.

Затраты на эксплуатацию монолитного инструмента вычисляют по формуле 32 [с. 68, 24]:

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T_{ст} \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_{м} \cdot \eta_{и}, \quad (32)$$

где $C_{и}$ – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_{п}$ – число переточек;

$\text{Ц}_{п}$ – стоимость одной переточки, руб.;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента, мин;

$T_{м}$ – машинное время, мин;

$\eta_{и}$ – коэффициент случайной убыли инструмента.

Расчет затрат на эксплуатацию инструмента для обработки детали «Крышка передняя» приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Затраты на эксплуатацию монолитного инструмента

Инструмент	$T_{маш}$, мин	$\text{Ц}_{и}$, руб.	$T_{ст}$, мин	$P_{и}$, руб	$\beta_{п}$	$K_{уб}$, руб	Итого затраты, руб
Сверло Sandvik Coromant Ø14 860.1-1400-057A1-PM 4234	0,15	5935	70	310	3	0,9	0,15
Сверло Sandvik Coromant Ø11 860.1-1100-037A1-PM 4234	0,15	5935	70	310	3	0,9	0,15
Сверло Sandvik Coromant Ø5 860.1-0500-037A1-PM 4234	0,15	5935	70	310	3	0,9	0,15
Фреза для фасок Sandvik Coromant A316-16CM800-06245G 1030	8	7500	70	310	0	0,9	8
Метчик Sandvik Coromant T300-SD101DA-M6 D125	0,98	3283	70	250	0	0,9	0,98
Сверло Sandvik Coromant Ø10 860.1-1000-031A1-PM 4234	0,15	5935	70	310	3	0,9	0,15
Сверло Sandvik Coromant Ø8,4 860.1-0840-031A1-PM 4234	0,15	5935	70	310	3	0,9	0,15
Метчик Sandvik Coromant T300-XM100AM-1/8 B145	6,46	3343	70	250	0	0,9	6,46
ИТОГО:							16,19

Определение затрат на эксплуатацию прогрессивного инструмента определяется по формуле:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} \cdot n + (C_{\text{кор}} + k_{\text{ком}} \cdot C_{\text{ком}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1}, \quad (33)$$

где $Z_{\text{эи}}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{\text{пл}}$ – цена сменной пластины, руб.;

n – количество сменных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{кор}}$ – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{\text{ком}}$ – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, накладных стружколомов, клиновых прижимов, штифтов, винтов, рычагов и т.п.), руб.;

$K_{\text{ком}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени эксплуатации, шт.;

Q – количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.;

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

$b_{\text{фи}}$ – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента;

$T_{\text{маш}}$ – машинное время, мин.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента, мин.

Результаты расчетов сведены в таблицу 24.

Таблица 24 – Затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента

Инструмент	Машинное время, мин	Стоимость, руб	Итого затраты, руб
1	2	3	4
Резец Sandvik Coromant DWLNR 2525M 08	0,43	6135	0,03
Пластина WNMG 08 04 16-PR 4305		410	

Окончание таблицы 24

1	2	3	4
Резец расточной ISCAR A16M PCLNR-09G Пластина CNMG 090408-F3P	2,37	6863 395	0,08
Резец канавочный ISCAR GHDL 12-3 Пластина GIF 3.48-0.20	1,18	4309 637	0,06
Фреза торцевая SANDVIK Coromant 419 419 – 054Q22 – 14H Пластины 419N-140530E-SM 4340	4,08	50284 716	0,35
ИТОГО:			2,52

Результаты расчетов себестоимости годового объема выпуска детали сведены в таблице 25.

Таблица 25 – Технологическая себестоимость обработки детали в рублях

Статья затрат	На одну деталь
Затраты на изготовление заготовки	354,64
Заработная плата с начислениями	67,81
Затраты на электроэнергию	9,5
Затраты на эксплуатацию технологического оборудования	93,5
Затраты на эксплуатацию инструмента	18,71
Итого	544,16

Себестоимость годового выпуска детали «Крышка передняя» составила 2720800 рубля. Себестоимость одной детали составляет 544.16 рубля.

4.3. Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия

Необходимо выполнить расчет нескольких обобщающих коэффициентов, которые характеризуют технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии [с. 36, 24].

Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_0 + T_{\text{всп}}}{t} \cdot 100\%, \quad (34)$$

где T_0 – основное время обработки детали на программных операциях, мин.;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время механизированных приемов, мин.;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (35)$$

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм.

Результаты расчетов технико-экономических показателей проекта сведены в таблицу 26.

Таблица 26 – Технико-экономических показателей проекта

Наименование показателя	Значение показателя
Годовой выпуск деталей, шт	5000
Количество оборудования, шт	1
Количество рабочих, шт	3
Технологическая себестоимость обработки детали, руб.	544,16
В том числе:	
– Материальные затраты	476,35
– Затраты на заработную плату	67,81
Технологическая себестоимость годового выпуска, руб	2720800
Уровень механизации труда на операциях 005 Комплексная с ЧПУ	83
Производительность труда на операциях, шт/чел. Год 005 Комплексная с ЧПУ	9610,27

После расчета всех необходимых экономических показателей проектируемого технологического процесса, мы узнали себестоимость и детали и годового выпуска деталей, а также общие коэффициенты производительности труда и механизации.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

56

5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Анализ профессиональной деятельности оператора-наладчика станков с ЧПУ основывается на профессиональном стандарте по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», который был утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014 года. №530н. Основным видом деятельности по профессии согласно данному документу является наладка обрабатывающих центров с программным управлением, выявление неисправностей при работе оборудования и установка технологической последовательности обработки деталей.

В таблице 27 приведены обобщенные трудовые функции профессионального стандарта.

