

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ДЕФЛЕКТОР»

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль «Машиностроение и материалобработка»
профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 738

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2018г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ДЕФЛЕКТОР»**

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 738

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405с

П. Н. Южаков

Руководитель
доцент, к.п.н.

Д. Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 109 листов печатного текста, 18 иллюстраций, 19 слайдов, 29 таблиц, 29 использованных источников, 3 приложения.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «ДЕФЛЕКТОР», ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, МЕТАЛЛОРЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОЦ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН.

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства ведется с учётом применения современного токарно-фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ DMG STX gamma 2000 TC.

Выполнен анализ исходных данных.

Выбраны металлорежущий инструмент и элементы режима резания для всех операций. Рассчитаны нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование проекта.

В методической части проанализирована и оптимизирована образовательная программа операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ. Разработан план и методическое обеспечение учебного занятия на тему: "Разработка управляющей программы для обработки простых деталей".

					ДП 44.03.04.738.ПЗ			
<i>ИЗ</i>	<i>Лис</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Дефлектор» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листо</i>
Разраб.	Южаков						2	109
Пров.	Мирошин							
Н.контр	Суриков					ФГАОУ ВО РГПТУ, ИИПО Группа ЗТО-405с		
Утв.	Бородина							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	6
1.1. Анализ исходной информации	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали «Дефлектор»	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали	8
1.1.3. Анализ методов обработки поверхностей.....	12
1.1.4. Определение типа производства	12
1.2. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Дефлектор»	16
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	16
1.2.2. Выбор технологических баз.....	22
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей	24
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Дефлектор»	24
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения	25
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования	25
1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания.....	28
1.2.6. Расчет технических норм времени.....	35
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ТЕХНОЛО- ГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ДЕФЛЕКТОР	40
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	45
3.2. Расчёт капитальных затрат.....	45
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	48

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.....	59
4.1. Общая характеристика образовательного учреждения.....	59
4.2. Анализ профессионального стандарта учебной документации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	61
4.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	66
4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ».....	68
4.5. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока.....	73
4.6. Разработка методического обеспечения.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Управляющая программа.....	97

ВВЕДЕНИЕ

В наше время на предприятиях зачастую используют устаревшие технологии механической обработки деталей, а также устаревшие универсальные станки и инструмент. Важнейшим резервом для роста производительности труда является использование современного, высокопроизводительного оборудования и инструментов.

Использование станков с ЧПУ дает возможность улучшить точность механической обработки, повысить производительность труда на каждом виде деятельности, минимизировать издержки по производству продукции, создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления корпуса «Дефлектор» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ.

Цель ВКР определяет следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- проектирование технологического процесса;
- разработка содержания операции изготовления детали «Дефлектор»;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

При проектировании технологического процесса предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

К основным источникам исходных данных относятся: рабочий чертёж детали «Дефлектор».

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения, тип производства - мелкосерийный.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Естественная вентиляция пассажирского вагона осуществляется через дефлекторы, расположенные на крыше вагона, а в летнее время – дополнительно через открывающиеся оконные форточки и окна.

Дефлекторы обеспечивают удаление использованного воздуха, как при работе механической вентиляции, так и при ее выключении.

Поверхности $\varnothing 140f9$ предназначены для установки дюритов. В отверстия $\varnothing 126H9$, $\varnothing 110H9$ и $\varnothing 78H7$ предназначены для установки медных трубок перетока охлаждающей жидкости.

Резьбовые отверстия М6-7Н предназначены для крепления защитных крышек и кожухов.

Габаритные размеры детали 166x166x318,5 мм, масса 6,52 кг. Деталь толстостенная имеет простой профиль, большое количество мелких резьбовых отверстий, повышенные требования к взаимному расположению отверстий.

Деталь «Дефлектор» изготавливается из литейного алюминия марки АК12 по ГОСТ 1583-89.

Алюминиево-кремниевый сплав АК12 (старая марка – АЛ12), относящийся к силуминам, имеет хорошую коррозионную стойкость, а также повышенный уровень литейных и механических свойств. Ввиду таких уникальных технологических параметров, он успешно конкурирует с

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

черными металлами, постепенно вытесняя их традиционных областей промышленности: автомобильного и текстильного машиностроения.

Приведем в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства алюминиевого сплава марки АК12.

Таблица 1- Химический состав сплава АК12 в % (по ГОСТу 1583-89)

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg
до 1,5	10...13	до 0,5	до 0,1	84,3-90	до 0,6	до 0,1

Таблица 2 - Механические свойства сплава АК12 (по ГОСТу 1583-89)

σ_b , МПа	δ , %	НВ
160-170	5,0-6,0	55,0

Такой высокий процент кремния – 10-13 %, содержащийся в сплаве АК12, обеспечивает его отличную жидкотекучесть и литейные качества, позволяя понижать температуру литья и продлевать срок службы отливки. В частности, марганец не только увеличивает термическую прочность, но и препятствует приставанию отливаемых деталей к стенкам форм, а также связывает примеси железа и уменьшает его вредное влияние на качество материала. Добавки титана, приводящие к измельчению зерна, также положительно влияют на литейность и механическую обрабатываемость сплава.

Силумин марки АК12 имеет малую плотность, поскольку в его состав входит легкий кремний – плотность составляет 2,66 г/см³. Он обладает важными свойствами, которые с трудом удастся получить у более прочных алюминиевых сплавов: высокая жидкотекучесть, низкая линейная усадка, превосходная свариваемость.

Сплав АК12 дает малую усадку в процессе литья, практически не образует трещин. При этом отливки, за счет его малого интервала кристаллизации (близкого к нулю), обладают небольшой пористостью.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Дефлектор».

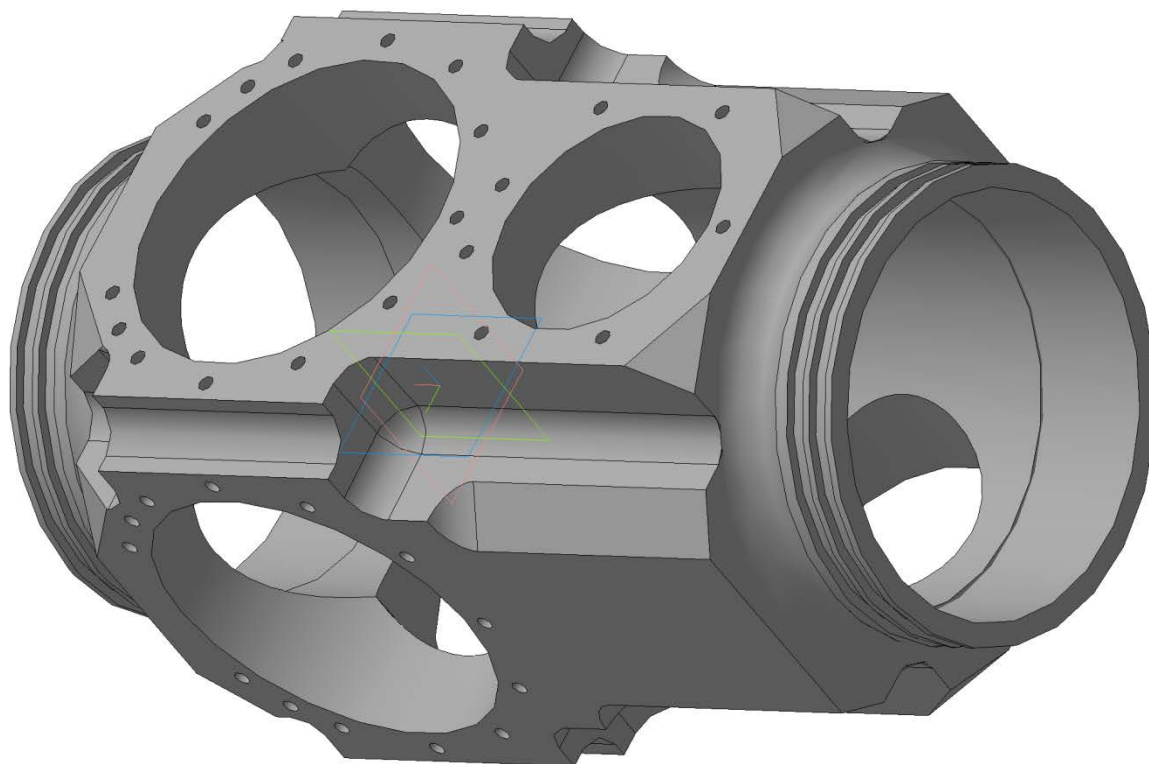


Рисунок 1 - 3D модель детали «Дефлектор»

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции детали имеет прямую связь с производительностью труда, затратами времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия.

Поэтому проектированию технологического процесса изготовления детали должен предшествовать анализ технологичности её конструкции и в необходимых случаях отработка на технологичность.

Технологичность конструкции детали оценивают на двух уровнях – качественном и количественном.

Качественная оценка технологичности детали

Форма детали приближена к правильной геометрической форме, т. е. поперечным сечениям детали придана форма правильного четырёхугольника и круга;

Конструкция детали предусматривает возможность механической обработки нескольких поверхностей в одной операции (например параллельные между собой плоскости или отверстия Ø110, Ø78);

Конструкция детали обеспечивает возможность обработки поверхностей и торцов отверстий напроход (все торцы и поверхности перпендикулярны и параллельны оси детали);

Деталь не имеет отверстий, не перпендикулярных осям на входе и выходе сверла, что позволяет устранить увод сверла или его поломку, не технологичным является наличие глухих резьбовых отверстий М6-7Н;

Конструкция детали достаточно жесткая в виду отсутствия тонких стенок толщиной 2,5...3мм;

При качественной оценке доминируют положительные характеристики, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

Количественная оценка технологичности детали

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73 и сравниваются с базовыми показателями. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей и сравнить с базовыми показателями. Данные по деталям сведём в таблицы 3 и 4, где T_i – качества;

$Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

n_i – количество размеров или поверхностей для каждого качества или шероховатости.

В соответствии с ГОСТ 18831-73 значения базовых коэффициентов следующие:

- коэффициент точности $K_{T_{баз}} = 0,8$;
- коэффициент шероховатости $K_{Ш_{баз}} = 0,18$.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём

Таблица 3 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	42	297	11	4	44
8	4	32	12	5	60
9	12	108	14	65	910

$$\Sigma n_i = 132; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 1451$$

Определим среднюю точность обработки детали [1, с.229].

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{1451}{132} = 10,99$$

Определим базовый и достигнутый коэффициент точности [1, с.229].

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{10,99} = 0,909$$

т. к. $K_{Tч} = 0,909 > K_{Tбаз} = 0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

Определим коэффициент шероховатости [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
2,5	2	5	6,3	24	151,2
3,2	45	144			

$$\Sigma n_i = 71; \quad \Sigma Ш_i \cdot n_i = 300,2$$

Определим среднюю шероховатость [1, с. 229].

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{300,2}{71} = 4,228$$

Определим коэффициент шероховатости [1, с. 229].

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{4,228} = 0,237$$

т. к. $K_{Ш} = 0,237 > K_{Шбаз} = 0,18$ следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [1]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{6,52}{9,55} = 0,683$$

Коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки верен (отливка - K_M около 0,70) [1].

Из приведенного выше можно заключить, что «Дефлектор» является технологичной деталью. Для ее изготовления не требуется применение специальных станков и инструмента.

Формулировка основных технологических задач

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа сформулируем основные технологические задачи для изготовления детали «Дефлектор»:

Обеспечить качество:

- отверстий Ø78H7 по Ra2,5мкм; резьбовых отверстий М6, отверстий Ø110H9 и Ø129H9 по Ra3,2мкм; остальные поверхности по Ra 6,3мкм.

Обеспечить точность размеров:

- отверстий Ø78 по 7-му качеству, резьбовых отверстий М6 по качеству 7Н, поверхностей Ø133,8 по 8-му качеству, отверстий ø110, ø126 и поверхностей ø140 по 9-му качеству, поверхностей 166мм, 83мм, 107,5мм, 83мм и 120мм по 11-му качеству, размеров 318,5 мм и 6,2мм по 12-му качеству, остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Обеспечить допуск перпендикулярности резьбовых отверстий относительно сопрягаемой поверхности в пределах 0,2 мм на длине 100мм.

- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстий Ø110H9 относительно поверхности Д в пределах 0,05 мм.

- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстий Ø110H9 относительно поверхности Г в пределах 0,05 мм.

- Обеспечить допуск перпендикулярности отверстий Ø78H7 относительно поверхности Г в пределах 0,05 мм.

- Обеспечить допуск соосности отверстий Ø78H7 в пределах 0,02 мм на диаметр.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.1.3. Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 2 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 5 [1].

