

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХА-
НИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «НАКОНЕЧНИК»

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

Идентификационный код ВКР: 148

Екатеринбург

2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС

Н. В. Бородина

«___» _____ 20__ г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХА- НИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «НАКОНЕЧНИК»

Исполнитель:
студент группы ТО-402

(подпись)

В. В. Зенков

Руководитель:
Доцент, к.п.н.

(подпись)

Д. Г. Мирошин

Нормоконтролер:

Доцент, к.п.н.

(подпись)

В. П. Суриков

Екатеринбург 2017

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 102 листов печатного текста, 18 иллюстраций, 41 таблицу, 24 использованных источников, приложения на 38 листах.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «НАКОНЕЧНИК», БАЗОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРОЕКТИРУЕМЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР-НАЛАДЧИК ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ С ЧПУ, УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН, УЧЕБНОЕ ЗАНЯТИЕ.

В проекте изменена форма и вид заготовки и усовершенствован технологический процесс обработки детали «Наконечник» посредством применения современного высокопроизводительного оборудования и инструмента, что привело к увеличению производительности обработки детали в 2,5 раза.

Выбрана заготовка, определена ее форма и рассчитаны припуски, выбраны режимы резания, рассчитаны технические нормы времени на изготовление детали. Выбран режущий и мерительный инструмент. Разработана управляющая программа.

Проведен экономический расчет предлагаемого технологического процесса.

Разработано учебное занятие для переподготовки операторов станков с ЧПУ и методическое обеспечение к нему.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Зенков В. В.				Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Наконечник»	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Мирошин Д. Г.						2	141
						РГПТУ, ТО-402		
Н. Контр.	Суриков В.П.							
Зав. каф.	Бородин Н.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ	8
1.1. Анализ исходных данных.....	8
1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Наконечник».....	9
1.3. Анализ технологичности конструкции детали	11
1.3.1. Качественный анализ технологичности	11
1.3.2. Количественный анализ технологичности	14
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Наконечник»	15
1.4.1. Анализ маршрута обработки детали	19
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1. Определение типа производства	21
2.2. Выбор заготовки.....	22
2.3. Разработка технологических операций механической обработки детали «Наконечник»	32
2.4. Выбор оборудования.....	36
2.4.1. Расчёт коэффициента загрузки оборудования	40
2.5. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	41
2.6. Расчет припусков на механическую обработку	48
2.7. Выбор режимов резания	53
2.8. Расчет технических норм времени	54
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	59
3.1. Программирование в системе с ЧПУ	59
3.2. Разработка фрагмента управляющей программы.....	61
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	65
4.1. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчета	65

4.2. Определение капитальных вложений	66
4.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ.....	67
4.3. Расчет технологической себестоимости	68
4.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих	69
4.3.2. Зарботная плата вспомогательных рабочих	71
4.3.3. Затраты на электроэнергию.....	72
4.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования	73
4.3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента	75
4.4. Определение годовой экономии	77
4.5. Анализ уровня технологии производства.....	78
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	81
5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь»	82
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ	86
5.3. Анализ рабочей программы	89
5.4. Разработка урока теоретического плана занятия.....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	100
Приложение А. Перечень демонстрационного материала	103
Приложение Б. Управляющая программа механической обработки детали «Наконечник»	104
Приложение В. Фрагмент учебной программы	118
Приложение Г. Альбом технологической документации	121

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопрос развития промышленности и, в частности, машиностроения в России актуальная и наукоёмкая задача, но без развития производства и вложения в него средств предприятия существовать не могут. В связи с этим предприятия ищут возможности и средства для успешной работы и дальнейшего развития. Сейчас заметно стремление заводов максимально снижать себестоимость своей продукции, применять более высокопроизводительное оборудование и оснастку, оснащать станки промышленными роботами. Вырос выпуск и ввод в эксплуатацию автоматов роботов, автоматизированных поточных линий, металлорежущих станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

Деталь "Наконечник" служит направляющей в конвейере для хранения и транспортировки снарядов. Целью дипломного проекта является совершенствование технологии обработки на станках ЧПУ. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд задач, таких как: подобрать современное оборудование, высокопроизводительный режущий инструмент, надёжную оснастку. В условиях экономического кризиса необходимо использовать средства с максимальным эффектом, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.

В ходе проектирования технологического процесса для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать исходные данные.
2. Усовершенствовать технологический процесс обработки детали «Наконечник».
3. Провести технологические расчеты: припусков, норм времени.
4. Разработать управляющую программу.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5. Провести экономические расчеты.