Таблица 27 – Трудовые функций оператора наладка обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	А/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

58

Оконцание таблицы 27

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
В	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	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

59

В выпускной квалификационной работе необходимо повысить квалификацию оператора-наладчика станков с ЧПУ до 3 разряда, поэтому анализируем трудовую функцию – «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». Данные представлены в таблице 28.

Таблица 28 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	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	Код	В	Уровень квалификации	3
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 (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

Окончание таблицы 28

Дополнительные характеристики		
Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

Все необходимые навыки, умения и знания, которыми должен обладать обучаемый представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Анализ трудовой функции

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка				
	Режимы работы стойки ЧПУ				
	Системы графического программирования				
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами				

Учитывая данные анализа трудовой функции, мы можем сформулировать программу повышения квалификации «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

5.3. Анализ программы повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Курс разработан по образовательной программе «Программирование станков ЧПУ с системой Sinumerik 840D». Данный курс рассчитан на 72 часа и предусматривает как теоретическое, так и практическое обучение.

Программа содержит учебно-тематический план, который определяет тематику и объем курса, а также последовательность изучения тем.

На базе учебного интерактивного класса происходит теоретическое обучение. Практическая часть обучения предусматривает отработку навыков на оборудовании учебного центра и на обрабатывающем центре DMG CTX beta 500 Sinumerik 840D.

В ходе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями универсальных токарных станков с ЧПУ и изучают, основы программирования, саму систему управления Sinumerik 840D, с помощью программы-эмулятора, разработку управляющих программ, приемам наладки оборудования.

Обучение на курсе завершается сдачей квалификационного экзамена, присвоением разряда и выдачей удостоверения.

Учебный план повышения квалификации представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Учебный план «Программирование станков ЧПУ с системой Sinumerik 840D»

№ п/п	Наименование тем	Виды занятий		
		Теоритические	Практические	Всего
1	2	3	4	5
1	<p align="center">Тема 1. Введение</p> <p>Цели и задачи проведения данного курса обучения. Общие сведения о системе ЧПУ Sinumerik 840D: устройство, назначение, технические возможности и практическое применение. Основные понятия и терминология. Элементы языка программирования. Функции программирования. Структура и содержание программы ЧПУ.</p>	2	0	2

Продолжение таблицы 30

1	2	3	4	5
2	<p>Тема 2. Знакомство с панелью управления Панель оператора станка. Особенности панели Sinumerik. Функциональные клавиши. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление перемещением, вращением шпинделя, подачей. Управление программой. Аварийный останов</p>	2	4	6
3	<p>Тема 3. Управление станком Область управления станком. Вертикальные и горизонтальные функциональные клавиши. Режимы переключения контроля. Переключение между координатами станка и детали. Ручное управление. Перемещение по осям. Привязка инструмента. Подача. Автоматический режим. Дисплей осей, G функций, шпинделя, программного управления. Поддачи по осям. Смещение нуля.</p>	2	4	6
4	<p>Тема 4. Управление параметрами станка Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Поиск и выбор инструмента. Установка и удаление смещения инструмента. R параметры. Смещение нуля.</p>	2	4	6
5	<p>Тема 5. Управление программой Основной дисплей программы. Типы файлов программы. Редактирование программ. Выбор заготовки в программе. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Создание каталога обрабатываемых деталей. Выбор программы обрабатываемой детали для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра.</p>	2	6	8
6	<p>Тема 6. Разработка управляющей программы Циклы токарной обработки. Программирование токарной обработки при помощи циклов. Создание управляющих программ для обработки простых деталей.</p>	4	12	16
Производственное обучение				
7	<p>Тема 7. Практическое обучение Внедрение программы в покадровом режиме. Наладка станка. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.</p>	0	24	24

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	------	--------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

63

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5
Итоговая аттестация				
1	Классификационный экзамен операторов токарных обрабатывающих центров с ЧПУ	0	4	4
Всего по курсу:				72

Рассмотрим тему 6 «Разработка управляющей программы» и составим план её изучения. План изучения темы представлен в таблице 31.

Таблица 31 – План изучения темы «Разработка управляющей программы»

№ п/п	Наименование тем раздела	Всего часов	В том числе:	
			Теоритическое занятие	Практическое занятие
1	Программирование перемещений инструмента	2	2	
2	Программирование контура детали в подпрограмме. Программирование обработки с помощью циклов.	2	2	
3	Разработка управляющей программы для обработки простых деталей	6		6
4	Разработка управляющей программы по чертежу детали. Проверка программы в 2D симуляции.	6		6
Итого:		16	4	12

Для разработки урока теоретического обучения выбрана тема №2 «Программирование контура детали. Программирование обработки с помощью циклов». На изучение данной темы отводится 1 занятие (2 академических часа).

5.4. Разработка занятия теоретического обучения

План-конспект занятия

Тема занятия: «Программирование контура детали. Программирование обработки с помощью циклов»

Цель занятия: Сформировать умение правильно составлять управляющую программу.

Дидактические задачи:

– Сформировать у обучающихся знания о программировании контура детали и о циклах токарной обработки.

Воспитательные задачи:

- воспитать творческое отношение к трудовой деятельности;
- воспитать бережное отношение к труду, оборудованию и инструменту;
- прививать чувство ответственности за свои решения и результаты работы.

Развивающие задачи:

- развивать умения правильно анализировать рабочую ситуацию, осуществлять оценку и корректировку своей деятельности;
- развивать стремления к самостоятельному поиску знаний.

Ведущая технология: рассказ, беседа.

Тип занятия: занятие получение новых знаний и умений.

Вид занятия: лекция.

Методы обучения:

- 1) Объяснительно-иллюстрационный;
- 2) Репродуктивный, индуктивный;
- 3) Словесный.