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [5, с. 33]:

Тип производства K_{30}

Массовое.....1

Серийное:

крупносерийное.....св. 1 до 10

среднесерийное.....св. 10 до 20

мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное.....св. 40

Таблица 6 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерий- ное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

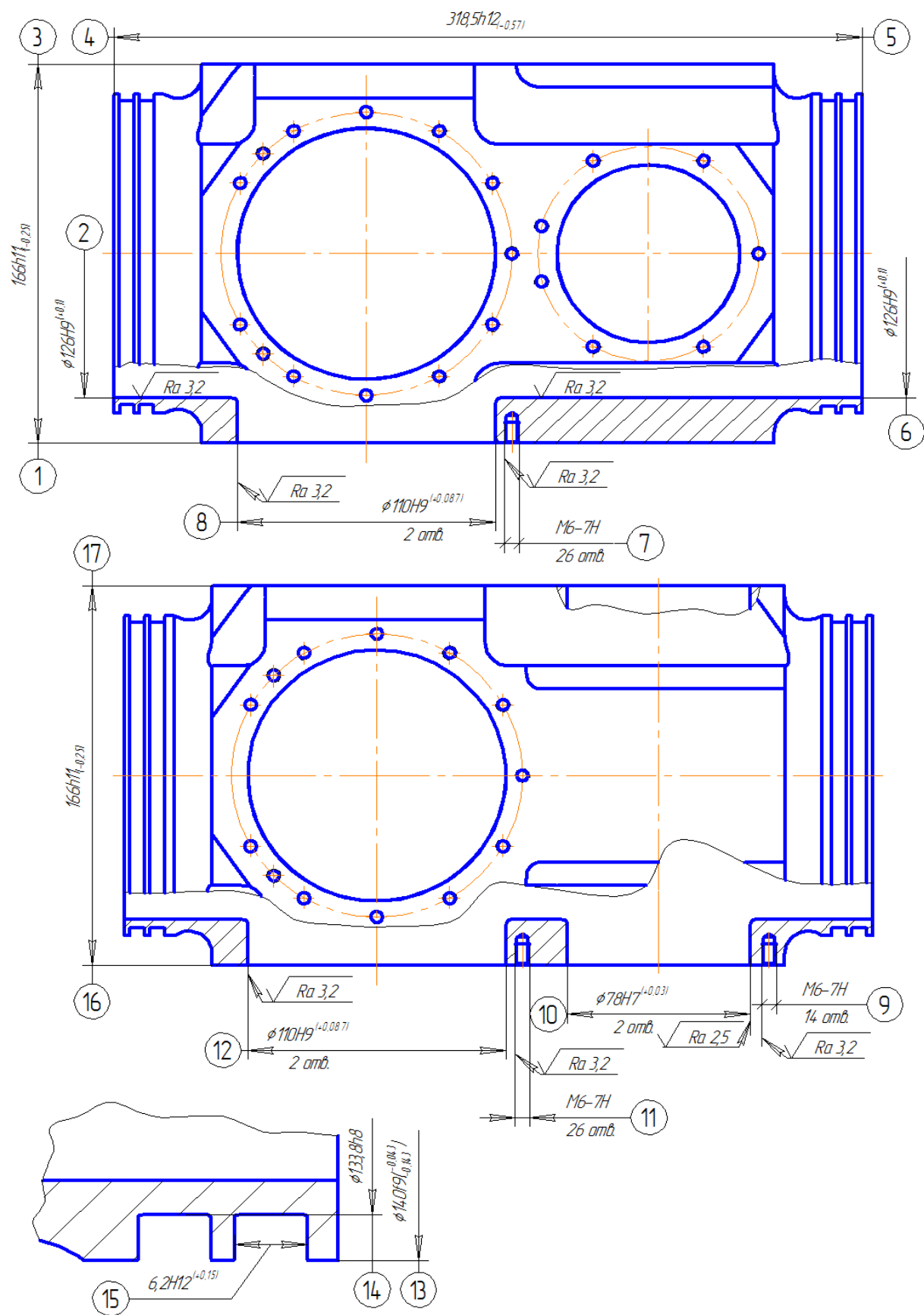


Рисунок 2 - Эскиз детали «Дефлектор»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

13

Таблица 5 - Выбор МОП экономической точности

№ поверхност и	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шер-ть	
1, 3	Плоскость	11	6,3	Фрезерование однократное	11...14	6,3...12,5	Соответствует
2, 6	Отверстие	9	3,2	Растачивание черновое и чистовое	9...10	3,2...6,3	Соответствует
4, 5	Торец	12	6,3	Точение черновое, чистовое, тонкое	12...14	6,3...12,5	Соответствует
10	Отверстие	7	2,5	Фрезерование черновое, чистовое	6...8	2,5...3,2	Соответствует
8, 12	Отверстие	9	3,2	Фрезерование черновое, чистовое	9...10	3,2...6,3	Соответствует
7, 9, 11	Отверстие резьбовое	7Н	3,2	Сверление, нарезание резьбы	7Н...8Н	3,2...6,3	Соответствует
13	Поверхность цилиндрическая	9	6,3	Точение черновое и чистовое	8...10	3,2...6,3	Соответствует
14, 15	Канавка	8	3,2	Точение черновое и чистовое	6...8	2,5...3,2	Соответствует
16, 17	Плоскость	11	6,3	Фрезерование однократное	11...14	6,3...12,5	Соответствует

ДП 44.03.04.738 ПЗ

При массе детали $m_{\text{дет}} = 6,52$ кг и годовой программе выпуска $N=240$ шт., примем тип производства - мелкосерийное.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций.

Коэффициентом закрепления операций K_{30} определяемого по формуле [5, с. 33]:

$$K_{3.0.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (1)$$

где $\sum O$ - суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [5, с. 34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{3H}}, \quad (2)$$

где N - годовая программа, шт., $N=240$ шт.

$T_{шт.(шт-к)}$ - штучное или штучно - калькуляционное время, мин;

F_d - действительный годовой фонд времени, $F_d = 4029$ ч. (при трехсменной работе);

$\eta_{3.н.}=0,85$ - нормативный коэффициент загрузки.

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Определим фактический коэффициент загрузки $\eta_{3.ф}$ по формуле [5, с. 35]:

$$\eta_{3.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (3)$$

Количество операций по формуле [5, с. 36]:

$$O = \frac{\eta_{3.н.}}{\eta_{3.ф}} \quad (4)$$

Рассчитаем K_{30} для проектного варианта тех. процесса:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{13}{5} = 2,6 \quad (5)$$

что соответствует крупносерийному производству, для которого:
 $1 < K_{з.о.} = 2,6 < 10$

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6)$$

где а – периодичность поступления заготовок, а=3 дня [5, с. 33].

Тогда:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{240 \cdot 3}{254} = 9 \text{ шт.}$$

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями.

Приспособления – специальные, переналаживаемые.

Режущий инструмент – универсальный и специальный.

Измерительный инструмент – универсальный и специальный.

Настройка станков – станки настроенные.

Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса.

Виды заготовок – прокат, отливки, штамповки.

Методы достижения точности - метод полной и не полной взаимозаменяемости.

Квалификация рабочих – различная.

Себестоимость продукции – средняя.

1.2. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Дефлектор»

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 6,52 кг;
- габариты детали: 166x166x318,5 мм;
- материал – сплав АК12 ГОСТ 1583-89;
- годовое число деталей 240 шт.

Учитывая заданный материал – сплав АК12, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Дефлектор» мы выбираем способ получения заготовки – отливка в кокиль.

По форме и конфигурации заготовка будет напоминать готовую деталь.
Масса заготовки – 8,65 кг.

Расчет припусков аналитическим методом

Определим припуск на размер отверстия $\varnothing 78H7^{+0,03}_{-0}$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 78H7^{+0,03}_{-0}$:

- фрезерование черновое;
- фрезерование полустистовое;
- фрезерование чистовое.

Определим элементы припуска [1, с. 186, табл. 12; с. 188, табл. 25] и занесем их в таблицу 7.

Определим пространственные отклонения заготовки [2, с. 67, табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (7)$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем $\rho_{см} = 2,0$ мм;

$\rho_{кор}$ - коробление поверхностей, определим по формуле:

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 20 = 0,010 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2,0^2 + 0,01^2} \approx 2,0 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [2, с. 37]:

- после фрезерование черного:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм},$$

- после полустистового фрезерование:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [2, с. 75, табл. 4.10] и занесем в таблицу 7.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 7:

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (8)$$

Графу D_p заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу $D_{\min}$ получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу $D_{\max}$ определим путем сложения допусков к минимальным размерам $D_{\min}$.

Результаты занесем в таблицу 7.

Определим минимальные значения припусков по формуле:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (9)$$

а максимальные значения припусков определим по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np} \quad (10)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 7.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{\text{оном}} = 2 \cdot Z_{\text{оmin}} + \frac{\bar{\sigma}_3}{2} - \bar{\sigma}_3 = 5,290 + \frac{1,1}{2} - 0,03 = 5,810 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\text{max } i}^{\text{np}} - Z_{\text{min } i}^{\text{np}} = \bar{\sigma}_{i-1} - \bar{\sigma}_i, \quad (11)$$

$$5,0 - 3,20 = 1,1 - 0,30 = 0,80 \text{ мм}$$

$$1,508 - 1,282 = 0,30 - 0,074 = 0,226 \text{ мм}$$

$$0,852 - 0,808 = 0,074 - 0,030 = 0,044 \text{ мм}$$

Таблица 7 - Расчет припусков и допусков на отверстие Ø78H7($^{+0,03}_{-0}$)

Технологические переходы обработки отверстия Ø78H7($^{+0,03}_{-0}$)	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2·Z _{min} , мкм	Расчетный размер D _p , мм	Допуск δ, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R _Z	h	ρ	ε				D _{min} ^{np}	D _{max} ^{np}	2Z _{min} ^{np}	2Z _{max} ^{np}
Заготовка	200	300	2000			72,28	1,10	72,30	74,40		
Черновое фрезерование	50	50	100	130	2·2500	77,28	0,300	77,30	77,60	3,20	5,0
Получистовое фрезерование	20	20	40	130	2·264	77,808	0,074	78,808	78,882	1,282	1,508
Чистовое фрезерование	8	8		40	2·96	78,0	0,030	78,0	78,030	0,808	0,852

$$2 \cdot Z_{\text{0min}} = 5,290 \text{ мм}; 2 \cdot Z_{\text{0max}} = 7,360 \text{ мм}$$

На рисунке 3 изобразим графическую схему припусков и допусков.

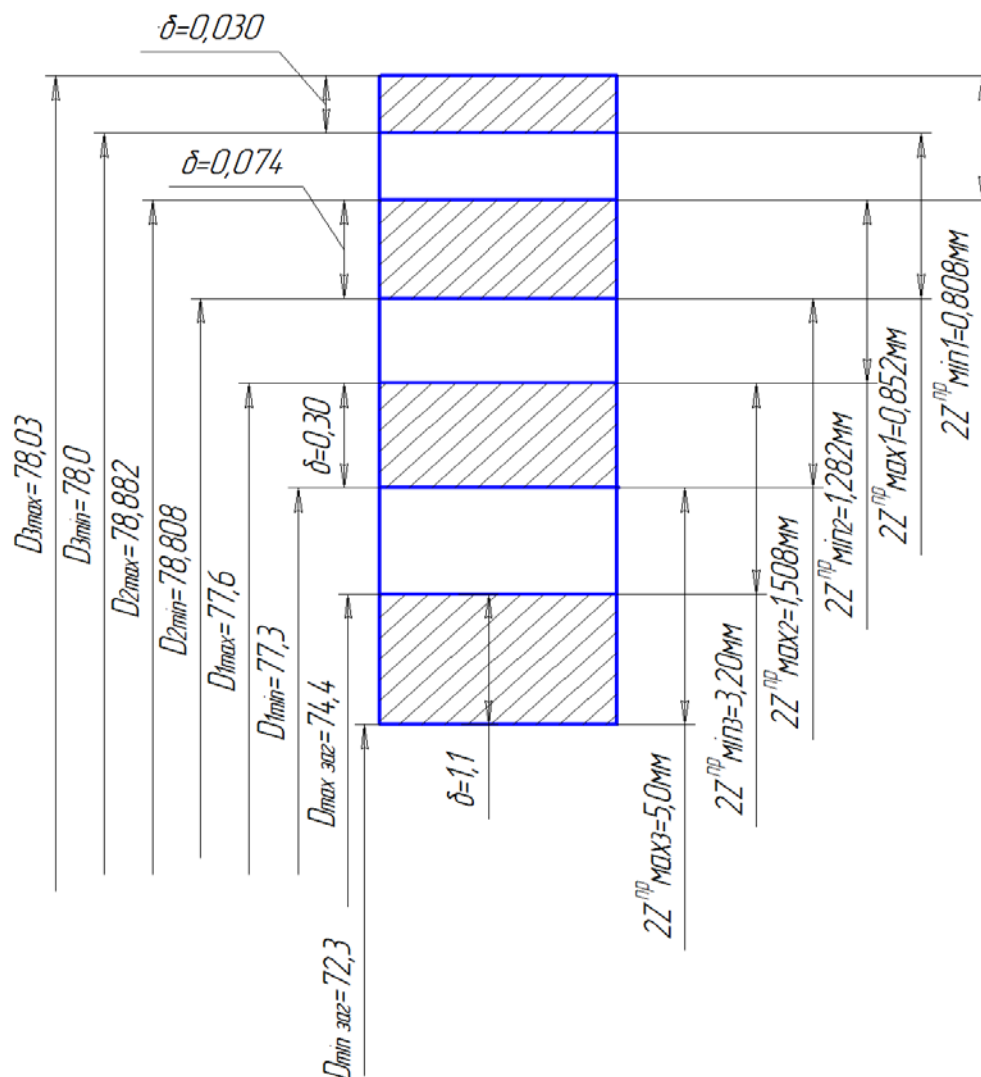


Рисунок 3 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\varnothing 78H7(+0,03/-0)$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

20

Табличный метод расчета припусков

На рисунке 4 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на них припуски и допуски по [10, с. 184-189 табл. 27-28], а результаты занесем в таблицу 8.

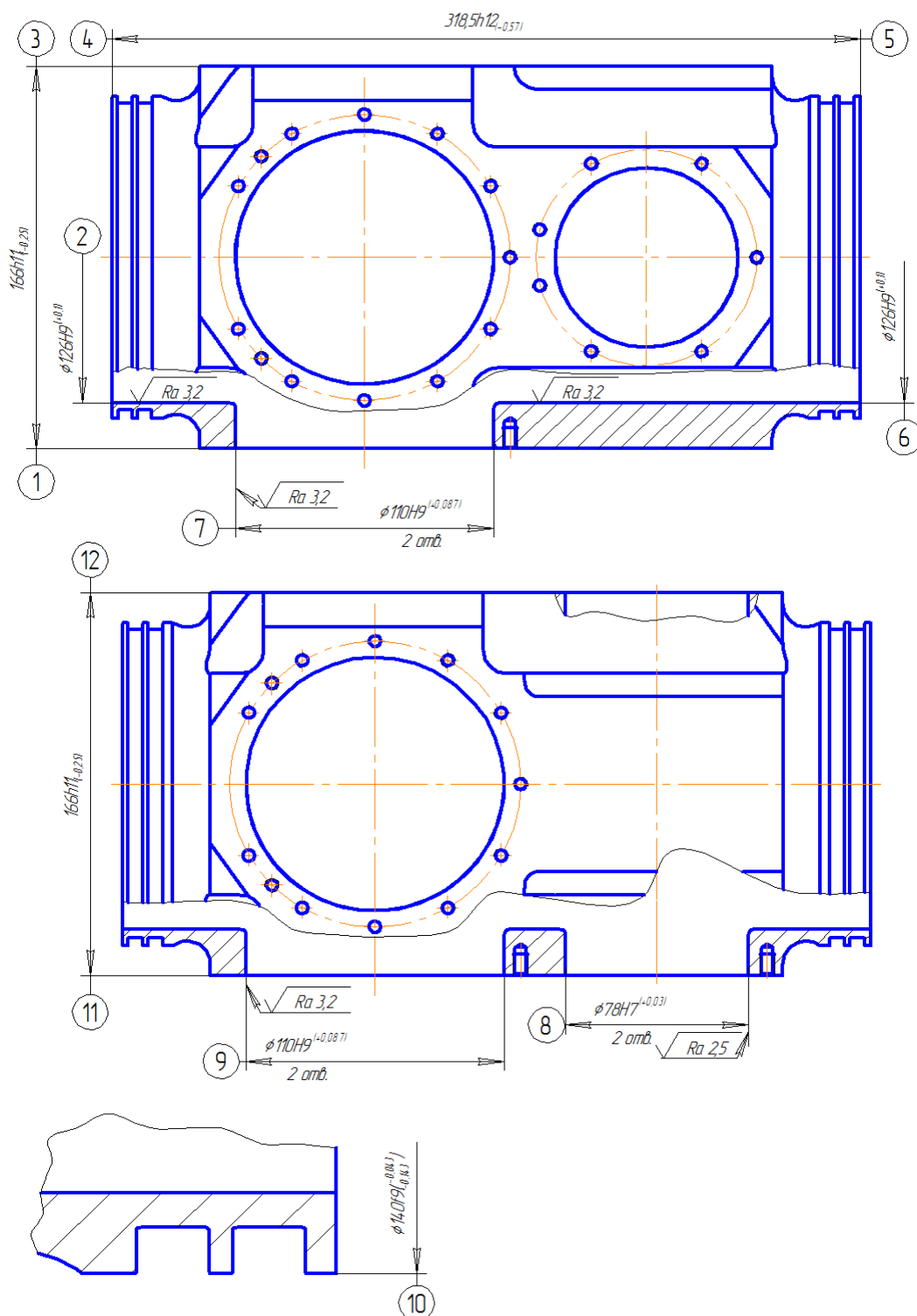


Рисунок 4 – Эскиз детали «Дефлектор»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