6. Разработать методическое обеспечение

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Анализ исходных данных

Деталь представляет собою часть механизма для хранения и направления боевых снарядов в конвейере. К детали предъявлены особые требования по прочности и износоустойчивости. Фото детали приведено на рисунке 1.

Деталь изготовлена из сплава АМг6 ГОСТ 8617-81. АМГ6 – сплав куда более прочный, нежели АМГ2 или АМГ3, поэтому вполне подходит для штамповки деталей, испытывающих статические нагрузки. Относительно не-большое напряжение не приводит к растрескиванию материала, поэтому алюминий марки АМг6 часто становится лучшим вариантом для создания средненагружаемых сварных и клепаных конструкций, помимо прочего, нуждающихся в высокой коррозионной стойкости.

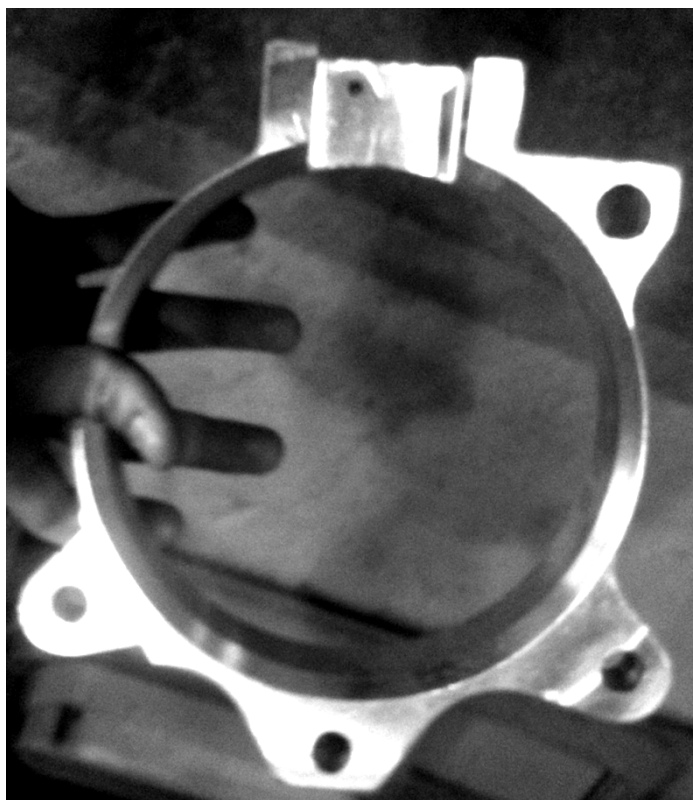


Рисунок 1 – деталь «Наконечник»

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

Таблица 1- Химический состав сплава АМг6 (ГОСТ 8617-81)

Al	Mg	Mn	Fe	Si	Zn	Ti	Cu	Be
91,1-93,68%	5,8-6,8%	0,5-0,8%	не больше 0,4%	не больше 0,4%	не больше 0,2%	0,02-0,1%	не больше 0,1%	0,0002-0,005%

Таблица 2 – Механические свойства сплава АМг6 (ГОСТ 8617-81)

Прокат	Толщина или диаметр, мм	Е, ГПа	Г, ГПа	Б ₋₁ , ГПа	Б _В , МПа	Б _{0,2} , МПа	Δ ₅ , %	Ψ, %	Б _{сж} , МПа	КСУ, кДж/м ²	КСV, кДж/м ²
Лист плакированный отожженный	2	71	27	100	340	170	20		180		
Лист плакированный нагартованный 20%	2				400	300	9		320		
Лист плакированный нагартованный 30%	2				420	320	10		330		
Плита нагартованная 16%	30	71	27		400	310	7		320	0,2	0,09
Профиль горячекатаный отожженный	6				345	170	20,5		170	0,2	0,17
Профиль горячекатаный без термообработки	6				355	190	19,5		190		
Поковка отожженная	до 2500 кг				300	150	14				

Таким образом, сплав АМг6 для данной детали является наиболее оптимальным.

1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Наконечник»

В результате анализа рабочего чертежа детали «Наконечник» необходимо сформулировать основные технологические задачи, которые необходимо решить при обработке детали, и при необходимости, откорректировать рабочий чертеж детали.

Основные технологические задачи включают:

- точность размеров: диаметральных, линейных, угловых.

- точность формы: для цилиндрических деталей в продольном и поперечном сечениях (допуски круглости, цилиндричности, профиля продольного сечения), для плоскостных деталей (допуски прямолинейности и плоскостности).

- точность взаимного расположения поверхности: допуски параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечения осей и т.п.

- качество поверхностного слоя обработанных поверхностей: высота неровностей профиля, твердость, величина, знак и глубина распространения внутренних, остаточных напряжений.