Оснащение: мультимедийная техника, проектор, компьютеры, симулятор системы Sinumerik 840D, таблицы, чертежи, схемы, иллюстрационно-демонстрационный материал, нормативно-техническая литература.

В таблице 32 представлен план занятия.

Таблица 32 – План учебного занятия

Этап учебного занятия	Время отводимое на этап
Организационный	2
Подготовка к основному этапу занятия	5
Изложение нового учебного материала	55
Закрепление полученного материала	25
Подведение итогов занятия	3
<i>Итого:</i>	<i>90 минут</i>

Продолжительность учебного занятия составляет 90 минут.

В таблице 33 рассмотрены функции обучаемых и педагога в учебном процессе.

Таблица 33 – Ход учебного занятия

Этап	Деятельность педагога	Деятельность обучающихся	Методы и средства
Организационный	Приветствует обучающихся, отмечает присутствие	Приветствуют преподавателя	Словесный метод обучения
Подготовка к основному этапу занятия	Объявляет тему, цель, задачи урока. Объясняет значимость данной темы в профессиональной деятельности	Записывают тему, знакомятся с планом занятия	Словесный и Объяснительно-иллюстрационный метод
Изложение нового учебного материала	Ведется изложение нового материала на тему «Программирование контура детали. Программирование обработки с помощью циклов», в процессе беседуя с обучающимися	Слушают преподавателя, ведут конспект, задают вопросы, беседуют с преподавателем	Словесный и Объяснительно-иллюстрационный метод
Закрепление полученного материала	Проводит тестирование	Отвечают на вопросы тестового задания	Репродуктивный, индуктивный метод
Подведение итогов занятия	Делает анализ урока, успешности достижения цели урока	Слушают, высказывают свое мнение	Словесный метод обучения

План-конспект урока представлен в Приложении В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был разработан технологический процесс механической обработки детали «Крышка передняя» в условиях среднесерийного производства с использованием высокопроизводительного оборудования.

При разработке проекта были учтены: точность размеров, шероховатость поверхностей, особенности и свойства обрабатываемого материала, действующие нормативы и стандарты.

Основными характеристиками является:

- Тип производства – среднесерийный;
- Материал заготовки – сталь 25Л.

Была выполнена разработка управляющей программы для операции 005 «Комплексная с ЧПУ» с использованием системы ЧПУ Sinumerik 840D.

В экономической части дипломного проекта был выполнен расчет себестоимости 1 детали.

Так как в разрабатываемом технологическом процессе подразумевается использование современного оборудования с ЧПУ. В методической части проекта был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Результатом выполнения методической части является разработка занятия по теме «Программирование контура детали. Программирование обработки с помощью циклов». Занятие разработано с целью повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 3 разряда в образовательном центре на базе ПАО МЗиК.

Цель выпускной квалификационной работы была выполнена.

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		67

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов

Таблица 34. Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество
1	«Крышка передняя»	ДП.44.03.04.166.01	A1	1
2	«Крышка передняя» отливка	ДП.44.03.04.166.02	A2	1
3	Управляющая программа на операцию 005 (фрагмент)	ДП.44.03.04.166.Д01	A1	1
4	Технико – экономические показатели проекта	ДП.44.03.04.166.Д02	A1	1
5	Иллюстрации технологического процесса	ДП.44.03.04.166.Д03	A1	1
6	Иллюстрации технологического процесса	ДП.44.03.04.166.Д04	A1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса;

Маршрутная карта;

Операционная карта;

					<i>ДП 44.03.04.166.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		74

CYCLE 95

Назначение. С помощью цикла CYCLE 95 обрабатывают наружный и внутренний контур, запрограммированный в подпрограмме, токарными проходным или расточным резцами.

Данным циклом программируется черновое и/или чистовое точение (расточивание).

Программирование. В управляющей программе CYCLE 95 записывается отдельным кадром: CYCLE 95 (NPP, MID, FALZ, FALX, FAL, FF1, FF2, FF3, VARI, DT, DAM, VRT).

Создание CYCLE 95. Для создания CYCLE 95 необходимо выполнить следующие действия:

- установить курсор в чистой строке блока управляющей программы;
- нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»);
- нажать в вертикальном ряду кнопку «Stock removal» («V3»).

В результате проделанных действий откроется рабочее окно CYCLE 95 с набором параметров.