21

Таблица 8 - Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
Заготовка - отливка	1	4,0	174	+0,60	-0,60
	2	2,5	121	+0,50	-0,50
	3	4,0	174	+0,60	-0,60
	4	4,0	326,5	+0,80	-0,80
	5	4,0	326,5	+0,80	-0,80
	6	2,5	121	+0,50	-0,50
	7	2,5	105	+0,50	-0,50
	9	2,5	105	+0,50	-0,50
	10	4,0	148	+0,60	-0,60
	11	4,0	174	+0,60	-0,60
	12	4,0	174	+0,60	-0,60
Фрезерование однократное	1	4,0	166	+0	-0,25
	3	4,0	166	+0	-0,25
	4	4,0	318,5	+0	-0,57
	5	4,0	318,5	+0	-0,57
	11	4,0	166	+0	-0,25
	12	4,0	166	+0	-0,25
Точение черновое	2	2,2	125,4	+0,40	-0
	6	2,2	125,4	+0,40	-0
	7	2,2	109,4	+0,35	-0
	10	2,2	109,4	+0,35	-0
Точение чистовое	2	0,3	126	+0,1	-0
	6	0,3	126	+0,1	-0
	7	0,3	110	+0,087	-0
	9	0,3	110	+0,087	-0
	10	4,0	140	-0,043	-0,143

1.2.2. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят привалочные поверхности (размер 166мм). К вспомогательным базам относят отверстия Ø78Н7, Ø110Н9 и Ø126Н9.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные плоскости.

В нашем случае черновыми базами будут торец **А** (лишает деталь трёх степеней свободы - одного перемещения и двух вращений) и поверхность **Б** (лишает деталь двух степеней свободы - двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. Схема базирования показана на рисунке 5.

Чистовая база - это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами будут торец **В** (лишает деталь трёх степеней свободы - одного перемещения и двух вращений), отверстие **Г** (лишает деталь двух степеней свободы - двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Схема базирования показана на рисунке 6.

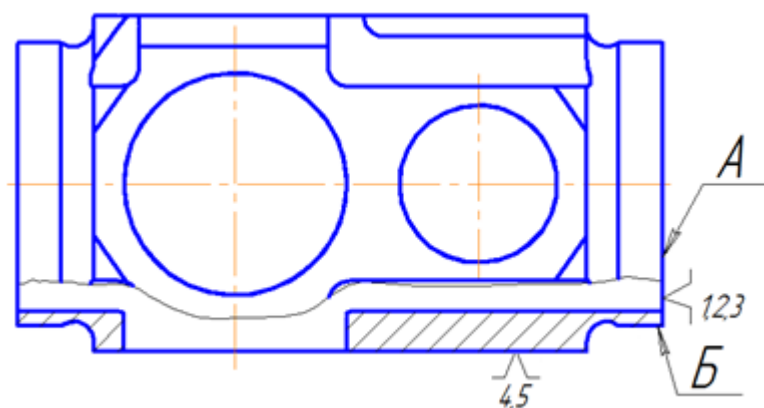


Рисунок 5 – Черновые базы (операция 005 установ А)

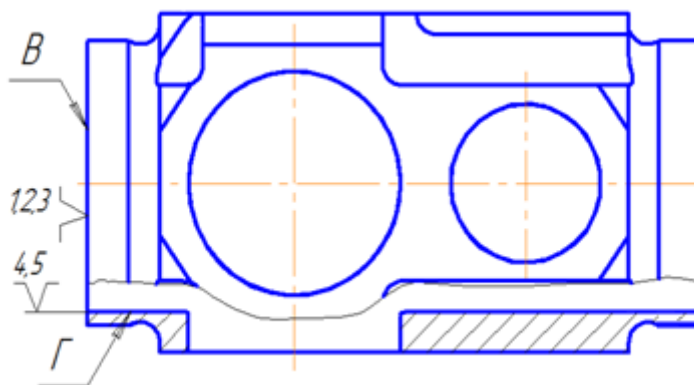


Рисунок 6 – Чистовые базы (операция 005 установ Б)

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 2 обозначим обрабатываемые поверхности.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- поверхность 1: фрезерование однократное;
- поверхность 3: фрезерование однократное;
- отверстие 2: растачивание черновое и чистовое;
- отверстие 6: растачивание черновое и чистовое;
- торец 4: фрезерование однократное;
- торец 5: фрезерование однократное;
- отверстия 7, 9, 11: сверление и нарезание резьбы;
- отверстия 8 и 12: точение черновое и чистовое;
- отверстия 10: точение черновое, чистовое, тонкое;
- поверхность 13: точение черновое, чистовое;
- поверхность 14: точение тонкое;
- поверхность 15: точение тонкое;
- поверхности 16 и 17: фрезерование однократное.

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Дефлектор»

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование, режущий и мерительный инструмент.

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали «Дефлектор», выбор оборудования показан в таблице 9, поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 2.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 - Маршрут технологического процесса, выбор оборудования

№ опер	Наименование операции	Оборудование
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А Точить торец 4. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Расточить отверстия 2 и 6.	ОЦ с ЧПУ СТХ gamma 2000
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ Б Точить торец 5. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10. Центровать отверстия 7, 9, 11. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу с обработкой фаски. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.	ОЦ с ЧПУ СТХ gamma 2000
010	Промывочная	Машина моечная
015	Контрольная	Стол контрольный

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [5, с. 77].

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

Выбор типа станка сочетается с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качества обрабатываемых поверхностей.

При выборе станка особое внимание следует обратить на использование обрабатывающих центров с ЧПУ, являющихся одним из основных средств автоматизации механической обработки в машиностроении.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели CTX gamma 2000. Обрабатывающий центр представляет собой многофункциональную машину с компактной модульной конструкцией, которая позволяет осуществлять простую обработку заготовок при помощи одного шпиндельного патрона и револьверной головки, а также выполнять сложнейшие операции при перемещении суппорта по оси Y с применением протившпинделя (опция). Так же станок оснащён мощным токарно-фрезерным шпинделем с торк-двигателем. Интегрированный дисковый магазин на 36 инструментов. Производительность модели CTX gamma 2000 CT увеличена на 30% по сравнению со стандартными станками.

Отличительной особенностью данного станка является увеличенная рабочая зона, что позволяет обрабатывать металлические изделия различных размеров. Все детали машины изготовлены из высококачественных прочных материалов, что обеспечивает их износоустойчивость и длительный срок службы.

Отличительные особенности токарно-фрезерного станка DMG CTX gamma 2000 TC:

- повышение продуктивности за счет оптимизации процесса обработки;
- инновационное многоканальное программирование ShopTurn 3G для существенного сокращения времени программирования сложных контуров;
- абсолютная гибкость между DIN & WOP – DIN с оптимизацией времени и удобное программирование ShopTurn 3G;
- гибкое использование рабочей зоны и повышение продуктивности для малых и средних партий продукции с дополнительным револьвером;
- расширение возможностей обработки CTX gamma TC;
- быстрое, простое и четко структурированное управление инструментами.

Высокое качество обработки достигается благодаря наличию специальных измерительных устройств, а также надежной системой

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

контроля компании Siemens. Необходимые сведения о состоянии рабочих органов станка на протяжении производственного процесса отображается на многоканальном сенсорном дисплее в виде общепринятых символов.

На рисунках 7 и 8 представлен обрабатывающий центр СТХ gamma 2000 ТС.



Рисунок 7 – Обрабатывающий центр СТХ gamma 2000 ТС

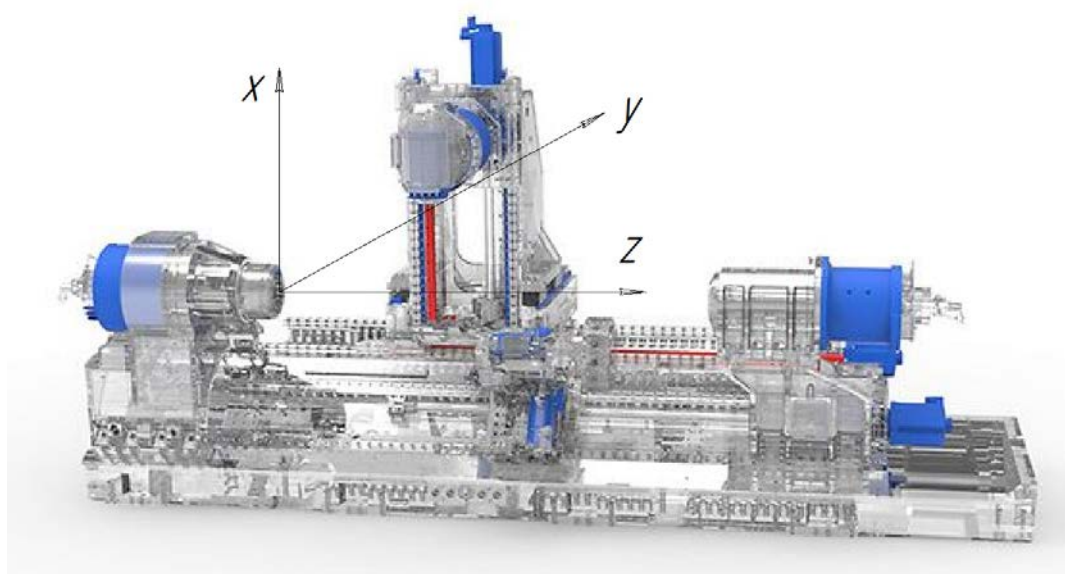


Рисунок 8 – Обрабатывающий центр СТХ gamma 2000 ТС без кожуха

Программное обеспечение поддерживает возможность использование 3D графики. Программирование и моделирование осуществляется непосредственно в производственных условиях.

В таблице 10 представлена техническая характеристика станка СТХ gamma 2000ТС.

Таблица 10 – Техническая характеристика ОЦ СТХ gamma 2000 ТС

Модель обрабатывающего центра	СТХ gamma 2000 ТС
Максимальный диаметр обтачивания, мм	630
Максимальная длина заготовки, мм	2050
Макс. число оборотов главного шпинделя, об/мин	4000
Макс. мощность главного привода, кВт	20,7
Макс. число оборотов контр шпинделя, об/мин	5000
Макс. мощность контр шпинделя, кВт	17
Количество приводных инструментов	12
Макс. число оборотов приводного инструменты, об/мин	4000
Время переключения инструменты, с	4
Перемещение по осям X/Y/Z, мм	650/±200/2050
Масса станка, кг	14000

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Iscar».

1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «TaeguTес».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «TaeguTес» [13, 14, 15].

Материал детали – сплав АК12 по классификации компании «TaeguTес» относится к группе материалов 23 [13, с. 815].

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Установ А

Переход 1. Точить торец 4 и поверхность 13 (рис. 2).

Державка токарная наружная с рычажным прижимом PCLNL 2020K12 [13, с. 75],

где обозначено: – крепление пластины (рычажный зажим), С – форма пластины (ромб 80°), L – угол в плане (95°), N – задний угол (0°), R – направление резания (правое), 20 – высота хвостовика (20мм), 20 – ширина хвостовика (20мм), К – длина инструмента (125мм), 12 – длина режущей кромки (рис. 9) [13, с. 44-46].

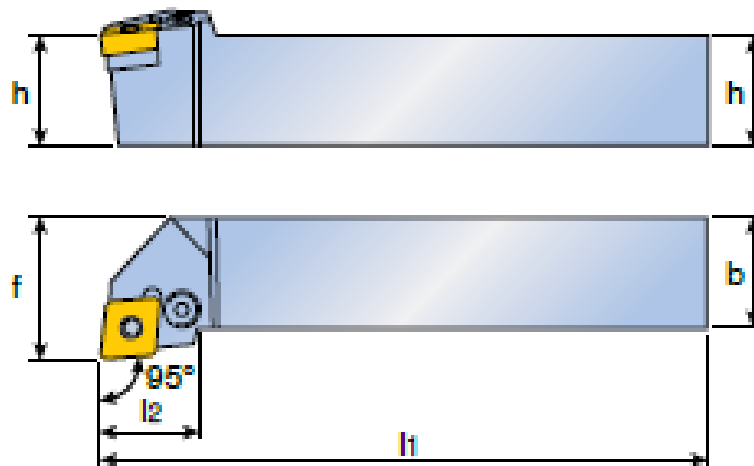


Рисунок 9 – Державка токарная наружная

Размеры державки: $L_1=125\text{мм}$, $f=25\text{мм}$, $L_2=27\text{мм}$ $h=20\text{мм}$, $b=20\text{мм}$ [13, с. 75].