По всем этим группам технологических задач необходимо подробно изучить технические требования на изготовление с перечислением наиболее ответственных.

В результате формулируются основные технологические задачи, определяющие структуру технологического процесса, применяемое оборудование, оснастку, квалификацию исполнителя, контрольные операции и др. Основные технологические задачи при обработке детали «Наконечник» следующие:

1. Обеспечить точность выполнения отверстий:

по 9-му качеству: $\varnothing 14H9$, $\varnothing 16H9$; по 11-му качеству: $\varnothing 14H11$;

по 12-му качеству: $\varnothing 14H12$, $\varnothing 16H12$, $\varnothing 159H12$, $\varnothing 164H12$;

по 13-му качеству: $\varnothing 165H13$;

по 14-му качеству: $\varnothing 4H14$, $\varnothing 175H14$;

остальные – $20\pm 0,26$, 20 ± 1 , $22\pm 0,42$, $25\pm 0,26$, 30 ± 2 , $30\pm 1^\circ$, $85\pm 0,435$, $86\pm 0,435$, $113,5\pm 0,175$.

2. Обеспечить точность выполнения других поверхностей:

по 12-му качеству: $25b12$, $45b12$, $50b12$

по 14-му качеству: $4,5H14$, $75H14$;

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

остальные: $\varnothing 173,5 \pm 1$.

3. Обеспечить точность расположения поверхностей – перпендикулярность отверстий $\varnothing 14H9 \begin{array}{|c|c|} \hline 0,1 & E \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 14H11 \begin{array}{|c|c|} \hline 0,05 & E \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 14H12 \begin{array}{|c|c|} \hline 0,2 & F \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 16H12 \begin{array}{|c|c|} \hline 0,05 & E \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 159H12 \begin{array}{|c|c|} \hline 0,2 & E \\ \hline \end{array}$; непараллельность отверстий $\varnothing 14H9 \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,1 & F \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 16H12 \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,05 & F \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 14H12 \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,2 & E \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 14H11 \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,05 & F \\ \hline \end{array}$;

несимметричность поверхностей 45H12 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \equiv & 10,32 & M \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline F & M \\ \hline \end{array}$, 74H14 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \equiv & 10,6 & M \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline F & M \\ \hline \end{array}$; отверстия $\varnothing 159H12 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \equiv & 110 & D \\ \hline \end{array}$;

соосность отверстия $\varnothing 164H12 \begin{array}{|c|c|c|} \hline \odot & \varnothing 0,4 & M \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|c|} \hline F & M \\ \hline \end{array}$.

4. Обеспечить требования по качеству поверхностей. Базовые поверхности Ra 8-10, отверстия Ra 5, остальных поверхностей Rz 40-80

5. Обеспечить выполнение других технических требований, указанных на чертеже:

1. * Размеры для справок.
2. Неуказанные предельные отклонения размеров, получаемых механической обработкой: H14, h14, IT14/2.

Выполнен технический контроль чертежа и в процессе анализа, были внесены некоторые изменения в чертёж детали, в соответствии с экономической точностью поверхностей при различных МОП, а именно:

$\varnothing 159H12 > \varnothing 159H8$; $\varnothing 4H14 > \varnothing 4H12$; $\varnothing 50b12 \begin{array}{|c|c|} \hline -0,30 \\ -0,43 \end{array} > \varnothing 50b12 \begin{array}{|c|c|} \hline -0,18 \\ -0,43 \end{array}$;
 $\varnothing 164H14 > \varnothing 164H12$.

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

1.3.1. Качественный анализ технологичности

Под технологичностью конструкции детали понимают совокупность свойств конструкции, обеспечивающих изготовление и эксплуатацию изде-

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

лия (в том числе ремонт и техническое обслуживание) по наиболее эффективным технологиям с наименьшими производственными затратами.

Анализ технологичности конструкции изделия направлен на повышение производительности труда, снижение затрат и сокращение времени на технологическую подготовку производства.

Конструкция детали «Наконечник» достаточно технологична, так как она обеспечивает простое и экономичное изготовление изделия и удовлетворяет следующим требованиям:

1) Конфигурация детали и её материала позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки (точное кокильное литье, литье под давлением, объемную штамповку и вытяжку, холодную штамповку различных видов и т. п.).

2) При конструировании изделий используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Предусмотрена удобная и надежная технологическая база в процессе обработки.

3) Заданные требования к точности размеров и формы детали обоснованы.

4) Достаточная жесткость детали обеспечена.

5) Возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали обеспечена.

6) Свободный вход и выход инструмента из зоны обработки обеспечен.