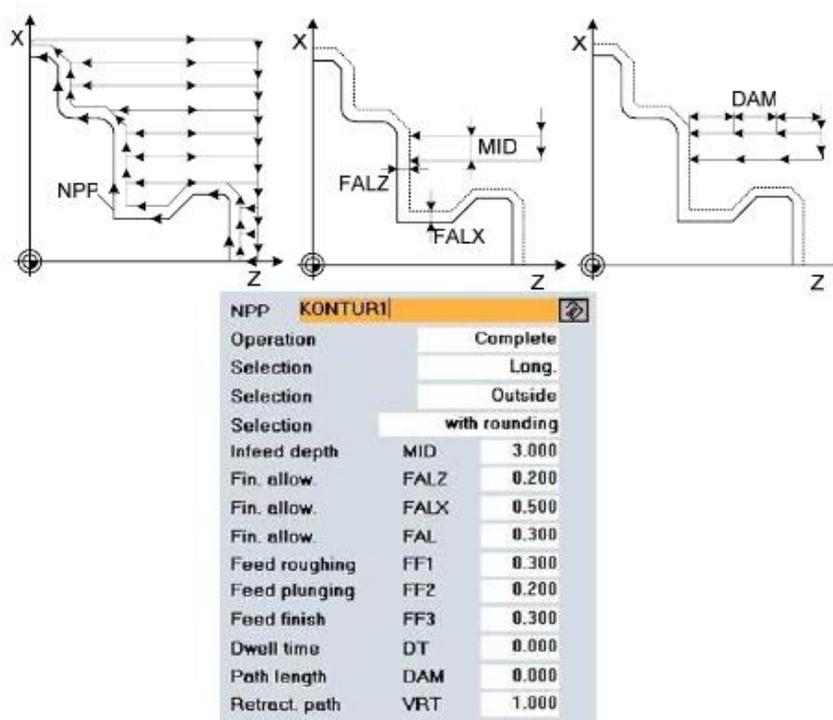


Рисунок 1 – Параметры цикла CYCLE 95

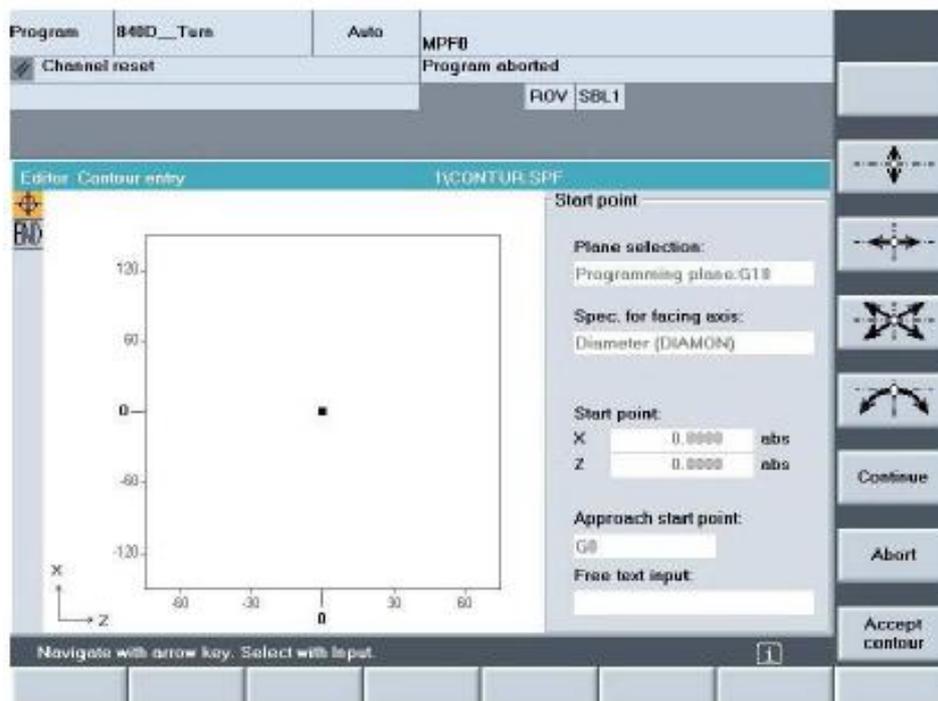


Рис. 3 – Окно ввода видов линий для создания контура детали.

При нажатии кнопки с изображением вертикальной линии («V2») откроется окно (рис. 4), где необходимо указать координату X в диаметральных размерах или в радиусах, в зависимости от параметров стартовой точки. При необходимости указать размер фаски или радиус.

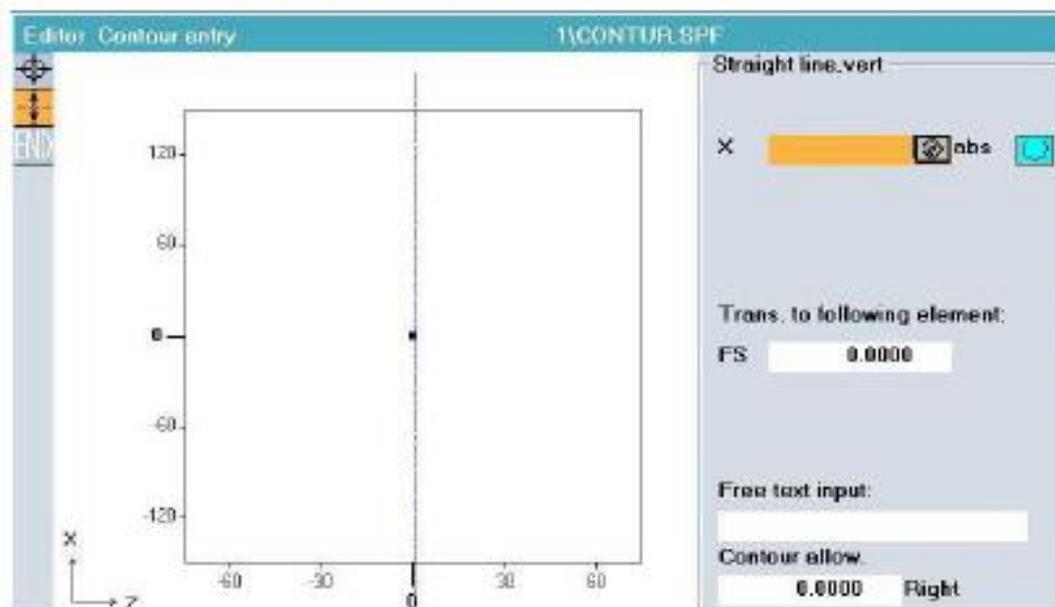


Рис. 4 – Окно ввода параметров вертикальной линии

Создание CYCLE 93. Для создания цикла CYCLE 93 необходимо выполнить следующие действия:

- установить курсор в чистой строке блока управляющей программы;
- нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»);
- нажать в вертикальном ряду кнопку «Groove» («V5»).

В результате проделанных действий откроется рабочее окно CYCLE 93 с набором параметров (рис. 8).