Пластина CNMA 120408 N10 [13, с. 244],

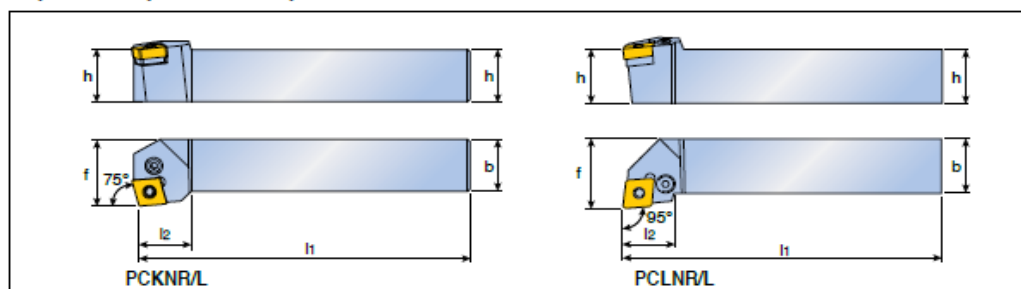
где обозначено: С - форма пластины (ромб 80°), N - задний угол (равен 0°), М – класс допуска, А – тип СМП, 12 – номинальная длина режущей кромки (12мм), 04 – толщина (4,76мм), 08 – радиус вершины (0,8мм) [13, с. 242-243]. N10 – материал пластины, твердый сплав, предназначен для обработки сплавов с добавками, цветных металлов, включая алюминий и медный сплав. Высокая износостойкость[13, с. 30].

Фрагмент каталога «TaeguTес» для выбора державки, пластины и материала показан на рисунках 10 и 11.

PCKNR/L PCLNR/L

T-TURN

Державка с рычажным прижимом



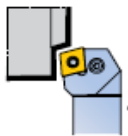
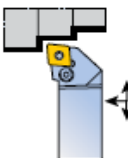
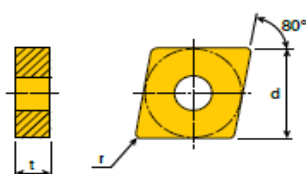
Угол в плане	Обозначение	Размеры (мм)					Пластина
		h	b	l1	l2	f	
75° 	PCKNR/L 2020 K12	20	20	125	27	25	CN... 1204... A244-A252, A314-A315, A328
	2525 M12	25	25	150	24	32	
95° 	PCLNR/L 1616 H12	16	16	100	27	20	CN... 1204...
	2020 K12	20	20	125	27	25	
	2525 M12	25	25	150	27	32	
	3225 P12	32	25	170	27	32	
	3232 P12	32	32	170	27	40	CN... 1606...
	2525 M16	25	25	150	33	32	
	3225 P16	32	25	170	33	32	
	3232 P16	32	32	170	33	40	
	2525 M1906D	25	25	150	38	32	CN... 1906...
	3225 P1906D	32	25	170	38	32	
	3232 P1906D	32	32	170	38	40	
	4040 S1906D	40	40	250	38	50	
	4040 S2509D	40	40	250	47	50	CN... 2509...
	5050 T2509D	50	50	300	47	60	

Рисунок 10 – Выбор токарной державки

CNGG CNMA

T-TURN

Негативные ромбические пластины с углом при вершине 80°



Размер	Размеры (мм)		
	d	t	r
09	9.52	4.76	0.1-1.2
12	12.7	4.76	0.1-1.6
16	15.88	6.35	1.2-1.6
19	19.05	6.35	0.4-1.6

Пластина	Обозначение	Подача (мм/об)	ар (мм)	Кермет	CVD покрытие										PVD покрытие		Без покрытия									
					PV3010	CT3000	TT7005	TT7015	TT7310	TT8105	TT8115	TT8125	TT8135	TT9215	TT9225	TT9235	TT5100	TT7100	TT5080	TT8020	TT9020	TT9080	P20	K10	K20	
 Получистовая	ONGG	090401 ML	0.03-0.10	0.1-1.0																						
		090402 ML	0.05-0.15	0.2-1.2																						
		090404 ML	0.05-0.20	0.5-1.5																						
		090408 ML	0.08-0.25	0.5-1.5																						
 Получистовая	ONGG	120401 ML	0.03-0.10	0.1-3.5																						
		120402 ML	0.05-0.15	0.2-3.5																						
		120404 ML	0.10-0.30	0.8-3.5																						
		120408 ML	0.12-0.35	1.0-3.5																						

Рисунок 11 – Выбор пластины и материала пластины из каталога «TaeguTec»

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 244]: $a_{pmax}=1...6$ мм, $f=0,15...0,60$ мм/об; $V_c=225$ м/мин [13, с. 347].

Переход 2. Точить канавки 14, 15 (рис. 2).

Державка токарная TTER 2020-3 [14, с. 41] (рис. 12).

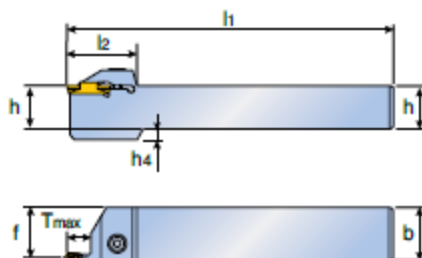


Рисунок 12 – Державка токарная

Размеры державки: $L_1=125$ мм, $f=18,8$ мм, $L_2=32$ мм, $h=20$ мм, $b=20$ мм, $T_{max}=12$ мм [14, с. 41].

Пластина TDS 3 N10 [14, с. 74].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу: $f=0,07...0,25$ мм/об [14, с. 74]; $V_c=150$ м/мин [14, с. 126].

Переход 3. Расточить отверстия 2, 6 (рис. 2).

Державка расточная S50U PCLNL 12 [13, с. 176] (рис. 13).

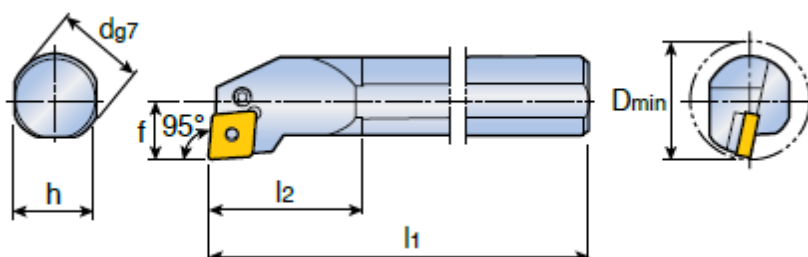


Рисунок 13 – Державка расточная

Размеры державки: $L_1=350$ мм, $f=35$ мм, $L_2=70$ мм, $h=47$ мм, $d=50g7$, $T_{max}=12$ мм [13, с. 41].

Пластина CNMA 120408 N10 [13, с. 244],

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 244]: $a_{pmax}=1...6$ мм, $f=0,15...0,60$ мм/об; $V_c=225$ м/мин [13, с. 347].

Установ Б

Переход 1. Точить торец 5 и поверхность 13 (рис. 2).

Державка токарная наружная с рычажным прижимом PCLNL 2020K12 [13, с. 75] (рис. 9).

Пластина CNMA 120408 N10 [13, с. 244],

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 244]: $a_{pmax}=1...6$ мм, $f=0,15...0,60$ мм/об; $V_c=225$ м/мин [13, с. 347].

Переход 2. Точить канавки 14, 15 (рис. 2).

Державка токарная TTER 2020-3 [14, с. 41] (рис. 12).

Пластина TDS 3 N10 [14, с. 74].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу: $f=0,07...0,25$ мм/об [14, с. 74]; $V_c=150$ м/мин [14, с. 126].

Переход 3. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17 (рис. 2).

Фреза TFM90AX-1080-27R-09 [15, с. 44] (рис. 14).

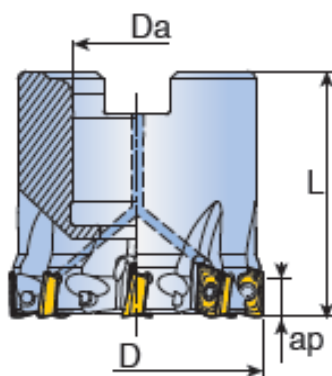


Рисунок 14 – Фреза торцевая

Размеры фрезы: $D=80$ мм, $D_a=25,4$ мм, $L=50$ мм, $ap=8,8$ мм, $Z=10$ [15, с. 44].

Пластина AXMT 090308R-EML N10 [15, с. 205].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 205]: $f=0,10...0,20$ мм/зуб; $V_c=225$ м/мин [15, с. 347].

Переход 4. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10 (рис. 2).

Фреза TFM90AX-650-22R-09 [15, с. 44] (рис. 14).

Размеры фрезы: $D=50$ мм, $D_a=22$ мм, $L=40$ мм, $ap=8,8$ мм, $Z=6$ [15, с. 44].

Пластина AXMT 090308R-EML N10 [15, с. 205].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 205]: $f=0,10...0,20$ мм/зуб; $V_c=225$ м/мин [15, с. 347].

Переход 5. Центровать отверстия 7, 9, 11 (рис. 2).

Сверло NHD-030-014-06 PE3 [16, с. 64],

где NHD – тип сверла, 030 – диаметр сверла (3мм), 14 – глубина сверления (14мм), 06 – диаметр хвостовика (рис. 15).

Размеры сверла (рис. 15): $L=62$ мм, $L_2=20$ мм, $L_1=14$ мм, $L_5=34$ мм, $d_{m6}=6$ мм [16, с. 64].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,10...0,25$ мм/об, $V_c=135$ м/мин [16, с.175].

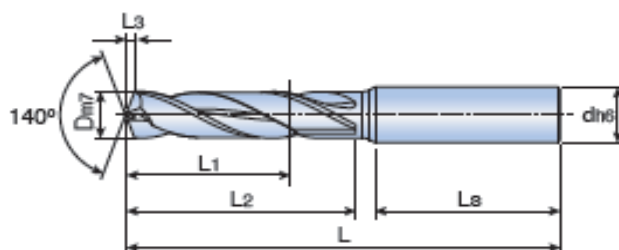


Рисунок 15 – Сверло цельное монолитное

Переход 6. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу (рис. 2).

Сверло SHO 050x18x8-M6 [16, с. 74]

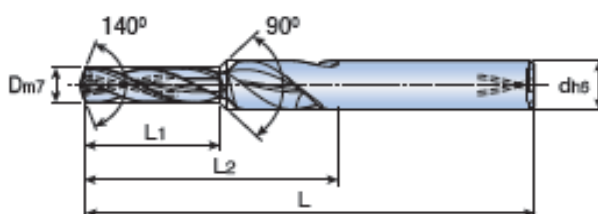


Рисунок 16 – Сверло цельное монолитное для отверстия под резьбу

Размеры сверла (рис. 16): $D=5$ мм, $L=79$ мм, $L_2=36$ мм, $L_1=18$ мм, $d_{m8}=8$ мм [16, с. 174].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,10...0,25$ мм/об, $V_c=135$ м/мин [16, с.175].

Переход 7. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10 (рис. 2).

Фреза TFM90AX-832-16R-06 [15, с. 44] (рис. 14).

Размеры фрезы: $D=32$ мм, $D_a=16$ мм, $L=32$ мм, $ap=5,5$ мм, $Z=8$ [15, с. 44].

Пластина AXMT 090308R-EML N10 [15, с. 205].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [15, с. 205]: $f=0,10\ldots0,20$ мм/зуб; $V_c=225$ м/мин [15, с. 347].

Переход 8. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.

Резьбофреза МТЕСВ 06046C14 1,0 ISO [18, с. 13] (рис. 17).

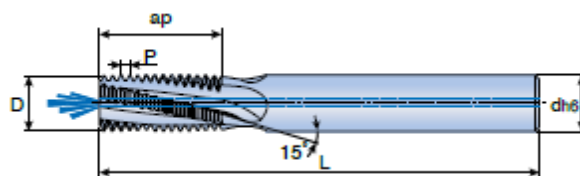


Рисунок 17 - Резьбофреза МТЕСВ-ISO

Размеры резьбофрезы (рис. 17): $D=6$ мм, $L=58$ мм, $Z=3$, $d=10$ мм, $P=1$ мм [18, с. 13].

Рекомендуемые режимы резания: $f=1$ мм/об $V_c=80\ldots150$ м/мин [18, с. 60].

Для операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «ТаегиТес», а результаты занесем в таблицу 11.

Таблица 11 - Элементы режима резания по переходам

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005					
Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	4,0	0,40	194	484	225
Переход 2	3,0	0,15	54	357	150
Переход 3	4,0	0,35	199	569	225
Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
Установ Б					
Переход 1	4,0	0,40	194	484	225
Переход 2	3,0	0,15	54	357	150
Переход 3	4,0	1,50	1344	896	225
Переход 4	1,3/0,7	0,90	1290	1433	225
Переход 5	1,5	0,12	573	4777	45
Переход 6	2,5	0,15	717	4777	75
Переход 7	0,40	0,80	1791	2239	225
Переход 8	0,50	0,30	1662	5539	80

1.2.6. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (12)$$

Где $T_{п-з}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.;

n - количество деталей в партии, $n=9$ шт;

t_0 - основное время, мин.;

t_B - вспомогательное время, мин.;

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

$t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{изм}, \quad (13)$$

Где t_{yc} - время на установку и снятие детали, мин.;

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

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

$t_{изм}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (14)$$

Где $t_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин.;

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

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (15)$$

Где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (16)$$

Где l_0 - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$ - величина перебега, мм.