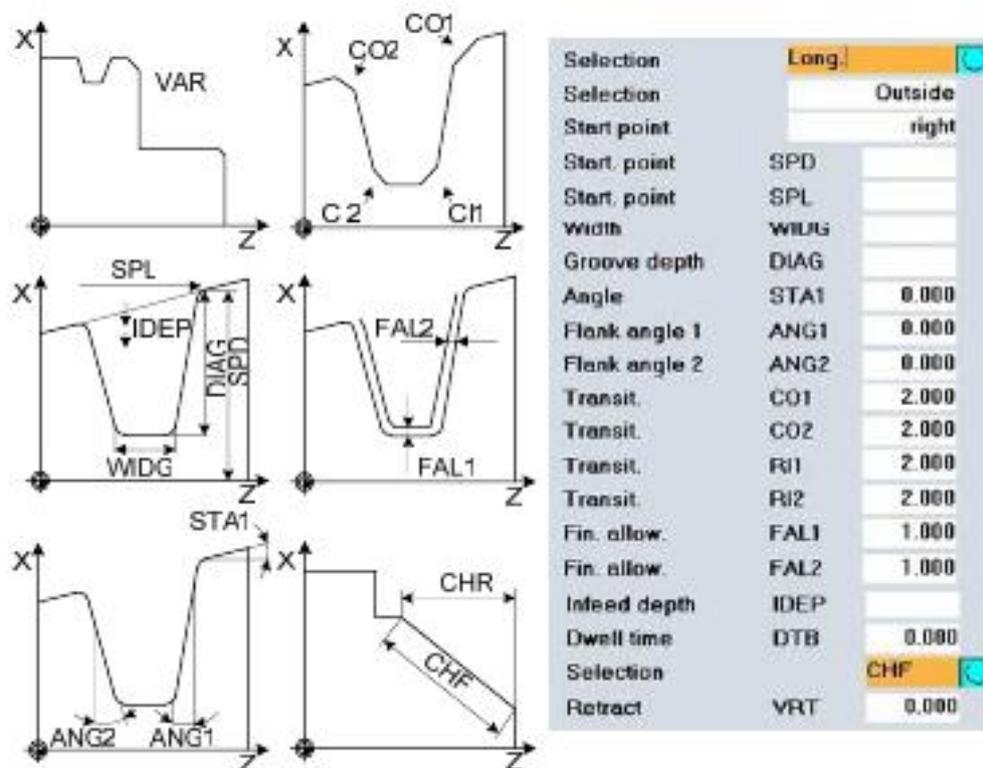


Рис. 8 – Параметры цикла CYCLE 93

Описание параметров CYCLE 93

Selection (1) – в этом параметре выбирается местоположение канавки: на радиальной или торцевой поверхности.

Selection (2) – в этом параметре определяется поверхность для обработки канавки: наружная (Outside) или внутренняя (Inside)).

Start. point – в этом параметре определяется сторона канавки: правая (right) или левая (left), относительно которой будут заданы координаты стартовой точки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

83

CYCLE 97

Назначение. С помощью цикла CYCLE 97 нарезают метрические резьбы размером от М3 до М60 резьбовым резцом. В данном цикле нарезают резьбу на наружной или внутренней цилиндрической или конической поверхности. Резьбы могут быть однозаходными и многозаходными, право- и левосторонними.

Программирование. В управляющей программе CYCLE 97 записывается отдельным кадром: CYCLE 97 (PIT, MPIT, SPL, FPL, DM1, DM2, APP, ROP, TDEP, FAL, IANG, NSP, NRC, NID, VARI, NUMTH).

Создание CYCLE 97. Для создания цикла CYCLE 97 необходимо сделать следующее:

- установить курсор в чистой строке блока управляющей программы;
- нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»);
- нажать в вертикальном ряду кнопку «Thread» («V4»);
- нажать в вертикальном ряду кнопку «Thread cutting» («V2»).

В результате проделанных действий откроется рабочее окно CYCLE 97 с набором параметров (рис. 9).

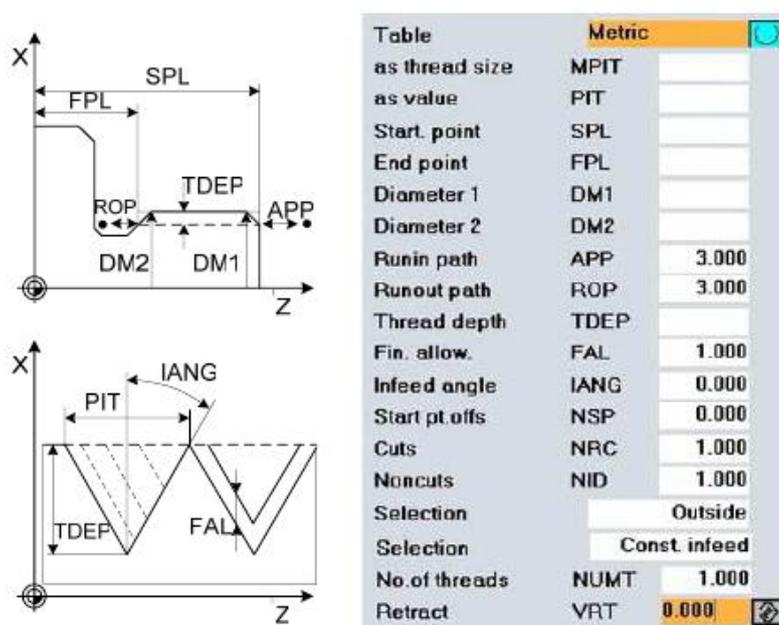


Рис. 9 – Параметры цикла CYCLE 97

Описание параметров CYCLE 97

Table – в этом поле выбирается тип резьбы. В данном случае (см. рис. 10) – метрическая.

MPIT – номинальный диаметр резьбы.

PIT – определяет шаг резьбы. При введении параметра MPIT шаг резьбы определяется автоматически.

SPL и FPL – данные параметры определяют начальную и конечную точки резьбы.

DM1 и DM2 – диаметр резьбы в начальной и конечной точках. При нарезании резьбы на цилиндрической поверхности значения диаметров одинаковы. При нарезании резьбы на конической поверхности значения диаметров различны.

APP и ROP – величины подвода и вывода инструмента из зоны резания. Траектории подвода и вывода необходимы для ускорения замедления суппортов. В зоне подвода и выхода резьба неточная, поэтому следует использовать выводную канавку для резьбы. Параметры APP и ROP записываются без знака.

TDEP – глубина резьбы. Определяется автоматически после введения номинального диаметра резьбы в поле MPIT. Для стандартных метрических резьб: глубина резьбы = $0,613435 \cdot \text{Ч шаг резьбы}$.

FAL – припуск на чистовую обработку. Снимается за один проход.

IANG – угол врезной подачи. При прямой врезной подаче (вертикально резьбе) следует программировать IANG = 0. При боковой врезной подаче значение IANG должно быть равно максимум половине угла резьбы: например, для метрических резьб – максимум 30° . Отрицательное значение для IANG активирует переменную боковую подачу. При выполнении конических резьб переменная боковая подача невозможна.

NSP – угол, определяющий точку врезания инструмента для резьбы на окружности заготовки. Если NSP не запрограммирован, резьба начинается в позиции 0°. Диапазон ввода – с +0,0001° по +359,9999° (рис. 10).

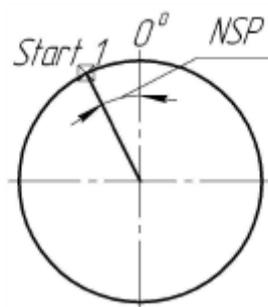


Рис. 10 – Определение точки врезания для первой резьбы

NRC – количество проходов для снятия черного припуска.

NID – количество холостых проходов после всех черновых и чистовых проходов.

Selection 1 – выбор поверхности, на которой будет нарезаться резьба: наружная (Outside) или внутренняя (Inside).

Selection 2 – постоянная подача.

NUMT – количество заходов для многозаходных резьб. Для нормальной резьбы программируют 0 или не программируют этот параметр совсем. Единичные резьбы размещаются равномерно на окружности, начало первой резьбы определяется параметром NSP.

VRT – траектория возврата во время нарезания резьбы. Если VRT = 0 (параметр не запрограммирован), инструмент отводится на 1 мм.

CYCLE 83

Назначение. Цикл CYCLE 83 используется для сверления отверстий с запрограммированной подачей спиральными сверлами.

Программирование. В управляющей программе CYCLE 83 записывается отдельным кадром: CYCLE 83 (RTP, RFP, SDIS, DP, FDEP, DAM, DTB, FRF, VARI, AXN, MDEP, VRT, DTD).

Создание CYCLE 83. Для создания CYCLE 83 необходимо:

- установить курсор в чистой строке блока управляющей программы;
- нажать в горизонтальном ряду кнопку «Drilling» («НЗ»);
- нажать в вертикальном ряду кнопку «Deep hole drilling» («V3»).

В результате проделанных действий откроется рабочее окно CYCLE 83 с набором параметров (рис.11).

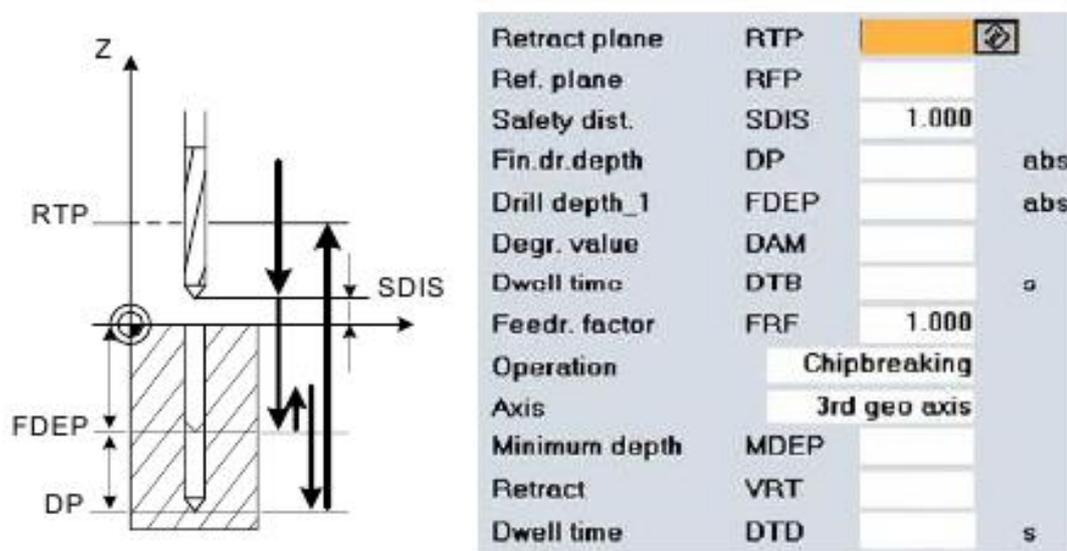


Рис. 11 – Параметры цикла CYCLE 83

Описание параметров CYCLE 83

RTP – плоскость отвода. После цикла инструмент устанавливается на этой высоте.

RFP – основная плоскость. Координата начала отверстия по оси Z.

SDIS – расстояние безопасности. Инструмент на быстрой подаче перемещается к детали и останавливается на расстоянии SDIS, затем подача переключается на рабочую, и выполняется сверление отверстия.

DP – глубина отверстия относительно основной плоскости RFP.

FDEP – глубина сверления до первого вывода сверла для удаления стружки.

DAM – величина дегрессии. Глубина, на которую будет выполняться сверление после первого вывода сверла из отверстия.