Определим $T_{ш-к}$ на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Точить торец 4 и поверхность 13.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 35$ мм.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 8 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 35 + 8 = 42 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{42}{194} = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить канавки 14, 15.

$$l_0 = 6,2 \text{ мм, } l_{вр} + l_{пер} = 4,9 \text{ мм, } l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 6,2 + 4,9 = 11,1 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{02} = \frac{11,1}{54} \cdot 2 = 0,41 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Переход 3. Расточить отверстия 2, 6.

$$\ell_o = 322,5\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 6,3\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 322,5 + 6,3 = 328,8\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{o3} = \frac{328,8}{199} \cdot 1 = 1,65\text{мин}.$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{oA} = 0,22 + 0,41 + 1,65 = 2,28\text{мин}.$$

Установ Б

Переход 1. Точить торец 5 и поверхность 13.

$$\ell_o = 35\text{мм}; \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 8\text{мм}; \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 35 + 8 = 42\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{o1} = \frac{42}{194} = 0,22\text{мин}.$$

Переход 2. Точить канавки 14, 15.

$$\ell_o = 6,2\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4,9\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 6,2 + 4,9 = 11,1\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{o2} = \frac{11,1}{54} \cdot 2 = 0,41\text{мин}.$$

Переход 3. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17.

$$\ell_o = 244\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 85\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 244 + 85 = 329\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{o3} = \frac{329}{1344} \cdot 4 = 0,98\text{мин}.$$

Переход 4. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10.

$$\ell_o = 358\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 15,6\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 358 + 15,6 = 373,6\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=6$.

$$t_{o4} = \frac{373,6}{1290} \cdot 6 \cdot 2 = 3,48\text{мин}.$$

Переход 5. Центровать отверстия 7, 9, 11.

$$\ell_o = 3\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2,2\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 + 2,2 = 5,2\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=66$.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{05} = \frac{5,2}{573} \cdot 66 = 0,59 \text{ мин.}$$

Переход 6. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу.

$$\ell_o = 12 \text{ мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 3,5 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 12 + 3,5 = 15,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=66$.

$$t_{06} = \frac{15,5}{717} \cdot 66 = 1,43 \text{ мин.}$$

Переход 7. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10.

$$\ell_o = 358 \text{ мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 15,6 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 358 + 15,6 = 373,6 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=6$.

$$t_{07} = \frac{373,6}{1791} \cdot 6 = 1,25 \text{ мин.}$$

Переход 8. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.

$$\ell_o = 9 \text{ мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 23,2 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 18 + 23,2 = 41,2 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=66$.

$$t_{08} = \frac{41,2}{1662} \cdot 66 = 1,64 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{об} = 0,22 + 0,41 + 0,98 + 3,48 + 0,59 + 1,43 + 1,25 + 1,64 = 10,0 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_o = 2,28 + 10,0 = 12,28 \text{ мин.}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{ус} = 2,12 \text{ мин}; t_{уп} = 8,83 \text{ мин}; t_{изм} = 10,05 \text{ мин.}$$

$$t_b = 2,12 + 8,83 + 10,05 = 21,0 \text{ мин.}$$

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{оп} = t_o + t_b = 10,0 + 21,0 = 31,0 \text{ мин.}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{тех} = \frac{6 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{6 \cdot 31}{100} = 1,86 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{орз} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 31}{100} = 2,48 \text{ мин.}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{от} = \frac{2,5 \cdot t_{он}}{100} = \frac{2,5 \cdot 31}{100} = 0,78 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 31 + 1,86 + 2,48 + 0,78 = 36,12 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]:

$$T_{пз} = 15 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{15}{9} + 36,12 = 37,79 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ ДЕФЛЕКТОР

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Дефлектор» предполагает использование обрабатывающего центра с ЧПУ модели DMG CTX gamma 2000 TC. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik. Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки. NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» установ Б. Операция состоит из восьми переходов:

1. Точить торец 5 и поверхность 13.
2. Точить канавки 14, 15.
3. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17.
4. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10.
5. Центровать отверстия 7, 9, 11.
6. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу.
7. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10.
8. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.2.5.2.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакате 1.

Инструментам присвоим номера T1...T8.

Фрагмент управляющей программы для операции 005 Установ Б представлена в таблице 12, остальная часть программы показана в приложении.

Таблица 12 – Управляющая программа для операции 005 (Установ Б)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
%_N_CA0283_MPF	
;\$PATH=/_N_MPF_DIR	
N005 ;KORPUS	Наименование программы
N010 ;3D-52.02.041 KN2	
N015 M6 T1 D1;	Смена инструмента, выбор резца, выбор корректора
N020 M41	Указание включения первой ступени редуктора
N025 G17 G94 G97 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, подача в мм/об, вращение шпинделя в об/мин, абсолютные размеры
N030 S100 M3	Включение шпинделя с заданной частотой оборотов, вращение по часовой стрелке.
N035 G54	Включение системы координат детали.
N040 G0 X150 Z0	ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
N045 M8	Включение СОЖ
N050 G1 X118 F0.40	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N055 G0 X140 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N060 G1 Z-24 F0.4	Движение к заданным координатам на рабочей подаче

Продолжение таблицы 12

1	2
N065 M9M5	Останов шпинделя, отключение подачи СОЖ
N070 G0 X150 Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N075 M6 T2 D2 ; ----- KANAVKA -----	Смена инструмента, выбор резца, выбор корректора
N080 M41	Указание включения первой ступени редуктора
N085 G17 G94 G97 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, подача в мм/об, вращение шпинделя в об/мин, абсолютные размеры
N090 G54	Включение системы координат детали.
N095 S100 M3	Включение шпинделя с заданной частотой оборотов, вращение по часовой стрелке.
N100 G0 X144 Z-2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N105 M8	Включение СОЖ
N110 G1 X133.8 F0.15	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N115 G1 Z-8.7 F0.15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
N120 G1 X144 F0.15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
N125 G1 Z-11 F0.15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
N130 G1 X133.8 F0.15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
N135 G1 Z-17.2 F0.15	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
N140 G0 X144 Z0	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N145 M9M5	Останов шпинделя, отключение подачи СОЖ
N150 M6T3D1 ; ----- OTVERSTIE -----	Смена инструмента, выбор резца, выбор корректора
N155 M41	Указание включения первой ступени редуктора
N160 G17 G94 G97 G90	Выбор рабочей плоскости X-Z, подача в мм/об, вращение шпинделя в об/мин, абсолютные размеры

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

43

N165 G54	Включение системы координат детали.
N170 S100 M3	Включение шпинделя с заданной частотой оборотов, вращение по часовой стрелке.
N175 G0 X126 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N180 M8	Включение СОЖ
N185 G1 Z-321.5 F0.35	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
N190 G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
N195 M9M5	Останов шпинделя, отключение подачи СОЖ

Управляющая программа на остальные переходы станка Б представлена в приложении В.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Дефлектор» на участке механической обработки в условиях мелкосерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 240 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ, применение стандартных приспособлений.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по одному варианту, целью анализа является определение вложений в изготовление детали «Дефлектор».

По проектируемому варианту применяем ОЦ с ЧПУ модели DMG CTX 2000TC и, режущий инструмент фирмы «TaeguTec». Оборудование позволяют выполнить обработку детали «Дефлектор».

3.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [12]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (16)$$

где $K_{об}$ – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{про}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.; т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования.

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [12]:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{BH} \cdot k_3}, \quad (17)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа производства деталей, по разрабатываемому варианту $N_{год}=240$ шт.;

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования, ч.;

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

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

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [12]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (18)$$

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

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (18), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 1.2.6 по формуле (17). Данные по расчетам сводим в таблицу 13.

$$C_{\text{CTX2000TC}} = \frac{0,63 \cdot 240}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,03$$

После расчета всех операций значений ($T_{\text{шт. (шт-к)}}$) и (C_p), устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [12].

Таблица 13 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{\text{шт. (шт-к)}}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
CTX2000TC	0,63	0,03	1	0,03
	$\Sigma T_{\text{шт. (шт-к)}} = 0,63$	0,03	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	CTX2000TC	1	20,7	20,7	25163,5	-	-	-	25163,5
Итого		1		20,7					25163,5

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станков составляют: $0,03 \cdot 25163,5 = 754,91$ т. руб.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [12]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (19)$$

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

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, 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 заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (20)$$

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мл}}}{F_{\text{р}}}, \quad (21)$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы рабочего, 1970 ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам

$N_{\text{год}} = 240$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней).

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (21).

Результаты вычислений сводим в таблицу 15.

Таблица 15 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Раз-ряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	128,5	0,63	80,9	0,09
Итого				80,9	0,09

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$Ззп = 80,9 \cdot 240 = 19416$ руб.

$k_{\text{мн}} = 1$; $k_{\text{доп}} = 1,16$; $k_p = 1,15$.

$Ззп = 19416 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 25900,9$ руб.

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (22)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 240$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,2$;

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

$k_{доп} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [12]:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (23)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$g_n = 0,03$ шт.;

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,03 \cdot 3}{8} = 0,01 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 5-ти станков:

$$Ч_{элек} = \frac{0,03 \cdot 3}{5} = 0,02 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \cdot 0,09 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$\text{Ч}_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,09 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (22) произведем вычисления заработной платы

вспомогательных рабочих:

$$\text{З}_{\text{нал}} = \frac{91,3 \cdot 1685 \cdot 0,03 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 28,4 \text{ руб.};$$

$$\text{З}_{\text{трансп.}} = \frac{81,9 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 8,5 \text{ руб.};$$

$$\text{З}_{\text{контр.}} = \frac{75,4 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{240} = 7,8 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	91,3	0,03	28,4
Транспортный рабочий	81,9	0,01	8,5
Электронщик	95,4	0,05	49,4
Контролер	75,4	0,01	7,8
Итого		0,09	94,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$\text{Ззп} = 94,1 \cdot 240 = 22584 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (20):

$$\text{З}_{\text{зп}} = 25900,9 + 22584 = 48484,9 \text{ руб.}$$

Страховые взносы.

Страховые взносы в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

Проектируемый вариант $48484,9 \cdot 0,3 = 14545,5$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (24)$$

Где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

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

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

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

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

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

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_э = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (24):

$$З_э(СТХ2000ТС) = \frac{20,7 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,63}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 8,4 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту.

Таблица 17 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
СТХ2000ТС	20,7	0,63	8,4
Итого			8,4

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 8,4 \cdot 240 = 2016 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (25)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (26)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

$F_{обНОВ} = 5910 \text{ ч.}$;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (26):

$$C_{ам}(СТХ2000ТС) = \frac{26163,5 \cdot 0,08 \cdot 0,63}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 247,5 \text{ руб.}$$

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

$Ц_{РЕ} = 1152 \text{ руб.}$ Вычисления производим по формуле [12]:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (27)$$

Где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа, шт.;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (27):

$$C_{\text{рем}}(\text{СТХ2000ТС}) = \frac{1152 \cdot 1}{0,63 \cdot 240} = 7,60 \text{ руб.}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
СТХ2000ТС	26163,5	1	8	0,63	247,5	7,60
Итого					247,5	7,6

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (25):

$$Z_{\text{п}} = 247,5 + 7,6 = 255,1 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

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

(28)

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

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

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

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

$C_{\text{компл}}$ – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов.

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

Коэффициент эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя Q рекомендованные для условий полустаночной токарной обработки представлены в таблице;

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

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

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

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

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

Таблица 19 – Параметры прогрессивного инструмента по проекту

Операция	Инструмент	Машинное время, мин.	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
005	Державка PCLNL 2020K12 СМП CNMA 120408 K10	0,16	25601 725,4	185	-	0,90	4,21
	Державка TTER 2020-3 СМП TDS 3 K10	0,25	24563,2 421	309	-	0,90	1,18
	Державка MWLNR 2020K08 S50U PCLNL 12 СМП CNMA 120408 K10	0,22	19505 479	310	-	0,90	1,35
	Сверло NHD-030-014-06 PE3	0,39	3123	175	-	0,90	2,14
	Сверло SHO 050x18x8-M6	0,12	16321	250	-	0,90	3,55
	Фреза TFM90AX-1080-27R-09 СМП AXMT 090308R-EML K10	0,86	25603 210	174	-	0,90	3,99
	Резьбофреза MTECB 06046C14 1,0 ISO	0,97	5632	185	-	0,90	3,12

	Фреза TFM90AX- 650-22R-09 СМП АХМТ 090308R- EML K10	1,22	25634,2 523,6	215	-	0,90	3,56
Итого							23,10

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 20.

Таблица 20 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	262,6
Затраты на технологическую электроэнергию	8,4
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	255,1
Затраты на инструмент	23,10
Итого	549,2

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (29)$$

Где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию, ч.;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали, ч.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (29):

$$Y_{\text{оп}} (\text{СТХ2000ТС}) = \frac{0,63}{0,63} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (30)$$

Где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 1$ шт.
 g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 1$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции [12]:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (31)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (31):

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{37,79} = 3210,4 \text{ шт/чел.год}$$

Таблица 21 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
Годовой выпуск деталей	шт.	240
Количество видов оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Сумма инвестиций	тыс. руб.	754,1
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,63
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		549,2
- затраты на инструмент	руб.	23,10
- заработная плата рабочих		262,6
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	3210,1
Коэффициент загрузки оборудования		0,03

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Дефлектор», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением станков моделей СТХ2000ТС, в сумме 549,20 руб.

Деталь уникальна, изготавливается мелкой серией, при этом должна соответствовать высоким требованиям по точности и чистоте обработки. Малое кол-во деталей позволяет использовать их для дозагрузки дорогостоящего оборудования, тем самым с одной стороны повысить эффективность его использования, а с другой, изготовить деталь в соответствии с высокими требованиями к качеству.

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

4.1. Общая характеристика образовательного учреждения

Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования является структурным подразделением ПАО "МЗИК".

"Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования" создан в 2009 году на базе ОАО "МЗИК" и является его структурным подразделением.

Центр ДПО расположен в административном здании предприятия с общей площадью более 600 м².

Цель работы:

Основными целями деятельности Центра ДПО является обучение рабочих для предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК) и обеспечение функционирования, совместно с Правительством Свердловской области и Союзом оборонных предприятий системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса для развития их кадрового ресурса в условиях технического, технологического перевооружения и инновационного развития, реализации инвестиционных проектов.

Задачи:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Формирование системы дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса в составе:

- центр по организации процесса дополнительного профессионального образования работников предприятий оборонно-промышленного комплекса и проведению обучения

- учебно-методическая и учебно-производственная база ВУЗов и других образовательных учреждений – участников системы дополнительного профессионального образования;

- технологическая база передовых предприятий оборонно-промышленного комплекса – участников системы дополнительного профессионального образования.

2. Формирование системы комплектования контингента обучающихся по программам дополнительного профессионального образования и программам профессиональной подготовки за счет:

- рабочих и специалистов предприятий входящих в состав ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» оборонно-промышленного комплекса Свердловской области и предприятий других отраслей промышленности города Екатеринбурга и Свердловской области;

- лиц, состоящих на учете в центрах занятости;
- студентов и выпускников образовательных учреждений начального, среднего и высшего профессионального образования.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;

- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

Методическое сопровождение:

На сегодняшний день Центре ДПО располагает следующими средствами обучения:

- оборудованный класс технического обучения;
- современные наглядные технические средства;
- учебные программы разработаны ФГУ «ВНИИ охраны и экономики труда», согласованы с МТУ Ростехнадзора по УрФО;
- техническая библиотека – порядка 30 000 экз.

Цели обучения рабочим профессиям на производстве

Программы профессионального обучения и повышения квалификации рабочих позволяют обучающимся приобрести необходимые знания, умения и навыки, определяемые требованиями ЕТКС и профессиональных стандартов. Полученные профессиональные компетенции дают возможность выпускника работать по профессии на предприятиях соответствующего профессии профиля.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.2. Анализ профессионального стандарта учебной документации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

В настоящее время в России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

В таблице 22 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 22 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
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	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		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
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособления и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5
деталей, требующих перестановок и комбинированно го их крепления; обработка деталей средней сложности		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/04.3	3
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	C/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	C/02.4	4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для

обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Возможные наименования должностей:

- Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-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.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции:

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам.

-Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.

-Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.

-Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК).

-Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

-Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.

-Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 23.

Таблица 23 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				

Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
	Необходимые знания по трудовым функциям А/01.2 – А/05.2
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центр дополнительного профессионального образования является структурным подразделением ПАО "МЗИК".

4.3. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (72 академических часа) и производственного обучения (72 часа). Всего на обучение отводится 144 часа по учебно-тематическому плану.

В ходе обучения учащиеся изучают основы технического черчения, допуски и посадки, основы материаловедения, основы электротехники электроники, основы программирования, устройство обрабатывающих центров, а также обучаются настраивать и наладивать обрабатывающий центр СТХ 2000ТС непосредственно в ходе практического обучения на предприятии.

Учебный график рассчитан на 4 часа в день с пяти часов, поскольку обучения ведется без отрыва о производства. Таким образом, срок обучения

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

составляет 8 недель с учетом подготовки и сдачи квалификационного экзамена.

После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 4-й разряд по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 24. Таблица 24 - Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
	Общее	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
<i>Теоретическое обучение</i>	72	40	32	
1. САПР КД для оператора ОЦ	10	4	6	Контрольный чертеж
2. Требования к точности детали	6	4	2	Задание
3. Современные металлорежущие инструменты	10	6	4	Задание по выбору инструмента
4. Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	14	8	6	Задание по разработке технологии
5. Устройство станков с ЧПУ	14	10	4	Тест
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Задание по разработке УП
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	6	6	-	Тест
<i>Практическое обучение</i>	72	12	60	
Наладка обрабатывающего центра СТХ 2000ТС	16	4	12	Задание по наладке станка
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	32	4	28	Задание по отработке УП
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	24	4	20	Задание по отработке УП
ИТОГО	144	52	92	

В таблице 25 приведено соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана.

Таблица 25 - соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана

Темы учебно-тематического плана	Требования Профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>	
1. САПР КД для оператора ОЦ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
2. Требования к точности детали	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке

Окончание таблицы 25

3. Современные металлорежущие инструменты	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
4. Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
5. Устройство станков с ЧПУ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам
<i>Практическое обучение</i>	
Наладка обрабатывающего центра СТХ 2000ТС	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам

В методической части дипломного проекта выберем тему «Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ». На эту тему отводится 14, из них - 8 часов теоретическое обучение, 6 – практическое. В следующем параграфе рассмотрим содержание выбранной темы и тематическое планирование.

4.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»

Цели изучения темы «Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ».

Знания:

- сформировывать у обучаемых знания маршрута обработки и структуры операционного технологического процесса: маршрута обработки детали, структуру операционного технологического процесса;
- сформировать у обучаемых знания последовательности обработки типовых деталей и поверхностей;
- сформировать у обучаемых знания определения межоперационных припусков и допусков;
- сформировать у обучаемых знания выбора траектории движения режущих инструментов;
- сформировать у обучаемых знания выбора режимов обработки на станках с ЧПУ: особенностях процесса резания на станках с ЧПУ, выбора режимов резания, нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ;
- сформировать у обучаемых знания эффективности работы режущих инструментов в условиях ГПС.

Умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при составлении маршрута обработки деталей;
- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе траектории движения режущих инструментов;
- способствовать развитию умений и приобретению навыков при определении межоперационных припусков и допусков;
- способствовать развитию умений и приобретению навыков при выборе режимов обработки на станках с ЧПУ и техническом нормировании;
- способствовать формированию умений творческого подхода к решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;
- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;
- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ».

Особенности процесса обработки на станках с ЧПУ. Выбора режимов резания. Нормирования операций, выполняемых на станках с ЧПУ.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 26.

Таблица 26 - Перспективно-тематический план изучения темы «Методики и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
Тема 1 (2 часа)	Выбор технологических операций и переходов обработки	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания выбора технологических операций и переходов обработки Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
Тема 2 (1 час)	Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания последовательности обработки типовых деталей и поверхностей	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрац	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

	тей	Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия	ия презентации, плакатов и иных объектов).		
--	-----	---	--	--	--

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5	6
		Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы			
Тема 3 (2 часа)	Расчет режимов резания	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания расчета режимов резания Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрац ия презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презента ция, учебные плакаты.	Фронталь- ная

Тема 4 (2 часа)	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ	Образовательные: сформировать у обучаемых знания требований, предъявляемых к качеству выполняемых работ Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная
--------------------	--	--	--	---------------------------------------	-------------

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5	6
Тема 5 (2 часа)	Особенности выбора инструментов для станков с ЧПУ	Образовательные: сформировывать у обучаемых знания о выборе инструментов для станков с ЧПУ Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать каталоги металлорежущих инструментов	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

4.5. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для дальнейшей разработки выберем тему «Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей»

Цели урока:

Образовательные: сформировывать у обучаемых знания последовательности обработки типовых деталей и поверхностей.

Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности к производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия

Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы

Учебно-наглядные пособия, используемые на уроке: учебник, справочник по допускам, плакаты с рисунками и схемами, рисунки на доске.

Методические указания: необходимо привить сознательное усвоение материала о последовательности обработки типовых деталей и поверхностей.

Ход урока:

I. Организационная часть (1 минута)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута).

Сообщение темы и целей урока.

III. Объяснение нового материала (30 минут).

Проектирование технологической операции начинают с выбора последовательности технологических переходов. При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

- 1) центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм);
- 2) сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла);
- 3) сверление сверлом большего диаметра;

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4) черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей;

5) чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей;

6) обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстии, на торце и снаружи.

При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

- 1) черновая обработка основных форм наружной поверхности;
- 2) черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности;
- 3) чистовая обработка основных форм;
- 4) чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке.

При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

- 1) черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости);
- 2) черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки;
- 3) чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях;
- 4) чистовая обработка остальных сторон детали.

Последовательность выполнения переходов зависит от их назначения (сверление, фрезерование, растачивание и др.), количества переходов, выполняемых одним инструментом, требуемой точности обработки, точности позиционирования узлов станка и многих других факторов.

Токарные операции обычно начинают с черновой обработки, содержащей несколько прямолинейных проходов. При чистовой обработке основные поверхности формируются, как правило, за один проход контурным резцом, а дополнительные — в специальных циклах.

Общий подход к выбору последовательности выполнения переходов на многооперационном станке показан в таблице 27.

Таблица 27 - Последовательность выполнения переходов на многооперационном станке

Номер перехода	Содержание перехода	Инструмент
1	Черновое, чистовое, получистовое фрезерование внешних поверхностей	Фрезы торцевые
2	Сверление (рассверливание) отверстий диаметром свыше 30 мм в сплошных стенках: сквозное - основных отверстий, глухое - для ввода концевых фрез	Сверла
3	Фрезерование пазов, отверстий, окон, карманов	Фрезы концевые
4	Фрезерование внутренних поверхностей, перпендикулярных к оси шпинделя	Фрезы торцевые, концевые
5	Черновое зенкерование и растачивание основных отверстий в сплошных стенках после перехода №2	Зенкеры, резцы расточные
6	Обработка дополнительных поверхностей (канавок, уступов, фасок и др.), расположенных в основных отверстиях и концентричных его оси	Фрезы и резцы различного назначения, зенковки
7	Обработка дополнительных поверхностей на внешних и внутренних плоскостях и необрабатываемых поверхностях	Фрезы концевые, шпоночные
8	Обработка крепежных и других вспомогательных отверстий диаметром свыше 15 мм	Сверла, зенкеры, метчики
9	Снятие фасок	Фрезы угловые
10	Перезакрепление детали, проверка положения рабочих органов станка	
11	Окончательное фрезерование плоскостей	Фрезы торцевые
12	Обработка точных поверхностей основных отверстий	Резцы расточные, развертки

13	Обработка точных отверстий малого диаметра	Сверла, резцы расточные, развертки
14	Обработка точных и точно расположенных в отверстиях дополнительных поверхностей (канавок, выемок, уступов)	Резцы расточные, фрезы дисковые трехсторонние
15	Обработка дополнительных поверхностей (выемок, пазов, карманов, прорезей), расположенных асимметрично относительно основных отверстий	Фрезы и резцы различного на значения
16	Обработка обратных фасок и других поверхностей, связанных с основными отверстиями	Фрезы дисковые, угловые, резцы канавочные, фасочные
17	Обработка крепежных и других отверстий малого диаметра	Сверла, зенкеры, зенковки, метчики

Сочетание черновых и чистовых технологических переходов выбирается в зависимости от размеров, формы соответствующих поверхностей и требований к точности и качеству их обработки. Так, при обработке отверстий возможны две основные технологические схемы:

1) параллельная — каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется;

2) последовательная — одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Первый вариант используется при низких требованиях к точности отверстий, второй — при высоких.

Фрезерование отверстий вместо растачивания более целесообразно при длине отверстия, не превышающей длины режущей части фрезы. Его эффективность повышается при обработке отверстий с большими и неравномерными припусками.

Рассмотрим технологический маршрут обработки детали «Дефлектор» (рис. 18), представленный в таблице 28.

Таблица 28 – Технологический маршрут обработки детали «Дефлектор»

№ опер	Наименование операции	Оборудование
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А Точить торец 4. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Расточить отверстия 2 и 6.	ОЦ с ЧПУ
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ Б Точить торец 5. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10. Центровать отверстия 7, 9, 11. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу с обработкой фаски. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.	ОЦ с ЧПУ
010	Промывочная	Машина моечная
015	Контрольная	Стол контрольный

Обработка ведется на обрабатывающем центре с ЧПУ модели СТХ 2000ТС.

Обработка ведется в следующем порядке:

- 1) черновая и чистовая обработка торцевой и цилиндрической части детали, которые впоследствии будут использоваться как базы;
- 2) сверление и развертывание отверстий;

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

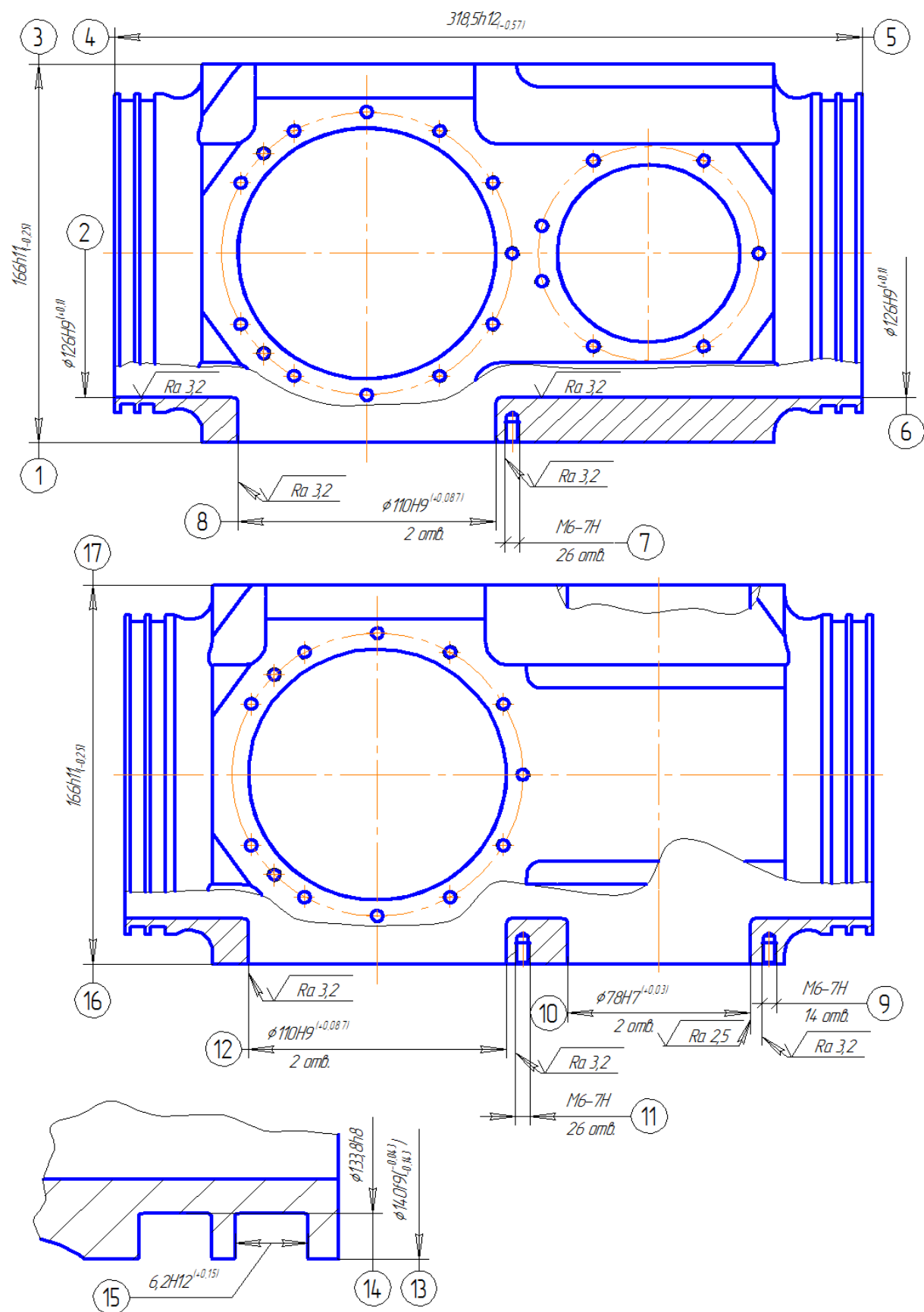


Рисунок 18 - Эскиз детали «Дефлектор»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

79

3) черновая и чистовая обработка торцевой и цилиндрической части противоположной стороны детали и всех элементов (уступов, отверстий) на этих плоскостях.

Данная последовательность обработки позволяет обеспечить требования к точности и качеству поверхностей детали.

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (10 минут).

4.1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне?

При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

- 1) центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм);
- 2) сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла);
- 3) сверление сверлом большего диаметра;
- 4) черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей;
- 5) чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей;
- 6) обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстии, на торце и снаружи.

4.2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?

При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

- 1) черновая обработка основных форм наружной поверхности;
- 2) черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности;
- 3) чистовая обработка основных форм;

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4) чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке.

4.3. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке корпусных деталей на многооперационных станках?

При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

1) черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости);

2) черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки;

3) чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях;

4) чистовая обработка остальных сторон детали.

4.4. От чего зависит последовательность выполнения переходов?