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

88

DTB – время выдержки. Инструмент отводится только после времени выдержки (остановки) с целью облома стружки (стружколомания).

FRF – фактор подачи при сверлении. С помощью данного фактора может быть снижена подача для первого врезания. Возможный ввод: 0,001–1.

Operation – в этом параметре выбирается технология сверления: со стружколоманием или с удалением стружки. Стружколомание – после каждой врезной подачи инструмент отводится на 1 мм для стружколомания. Удаление стружки – после каждой врезной подачи инструмент отводится из отверстия в базовую плоскость для удаления стружки из отверстия.

Axis – выбор оси инструмента в зависимости от выбранной плоскости сверления (табл. 35, 36)

Таблица 35.

Команда	Плоскость	Вертикальная ось врезной подачи
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

Таблица 36

Ось	G17	G18	G19
X	Axis = 1	Axis = 2	Axis = 3
Y	Axis = 2	Axis = 3	Axis = 1
Z	Axis = 3	Axis = 1	Axis = 2

MDEP – минимальная глубина сверления. Данным параметром определяется шаг сверления с учетом фактора подачи. Если вычисленный шаг сверления меньше минимальной глубины сверления, оставшаяся глубина сверления обрабатывается в шагах, соответствующих минимальной глубине сверления.

VRT – величина отвода инструмента во время стружколомания. При VRT = 0 (параметр не запрограммирован) сверло отводится на 1 мм.

DTD – время выдержки на конечной глубине сверления.

4. Закрепление полученного материала

После изучения новой темы, обучающиеся проходят тестовое задание в системе «Айрен» для закрепления нового материала. Выполнение теста рассчитано на 25 минут, по завершению которого, каждый обучающийся сможет посмотреть свои результаты.

5. Подведение итогов

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку и диктует домашнее задание по самостоятельному изучению более подробно о циклах ЧПУ.

					<i>ДП 44.03.04.166.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		90

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Тест к уроку теоретического обучения

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 1 из 15

Обзор

Какое расширение имеет подпрограмма?

Ответ: SPF

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу

Вопрос 1

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 2 из 15

Обзор

Установить верную последовательность действий необходимых для создания CYCLE 97.

- 1 Установить курсор в чистой строке блока управляющей программы
- 2 Нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»)
- 3 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Thread» («V4»)
- 4 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Thread cutting» («V2»)

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу

Вопрос 2

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

91

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 3 из 15

Обзор

Установить верную последовательность действий необходимых для создания CYCLE 93.

- 1 Установить курсор в чистой строке блока управляющей программы
- 2 нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»)
- 3 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Groove» («V5»)

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу

Вопрос 3

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 4 из 15

Обзор

Установить верную последовательность действий необходимых для создания CYCLE 83.

- 1 Установить курсор в чистой строке блока управляющей программы
- 2 Нажать в горизонтальном ряду кнопку «Drilling» («H3»)
- 3 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Deep hole drilling» («V3»)

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу

Вопрос 4

Изм.	Лист	№ док.им.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

92

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 5 из 15

Установить соответствие между циклом и его параметрами.

CYCLE 83

- Retract plane
- Ref. plane
- Safety dist.
- Fin dr depth
- Drill depth_1
- Degr. value
- Dwell time
- Feedr. factor
- Operation
- Axis
- Minimum depth
- Retract
- Dwell time

CYCLE 93

- Selec
- Selec
- Start
- Start

Ответить < Назад > Вперед Завершить работу

Вопрос 5

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 6 из 15

Какой цикл применяют для обработки наружного и внутреннего контура, запрограммированного в подпрограмме?

- CYCLE 95
- CYCLE 93
- CYCLE 83
- CYCLE 97
- Среди предложенных вариантов нет верного.

Ответить < Назад > Вперед Завершить работу

Вопрос 6

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 7 из 15

Установить верную последовательность действий необходимых для создания контура в подпрограмме.

- 1 Создать файл с расширением .SPF в папке с той деталью, для которой пишется программа
- 2 Нажать в горизонтальном ряду кнопку «Contour» («H2»)
- 3 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Generate contour» («V2»)
- 4 Выбрать рабочую плоскость
- 5 Определить по чертежу детали, в каких параметрах даны диаметральные размеры
- 6 Определить координаты начала контура относительно нуля детали
- 7 Определить вариант подвода инструмента к заготовке

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу

Вопрос 7

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 8 из 15

Установить верную последовательность действий необходимых для создания CYCLE 95.

- 1 Установить курсор в чистой строке блока управляющей программы
- 2 Нажать в горизонтальном ряду кнопку «Turning» («H5»)
- 3 Нажать в вертикальном ряду кнопку «Stock removal» («V3»)

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу (F4)

Вопрос 8

Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.166.ПЗ

Лист

94

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 9 из 15

В управляющей программе CYCLE записывается _____ кадром.

Ответ: Одним

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу (F4)

Вопрос 9

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 10 из 15

Какое расширение имеет главная программа?

Ответ: MPF

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу (F4)

Вопрос 10

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 11 из 15

Какой цикл применяют при обработке канавок?

CYCLE 95
 CYCLE 93
 CYCLE 83
 CYCLE 97
 Среди предложенных вариантов нет верного.

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу (F4)

Вопрос 11

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 12 из 15

Циклы – это технологические _____, с помощью которых можно реализовывать определенные процессы обработки, например, нарезание резьбы.

Ответ: Подпрограммы

Ответить ← Назад → Вперед Завершить работу (F4)

Вопрос 12

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 13 из 15

Установить соответствие между командами и плоскостями, которые они обозначают.

G17	XY
G18	ZX
G19	YZ

Ответить

← Назад → Вперед

Завершить работу (F4)

Вопрос 13

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 14 из 15

Какой цикл используется для нарезания резьбы?