Последовательность выполнения переходов зависит от их назначения (сверление, фрезерование, растачивание и др.), количества переходов, выполняемых одним инструментом, требуемой точности обработки, точности позиционирования узлов станка и многих других факторов.

Токарные операции обычно начинают с черновой обработки, содержащей несколько прямолинейных проходов. При чистовой обработке основные поверхности формируются, как правило, за один проход контурным резцом, а дополнительные — в специальных циклах.

4.5. В зависимости от чего выбирается сочетание черновых и чистовых технологических переходов?

Сочетание черновых и чистовых технологических переходов выбирается в зависимости от размеров, формы соответствующих поверхностей и требований к точности и качеству их обработки. Так, при обработке отверстий возможны две основные технологические схемы:

1) параллельная — каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется;

2) последовательная — одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Первый вариант используется при низких требованиях к точности отверстий, второй — при высоких.

Фрезерование отверстий вместо растачивания более целесообразно при длине отверстия, не превышающей длины режущей части фрезы. Его эффективность повышается при обработке отверстий с большими и неравномерными припусками.

V. Подведение итогов занятия (1 минута).

Обучающийся должен знать: последовательность обработки типовых деталей и поверхностей.

VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.

Таблица 29 – План урока

Этапы урока, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
Организационная часть, 2 минуты	I. Организационная часть (1 минута) Проверка присутствующих по журналу II. Подготовка к изучению нового материала (1 минута). Сообщение темы и целей урока.	Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока, Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.

Окончание таблицы 29

Объяснение нового материала, 30 минут	III. Объяснение нового материала (30 минут). Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей	Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности. Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 10 минут	IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (10 минут). 4.1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне? 4.2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?	Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе. Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя. Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.
	4.3. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке корпусных деталей на многооперационных станках? 4.4. От чего зависит последовательность выполнения переходов? 4.5. В зависимости от чего выбирается сочетание черновых и чистовых технологических переходов?	
Выдача домашнего задания, 3 минуты	V. Подведение итогов занятия (1 минута) Обучающийся должен знать: Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей. VI. Домашнее задание (2 минуты) Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.	Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту. Учащиеся слушают преподавателя, записывают домашнее задание.

4.6. Разработка методического обеспечения

Презентация

«Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей»

Проектирование технологической операции

- При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

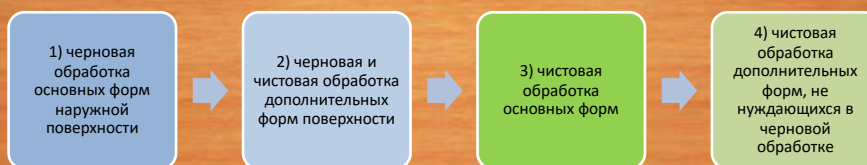
ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

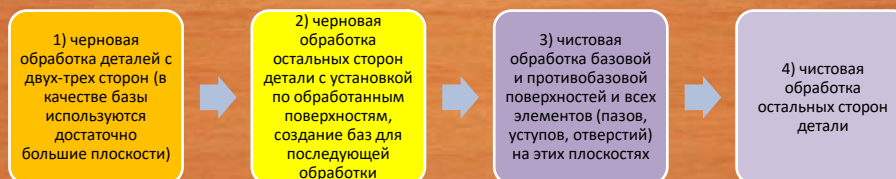
84

Проектирование технологической операции

- При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:



- При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:



Проектирование технологической операции

- Последовательность выполнения переходов зависит от их назначения (сверление, фрезерование, растачивание и др.), количества переходов, выполняемых одним инструментом, требуемой точности обработки, точности позиционирования узлов станка и многих других факторов.
- Токарные операции обычно начинают с черновой обработки, содержащей несколько прямолинейных проходов. При чистовой обработке основные поверхности формируются, как правило, за один проход контурным резцом, а дополнительные — в специальных циклах.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

85

Проектирование технологической операции

- Таблица 1 - Последовательность выполнения переходов на многооперационном станке

Номер перехода	Содержание перехода	Инструмент
1	Черновое, полукислое, чистовое фрезерование внешних поверхностей	Фрезы торцовые
2	Сверление (расверливание) отверстий диаметром свыше 30 мм в сплошных стенках: сквозное — основных отверстий, глухое — для ввода концевых фрез	Сверла
3	Фрезерование пазов, отверстий, олов, карманов	Фрезы концевые
4	Фрезерование внутренних поверхностей, перпендикулярных к оси шпинделя	Фрезы торцовые, концевые
5	Черновое зенкерование и растачивание основных отверстий в сплошных стенках после перехода № 2	Зенкеры, резцы расточные
6	Обработка дополнительных поверхностей (канавок, уступов, фасок и др.), расположенных в основных отверстиях и концентричных его оси	Фрезы и резцы различного назначения, зенковки
7	Обработка дополнительных поверхностей на внешних и внутренних плоскостях и необрабатываемых поверхностях	Фрезы концевые, шпоночные
8	Обработка крепежных и других вспомогательных отверстий диаметром свыше 10 мм	Сверла, зенкеры, метчики
9	Снятие фасок	Фрезы угловые
10	Перезакрепление детали, проверка положения рабочих органов станка	—
11	Окончательное фрезерование плоскостей	Фрезы торцовые
12	Обработка точных поверхностей основных отверстий	Резцы расточные, развертки
13	Обработка точных отверстий малого диаметра	Сверла, резцы расточные, развертки

14	Обработка точных и точно расположенных в отверстиях дополнительных поверхностей (канавок, выемок, уступов)	Резцы расточные, фрезы дисковые, трехсторонние
15	Обработка дополнительных поверхностей (пазов, карманов, прорезей), расположенных асимметрично относительно основных отверстий	Фрезы и резцы различного назначения
16	Обработка обратных фасок и других поверхностей, связанных с основными отверстиями	Фрезы дисковые, угловые, резцы канавочные, фасочные
17	Обработка крепежных и других отверстий малого диаметра	Сверла, зенкеры, зенковки, метчики

Проектирование технологической операции

- Сочетание черновых и чистовых технологических переходов выбирается в зависимости от размеров, формы соответствующих поверхностей и требований к точности и качеству их обработки. Так, при обработке отверстий возможны две основные технологические схемы:
 - 1) параллельная — каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется;
 - 2) последовательная — одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.
- Первый вариант используется при низких требованиях к точности отверстий, второй — при высоких.
- Фрезерование отверстий вместо растачивания более целесообразно при длине отверстия, не превышающей длины режущей части фрезы. Его эффективность повышается при обработке отверстий с большими и неравномерными припусками.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

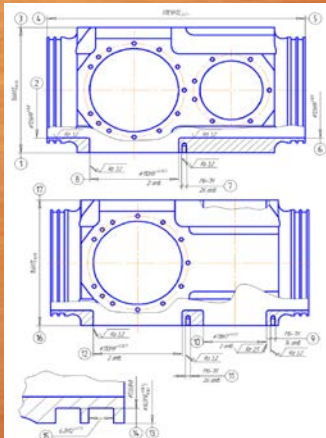
ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

86

Проектирование технологической операции

- Рассмотрим технологический маршрут обработки детали «Дефлектор», представленный в таблице

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Эскиз детали
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А Точить торец 4. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Расточить отверстия 2 и 6. Установ Б Точить торец 5. Точить поверхность 13. Точить канавки 14 и 15. Фрезеровать плоскости 1, 13, 16, 17. Предварительно фрезеровать отверстия 8 и 10. Центровать отверстия 7, 9, 11. Сверлить отверстия 7, 9, 11 под резьбу с обработкой фаски. Окончательно фрезеровать отверстия 8 и 10. Нарезать резьбу в отверстиях 7, 9, 11.	Обрабатывающий центр с ЧПУ модели СТХ 2000ТС	

Проектирование технологической операции

- Обработка ведется на обрабатывающем центре с ЧПУ модели СТХ 2000ТС
- Обработка ведется в следующем порядке:
 - 1) черновая и чистовая обработка торцевой и цилиндрической части детали, которые впоследствии будут использоваться как базы;
 - 2) сверление отверстий;
 - 3) черновая и чистовая обработка торцевой и цилиндрической части противоположной стороны детали и всех элементов (уступов, отверстий) на этих плоскостях.
- Данная последовательность обработки позволяет обеспечить требования к точности и качеству поверхностей детали.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.738 ПЗ

Лист

87

Повторительно-обобщающие вопросы

- 1. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне?
- 2. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром?
- 3. Какой рекомендуется порядок обработки при обработке корпусных деталей на многооперационных станках?
- 4. От чего зависит последовательность выполнения переходов?
- 5. В зависимости от чего выбирается сочетание черновых и чистовых технологических переходов?



Тестовые задания

- В заданиях 1 – 3 установите последовательность.
- 1. Переходы на станках с ЧПУ подразделяют на
- При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:
- А. центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм)
- Б. сверление сверлом большего диаметра
- В. черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей
- Г. сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла)
- Д. обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстиях, на торце и снаружи
- Е. чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей
- Ответ: _ _ _ _ _.



Тестовые задания. Продолжение

- 2. При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:
 - А. черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности
 - Б. черновая обработка основных форм наружной поверхности
 - В. чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке
 - Г. чистовая обработка основных форм
- Ответ: __, __, __, __.
- 3. При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:
 - А. черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости)
 - Б. чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях
 - В. чистовая обработка остальных сторон детали
 - Г. черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки
- Ответ: __, __, __, __.



Тестовые задания. Продолжение

- В задании 4 установите соответствие
-
- 4. При обработке отверстий возможны две основные технологические схемы

Технологические схемы	Характеристика
А. параллельная	А. каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется
Б. последовательная	Б. одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

- Ответ: А __, Б __.



Тестовые задания

В заданиях 1 – 3 установите последовательность.

1. При обработке деталей на токарных станках с ЧПУ с закреплением их в патроне рекомендуется следующий порядок обработки:

А. центрование (для отверстий диаметром менее 20 мм)

Б. сверление сверлом большего диаметра

В. черновая обработка основных поверхностей, подрезание внешнего торца предварительно и окончательно, обработка основных внутренних и наружных поверхностей

Г. сверление сверлом меньшего диаметра (если используются два сверла)

Д. обработка дополнительных поверхностей, расположенных в отверстии, на торце и снаружи

Е. чистовая обработка основных внутренних и наружных поверхностей

Ответ: __, __, __, __, __, __.

2. При обработке с закреплением в патроне и поджатием задним центром порядок обработки следующий:

А. черновая и чистовая обработка дополнительных форм поверхности

Б. черновая обработка основных форм наружной поверхности

В. чистовая обработка дополнительных форм, не нуждающихся в черновой обработке

Г. чистовая обработка основных форм

Ответ: __, __, __, __.

3. При обработке корпусных деталей на многооперационных станках рекомендуется следующий порядок выполнения операций:

А. черновая обработка деталей с двух-трех сторон (в качестве базы используются достаточно большие плоскости)

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Б. чистовая обработка базовой и противобазовой поверхностей и всех элементов (пазов, уступов, отверстий) на этих плоскостях

В. чистовая обработка остальных сторон детали

Г. черновая обработка остальных сторон детали с установкой по обработанным поверхностям, создание баз для последующей обработки

Ответ: __, __, __, __.

В задании 4 установите соответствие

4. При обработке отверстий возможны две основные технологические схемы

Технологические схемы	Характеристика
А. параллельная	А. каждый инструмент обрабатывает все отверстия одного диаметра, затем производится смена инструмента, и цикл повторяется
Б. последовательная	Б. одно отверстие обрабатывается всеми необходимыми инструментами, затем после изменения позиционирования — следующее отверстие и т.д.

Ответ: А__, Б__.

Эталоны ответов:

1. АВГБЕД

2. БАГВ

3. АВГБ

4. АА, ББ

Заключение

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры модели СТХ 2000ТС.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в учебном центре;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Последовательность обработки типовых деталей и поверхностей в форме тестовых заданий».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте был разработан технологический процесс механической обработки детали «Дефлектор» в условиях серийного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

В разработанной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Применение данного оборудования позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операции с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, вложения составят 754,1 т. руб., технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением ОЦ моделей СТХ 2000ТС составит 549,20 руб.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. 138 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 34 с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526 с.

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.
11. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.
12. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. – сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.
13. Электронный каталог «TaeguTес», Токарные инструменты, 2017 г.
14. Электронный каталог «TaeguTес», Отрезка и обработка канавок, 2017 г.
15. Электронный каталог «TaeguTес», Фрезерный инструмент, 2017 г.
16. Электронный каталог «TaeguTес», Обработка отверстий, 2017 г.
- 17.http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12x18h10t (Дата обращения 25.02.2018.).
18. Электронный каталог «TaeguTес», Резьбонарезной инструмент, 2017 г.
19. <http://poznayka.org/s10626t1.html> (Дата обращения 25.03.2018.).
20. http://steelcast.ru/die_steel (Дата обращения 29.03.2018.).
21. <https://www.chipmaker.ru/files/file/4418/> (Дата обращения 15.04.2018.).
22. <https://studfiles.net/preview/5583865/page:6/> (Дата обращения 20.04.2018.)
23. Шалунова М.Г., Эрганова Н.Е. Практикум по методике профессионального обучения: Учеб. пособие. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001.67 с.
24. Шапоринский С.А. Вопросы теории производственного обучения. –

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

М: Высшая школа, 1981. 208 с.

25.Эрганова Н. Е. Основы методики профессионального обучения: Учеб. пособие. -2-е изд. и доп. - Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. 138 с.

26.<http://www.rsvpu.ru> (официальный сайт РГППУ)

27.<http://www.zik.ru> (официальный сайт ПАО МЗИК)

28.<http://edu-professional.ru/graduate/> (Дата обращения 20.04.2018.)

29.<http://profstandart.rosmintrud.ru/web/ps1539914> (Дата обращения 25.04.2018.)

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Дефлектор Отливка	ДП 44.03.04.818.01	A1	1	
2. Дефлектор	ДП 44.03.04.818.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.818.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.818.Д02	A1	1	
5. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.745.Д03	A1	1	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Управляющая программа на Операцию 005 Установ Б

```
;77N6-N.5544-1 KN1 S IZM 19.12.14
;CTX GAMMA
R690=1260 R691=650
;GOTOF FREZA50
;GOTOF NN3;          CENTROVKA
;GOTOF NN4;          SVERLO
;GOTOF NN5;          UGLOVAYA
;GOTOF FREZA20R10
GOTOF NN7;          FREZA32
;GOTOF REZBOFREZA

;*****
;          FREZA D80
;*****
N10 T="FR80 DEFLEKTOR"      ;FREZA D80
N15 TC(1,0,0,1,90,0)
N20 G0 G90 G17 G54 D1
N25 G64 SOFT
N30 DIAMOF
N35 G94
N40 L707(0)
N45 SETMS(1)
N50 M413
N55 C4=0
N60 G4 F2
N65 M412
N70 G1 X150 Y0 Z380 F15000
N75 H74=76
N80 B1=90
N85 H74=75
N90 S1=120 M1=3
N95 M107
N100 AROT Y90

;          PLOSKOST-1

N105 G0 Z150
N110 X-363.5 Y-65
N115 Z85.985
N120 G1 Z82.985 F60
N125 X-32
N130 Y0
N135 X-293.5
N140 Y65
N145 X-32
N150 Y15
N155 G0 Z150
N160 X-380
N165 M1

;          PLOSKOST-2

N170 M413
N175 C4=90
N180 G4 F2
N185 M412
N190 G0 Z150
N195 X-363.5 Y-65
```

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N200 Z85.985
 N205 G1 Z82.985 F60
 N210 X-32
 N215 Y0
 N220 X-293.5
 N225 Y65
 N230 X-32
 N235 Y15
 N240 G0 Z150
 N245 X-380
 N250 M1

; PLOSKOST-3

N255 M413
 N260 C4=180
 N265 G4 F2
 N270 M412
 N275 G0 Z150
 N280 X-363.5 Y-65
 N285 Z85.89
 N290 G1 Z82.89 F60
 N295 X-32
 N300 Y0
 N305 X-293.5
 N310 Y65
 N315 X-32
 N320 Y15
 N325 G0 Z150
 N330 X-380
 N335 M1

; PLOSKOST-4

N340 M413
 N345 C4=270
 N350 G4 F2
 N355 M412
 N360 G0 Z150
 N365 X-363.5 Y-65
 N370 Z85.89
 N375 G1 Z82.89 F60
 N380 X-32
 N385 Y0
 N390 X-293.5
 N395 Y65
 N400 X-32
 N405 Y15
 N410 G0 Z150
 N415 X-380
 N420 M1
 N425 M109
 N430 M1=5
 N435 M413
 N440 C4=0
 N445 G4 F2
 N450 M412
 N455 TRANS_OFF
 N460 ROT
 N465 L710(1) ;VYHOD V TOCHKU SMENY INSTR-TA
 N470 H74=76
 N475 B1=0
 N480 M0

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N485 FREZA50:

```

;*****
;
;      FREZA D50
;*****
N490 T="FR50 DEFLEKTOR"      ;FREZA D50
N495 TC(1,0,0,1,90,0)
N500 G0 G90 G17 G54 D1
N505 G64 SOFT
N510 DIAMOF
N515 G94
N520 L707(0)
N525 SETMS(1)
N530 M413
N535 C4=0
N540 G4 F2
N545 M412
N550 G1 X150 Y0 Z380 F15000
N555 H74=76
N560 B1=90
N565 H74=75
N570 S1=200 M1=3
N575 M107 M154
N580 AROT Y90

```

```

;      OTV_D110_PREDV-1

N585 G0 Z150
N590 X-107.39 Y0
N595 Z85.985
N600 G1 Z80.985 F60
N605 X-137.112
N610 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N615 G1 X-136.112
N620 G0 Z100
N625 X-107.39
N630 Z83.985
N635 G1 Z78.985 F60
N640 X-137.112
N645 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N650 G1 X-136.112
N655 G0 Z100
N660 X-107.39
N665 Z81.985
N670 G1 Z76.985 F60
N675 X-137.112
N680 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N685 G1 X-136.112
N690 G0 Z100
N695 X-107.39
N700 Z79.985
N705 G1 Z74.985 F60
N710 X-137.112
N715 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N720 G1 X-136.112
N725 G0 Z100
N730 X-107.39
N735 Z77.985
N740 G1 Z72.985 F60
N745 X-137.112
N750 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N755 G1 X-136.112
N760 G0 Z100

```

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N765 X-107.39
 N770 Z75.985
 N775 G1 Z70.985 F60
 N780 X-137.112
 N785 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N790 G1 X-136.112
 N795 G0 Z100
 N800 X-107.39
 N805 Z73.985
 N810 G1 Z68.985 F60
 N815 X-137.112
 N820 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N825 G1 X-136.112
 N830 G0 Z100
 N835 X-107.39
 N840 Z71.985
 N845 G1 Z66.985 F60
 N850 X-137.112
 N855 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N860 G1 X-136.112
 N865 G0 Z100
 N870 X-107.39
 N875 Z69.985
 N880 G1 Z64.985 F60
 N885 X-137.112
 N890 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N895 G1 X-136.112
 N900 G0 Z100
 N905 X-107.39
 N910 Z67.985
 N915 G1 Z62.985 F60
 N920 X-137.112
 N925 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N930 G1 X-136.112
 N935 G0 Z100
 N940 X-107.39
 N945 Z65.985
 N950 G1 Z60.985 F60
 N955 X-137.112
 N960 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N965 G1 X-136.112
 N970 G0 Z100
 N975 X-107.39
 N980 Z63.985
 N985 G1 Z58.985 F60
 N990 X-137.112
 N995 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1000 G1 X-136.112
 N1005 G0 Z100
 N1010 X-107.39
 N1015 Z61.985
 N1020 G1 Z56.985 F60
 N1025 X-137.112
 N1030 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1035 G1 X-136.112
 N1040 G0 Z100
 N1045 X-107.39
 N1050 Z59.985
 N1055 G1 Z54.985 F60
 N1060 X-137.112
 N1065 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1070 G1 X-136.112
 N1075 G0 Z100

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N1080 X-107.39
 N1085 Z57.985
 N1090 G1 Z52.985 F60
 N1095 X-137.112
 N1100 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1105 G1 X-136.112
 N1110 G0 Z100
 N1115 X-107.39
 N1120 Z55.985
 N1125 G1 Z50.985 F60
 N1130 X-137.112
 N1135 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1140 G1 X-136.112
 N1145 G0 Z100
 N1150 X-107.39
 N1155 Z53.985
 N1160 G1 Z48.985 F60
 N1165 X-137.112
 N1170 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1175 G1 X-136.112
 N1180 G0 Z100
 N1185 X-107.39
 N1190 Z51.985
 N1195 G1 Z46.985 F60
 N1200 X-137.112
 N1205 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1210 G1 X-136.112
 N1215 G0 Z100
 N1220 X-107.39
 N1225 Z49.985
 N1230 G1 Z44.985 F60
 N1235 X-137.112
 N1240 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1245 G1 X-136.112
 N1250 G0 Z100
 N1255 X-107.39
 N1260 Z47.985
 N1265 G1 Z42.985 F60
 N1270 X-137.112
 N1275 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1280 G1 X-136.112
 N1285 G0 Z150
 N1290 M1

; OTV_D78_PREDV-1

N1295 X-227.28 Y0
 N1300 Z85.985
 N1305 G1 Z80.985 F60
 N1310 X-240.999
 N1315 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1320 G1 X-239.999
 N1325 G0 Z100
 N1330 X-227.28
 N1335 Z83.985
 N1340 G1 Z78.985 F60
 N1345 X-240.999
 N1350 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1355 G1 X-239.999
 N1360 G0 Z100
 N1365 X-227.28
 N1370 Z81.985
 N1375 G1 Z76.985 F60

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N1380 X-240.999
 N1385 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1390 G1 X-239.999
 N1395 G0 Z100
 N1400 X-227.28
 N1405 Z79.985
 N1410 G1 Z74.985 F60
 N1415 X-240.999
 N1420 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1425 G1 X-239.999
 N1430 G0 Z100
 N1435 X-227.28
 N1440 Z77.985
 N1445 G1 Z72.985 F60
 N1450 X-240.999
 N1455 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1460 G1 X-239.999
 N1465 G0 Z100
 N1470 X-227.28
 N1475 Z75.985
 N1480 G1 Z70.985 F60
 N1485 X-240.999
 N1490 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1495 G1 X-239.999
 N1500 G0 Z100
 N1505 X-227.28
 N1510 Z73.985
 N1515 G1 Z68.985 F60
 N1520 X-240.999
 N1525 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1530 G1 X-239.999
 N1535 G0 Z100
 N1540 X-227.28
 N1545 Z71.985
 N1550 G1 Z66.985 F60
 N1555 X-240.999
 N1560 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1565 G1 X-239.999
 N1570 G0 Z100
 N1575 X-227.28
 N1580 Z69.985
 N1585 G1 Z64.985 F60
 N1590 X-240.999
 N1595 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1600 G1 X-239.999
 N1605 G0 Z100
 N1610 X-227.28
 N1615 Z67.985
 N1620 G1 Z62.985 F60
 N1625 X-240.999
 N1630 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1635 G1 X-239.999
 N1640 G0 Z100
 N1645 X-227.28
 N1650 Z65.985
 N1655 G1 Z60.985 F60
 N1660 X-240.999
 N1665 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1670 G1 X-239.999
 N1675 G0 Z100
 N1680 X-227.28
 N1685 Z63.985
 N1690 G1 Z58.985 F60

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N1695 X-240.999
 N1700 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1705 G1 X-239.999
 N1710 G0 Z100
 N1715 X-227.28
 N1720 Z61.985
 N1725 G1 Z56.985 F60
 N1730 X-240.999
 N1735 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1740 G1 X-239.999
 N1745 G0 Z100
 N1750 X-227.28
 N1755 Z59.985
 N1760 G1 Z54.985 F60
 N1765 X-240.999
 N1770 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1775 G1 X-239.999
 N1780 G0 Z100
 N1785 X-227.28
 N1790 Z57.985
 N1795 G1 Z52.985 F60
 N1800 X-240.999
 N1805 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1810 G1 X-239.999
 N1815 G0 Z100
 N1820 X-227.28
 N1825 Z55.985
 N1830 G1 Z50.985 F60
 N1835 X-240.999
 N1840 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1845 G1 X-239.999
 N1850 G0 Z100
 N1855 X-227.28
 N1860 Z53.985
 N1865 G1 Z48.985 F60
 N1870 X-240.999
 N1875 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1880 G1 X-239.999
 N1885 G0 Z100
 N1890 X-227.28
 N1895 Z51.985
 N1900 G1 Z46.985 F60
 N1905 X-240.999
 N1910 G3 X-240.999 Y0 I13.719 J0
 N1915 G1 X-239.999
 N1920 G0 Z150
 N1925 X-380
 N1930 M1

; OTV_D110_PREDV-2

N1935 M413
 N1940 C4=90
 N1945 G4 F2
 N1950 M412
 N1955 G0 Z150
 N1960 X-107.39 Y0
 N1965 Z85.985
 N1970 G1 Z80.985 F60
 N1975 X-137.112
 N1980 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N1985 G1 X-136.112
 N1990 G0 Z100

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N1995 X-107.39
 N2000 Z83.985
 N2005 G1 Z78.985 F60
 N2010 X-137.112
 N2015 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2020 G1 X-136.112
 N2025 G0 Z100
 N2030 X-107.39
 N2035 Z81.985
 N2040 G1 Z76.985 F60
 N2045 X-137.112
 N2050 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2055 G1 X-136.112
 N2060 G0 Z100
 N2065 X-107.39
 N2070 Z79.985
 N2075 G1 Z74.985 F60
 N2080 X-137.112
 N2085 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2090 G1 X-136.112
 N2095 G0 Z100
 N2100 X-107.39
 N2105 Z77.985
 N2110 G1 Z72.985 F60
 N2115 X-137.112
 N2120 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2125 G1 X-136.112
 N2130 G0 Z100
 N2135 X-107.39
 N2140 Z75.985
 N2145 G1 Z70.985 F60
 N2150 X-137.112
 N2155 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2160 G1 X-136.112
 N2165 G0 Z100
 N2170 X-107.39
 N2175 Z73.985
 N2180 G1 Z68.985 F60
 N2185 X-137.112
 N2190 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2195 G1 X-136.112
 N2200 G0 Z100
 N2205 X-107.39
 N2210 Z71.985
 N2215 G1 Z66.985 F60
 N2220 X-137.112
 N2225 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2230 G1 X-136.112
 N2235 G0 Z100
 N2240 X-107.39
 N2245 Z69.985
 N2250 G1 Z64.985 F60
 N2255 X-137.112
 N2260 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2265 G1 X-136.112
 N2270 G0 Z100
 N2275 X-107.39
 N2280 Z67.985
 N2285 G1 Z62.985 F60
 N2290 X-137.112
 N2295 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2300 G1 X-136.112
 N2305 G0 Z100

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N2310 X-107.39
 N2315 Z65.985
 N2320 G1 Z60.985 F60
 N2325 X-137.112
 N2330 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2335 G1 X-136.112
 N2340 G0 Z100
 N2345 X-107.39
 N2350 Z63.985
 N2355 G1 Z58.985 F60
 N2360 X-137.112
 N2365 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2370 G1 X-136.112
 N2375 G0 Z100
 N2380 X-107.39
 N2385 Z61.985
 N2390 G1 Z56.985 F60
 N2395 X-137.112
 N2400 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2405 G1 X-136.112
 N2410 G0 Z100
 N2415 X-107.39
 N2420 Z59.985
 N2425 G1 Z54.985 F60
 N2430 X-137.112
 N2435 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2440 G1 X-136.112
 N2445 G0 Z100
 N2450 X-107.39
 N2455 Z57.985
 N2460 G1 Z52.985 F60
 N2465 X-137.112
 N2470 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2475 G1 X-136.112
 N2480 G0 Z100
 N2485 X-107.39
 N2490 Z55.985
 N2495 G1 Z50.985 F60
 N2500 X-137.112
 N2505 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2510 G1 X-136.112
 N2515 G0 Z100
 N2520 X-107.39
 N2525 Z53.985
 N2530 G1 Z48.985 F60
 N2535 X-137.112
 N2540 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2545 G1 X-136.112
 N2550 G0 Z100
 N2555 X-107.39
 N2560 Z51.985
 N2565 G1 Z46.985 F60
 N2570 X-137.112
 N2575 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2580 G1 X-136.112
 N2585 G0 Z100
 N2590 X-107.39
 N2595 Z49.985
 N2600 G1 Z44.985 F60
 N2605 X-137.112
 N2610 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
 N2615 G1 X-136.112
 N2620 G0 Z100

					ДП 44.03.04.738 ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

N2625 X-107.39
N2630 Z47.985
N2635 G1 Z42.985 F60
N2640 X-137.112
N2645 G3 X-137.112 Y0 I29.722 J0
N2650 G1 X-136.112
N2655 G0 Z150
N2660 X-380
N2665 M1