- CYCLE 95
- CYCLE 93
- CYCLE 83
- CYCLE 97
- Среди предложенных вариантов нет верного.

Ответить

← Назад → Вперед

Завершить работу (F4)

Вопрос 14

Циклы токарного станка с ЧПУ

Вопрос 15 из 15

Обзор

Какой цикл используется для сверления отверстий?

- CYCLE 93
- CYCLE 97
- CYCLE 83
- CYCLE 95
- Среди предложенных вариантов нет верного.

Ответить

Назад Вперед

Завершить работу (F4)

Вопрос 15

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		98

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Управляющая программа

В данном приложении представлена управляющая программа для операции 005 Комплексная с ЧПУ на токарный станок DMG CTX beta 500 с применением программного управления Sinumerik 840D.

N01 T1 D1

N02 G18 G54 G0 G90

N03 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8

N04 f 0,2

N05 CYCLE95 ("contour", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)

N06 M9

N07 WWP

N08 T2 D1

N09 G18 G54 G0 G90

N010 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8

N11 f 0,3

N12 CYCLE95 ("contour1", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)

N13 M9

N14 WWP

N15 T3 D1

N16 G18 G54 G0 G90

N17 spos=25

N18 setms(2)

N19 S2=2500 M2=M3

N20 transmit

N21 diamof

N22 G17

N23 G0 X38.5 Z10 Y67

N24 f 0.3

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		99

N25 M8
N26 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N27 spos=155
N28 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N29 spos=270
N30 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N31 WWP
N32 T4 D1
N33 G18 G54 G0 G90
N34 setms(2)
N35 S2=2500 M2=M3
N36 transmit
N37 diamof
N38 G17
N39 f 0.2
N40 M8
N41 spos=45
N42 G0 X46 Z10 Y46
N43 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N44 spos=135
N45 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N46 spos=225
N47 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N48 spos=315
N49 CYCLE83 (10,0,2,40,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N50 WWP
N51 T5 D1
N52 G18 G54 G0 G90
N53 setms(2)

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

N54 S2=2500 M2=M3
N55 transmit
N56 diamof
N57 G17
N58 f 0.2
N59 M8
N60 G0 X18.5 Z10 Y18.5
N61 spos=45
N62 CYCLE83 (10,0,2,20,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N63 spos=135
N64 CYCLE83 (10,0,2,20,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N65 spos=225
N66 CYCLE83 (10,0,2,20,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N67 spos=315
N68 CYCLE83 (10,0,2,20,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N69 WWP
N70 T6 D1
N71 G18 G54 G0 G90
N72 setms(2)
N73 S2=2500 M2=M3
N74 transmit
N75 diamof
N76 G17
N77 f 0.12
N78 M8
N79 G0 X18.5 Z10 Y18.5
N80 CYCLE83 (10,0,2,2,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N81 spos=45
N82 CYCLE83 (10,0,2,2,10,5,0,0,1,3,5,1,0)

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

N83 spos=135
N84 CYCLE83 (10,0,2,2,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N85 spos=225
N86 CYCLE83 (10,0,2,2,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N87 spos=315
N88 WWP
N89 T7 D1
N90 G18 G54 G0 G90
N91 setms(2)
N92 S2=2500 M2=M3
N93 transmit
N94 diamof
N95 G17
N96 f 0.1
N97 M8
N98 G0 X18.5 Z10 Y18.5
N99 CYCLE97 (1,7,21.5,6,6,0,0,0.5,0,0,0,0,0,3)
N100 spos=45
N101 CYCLE97(1,-2,-15,6,6,0,0,0.5,0,0,0,0,0,3)
N102 spos=135
N103 CYCLE97 (1,7,21.5,6,6,0,0,0.5,0,0,0,0,0,3)
N104 spos=225
N105 CYCLE97 (1,7,21.5,6,6,0,0,0.5,0,0,0,0,0,3)
N106 spos=315
N107 WWP
N108 G121 H1 Q1 Z. D1
N109WWP
N110 T8 D1
N111 G18 G54 G0 G90

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

N112 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8
N113 f 0,2
N114 CYCLE95 ("contour2", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)
N115 M9
N116 WWP
N117 T9 D1
N118 G18 G54 G0 G90
N119 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8
N120 f 0,07
N121 CYCLE93 (50,4.3,4.7,2.5,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0.5)
N122 WWP
N123 T10 D1
N124 G18 G54 G0 G90
N125 setms(2)
N126 S2=2500 M2=M3
N127 transmit
N128 diamof
N129 G17
N130 f 0.2
N131 M8
N132 G0 36 Z-10 Y0
N133 CYCLE83 (10,0,2,23,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N134 WWP
N135 T11 D1
N136 G18 G54 G0 G90
N137 setms(2)
N138 S2=2500 M2=M3
N139 transmit
N140 diamof

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

N141 G17
N142 f 0.35
N143 M8
N144 G0 X68 Z-10 Y59
N145 CYCLE95 ("contour3", 2,0.5,0.1,0.1,10,0,0,0,1,0.1,0,0,2,1)
N146 WWP
N147 T12 D1
N148 G18 G54 G0 G90
N149 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8
N150 f 0,2
N151 CYCLE83 (10,0,2,38,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N152 WWP
N153 T13 D1
N154 G18 G54 G0 G90
N155 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8
N156 f 0,12
N157 CYCLE83 (10,0,2,7,10,5,0,0,1,3,5,1,0)
N158 WWP
N159 T14 D1
N160 G18 G54 G0 G90
N161 G94 S245 LIMS = 2000 M4 M8
N162 f 0,1
N163 CYCLE97 (1,7,21.5,8,8,0,0,0.5,0,0,0,0,3)
N164 WWP
N165 M30

					ДП 44.03.04.166.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		104