Конструкция изделия в значительной мере определяет содержание технологического процесса, его построение (маршрут), структуру операции, применяемый методы обработки, оборудование, оснастку и инструменты. С другой стороны, принятая технология производства предъявляет свои требования к конструкции изделия, ее технологичности.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Анализ технологичности конструктивных элементов детали, показал отсутствие труднодоступных для обработки мест. Вместе с тем невозможность многоместной обработки в том числе пакетной обработки, что показывает низкую технологичность данной детали.

Предъявляемые требования к точности размеров, форме, расположению главных поверхностей детали, и требования к качеству поверхностей детали в целом оптимальны. Вместе с тем следует отметить такие поверхности как:

Поверхности, указанные в качестве конструкторских баз, можно использовать как технологические базы, которые хорошо обеспечивают жесткость и устойчивость при установке.

Неявно представлены габаритные размеры детали, что затрудняет выбор ее заготовки. Предполагается создание 3Д модели детали и исходя из параметров этой модели определение размеров заготовки. 3Д модель детали «Наконечник» представлена на рисунке 2.

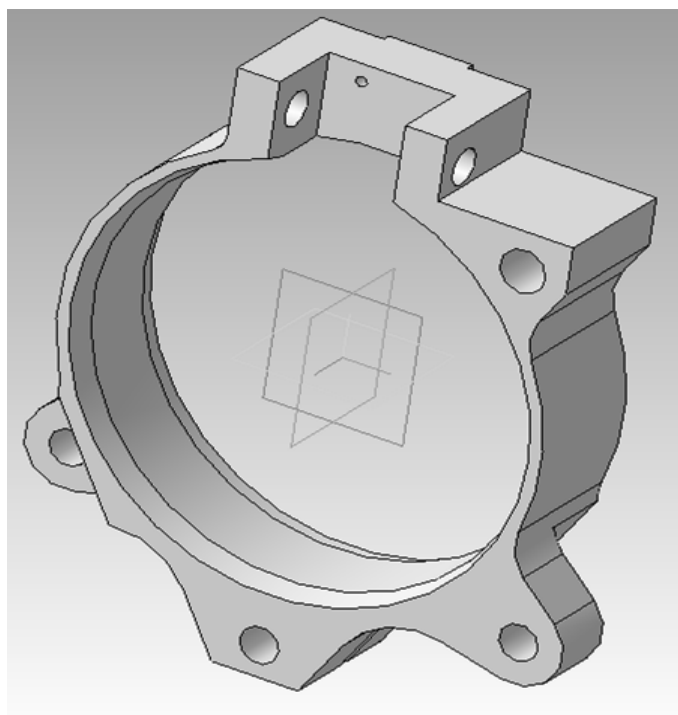


Рисунок 2 – 3Д модель детали «Наконечник»

1.3.2. Количественный анализ технологичности

Для проведения количественного анализа рассмотрим следующие показатели технологичности: масса детали, коэффициент использования материала, коэффициент точности обработки, коэффициент шероховатости поверхностей.

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

1. Коэффициент использования металла:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{М}}} = \frac{1,1}{2,2} = 0,5 \quad (1)$$

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

$M_{\text{М}}$ - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг;

Данный коэффициент говорит о нецелесообразном выборе способа получения заготовки в базовом технологическом процессе.

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{\text{Т}} = \frac{T_{\text{Н}}}{T_{\text{О}}} = \frac{4}{35} = 0,11; \quad (2)$$

где $T_{\text{Н}}$ – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{\text{О}}$ – общее число размеров, подлежащих обработке;

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{\text{Ш}} = \frac{\text{Ш}_{\text{Н}}}{\text{Ш}_{\text{О}}} = \frac{4}{35} = 0,11; \quad (3)$$

где $\text{Ш}_{\text{Н}}$ - число поверхностей детали необоснованной шероховатости, шт.;

$\text{Ш}_{\text{О}}$ - общее число поверхностей детали, подлежащих обработке шт.

4. Средняя точность равна 11,8 – не высокий коэффициент, что позволяет использовать тах припуски и универсальный инструмент.

1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Наконечник»

Тип производства по технологическому процессу – мелкосерийный. Для него данный технологический процесс оптимален, правильно выбраны методы обработки, построены технологические операции; черновые и чистовые базы выбраны оптимально.

На Пумори предлагают повысить серийность, на выпуск детали «Наконечник» с переводом технологии на среднесерийное производство.

1. Способ получения заготовки – профиль прессованный необходимо заменить другим методом получения заготовки.

2. Используемое оборудование станок ИС – 500.

Чтобы выявить недостатки и достоинства заводского технологического процесса проведем анализ по следующим характеристикам:

1. Анализ технологического процесса механической обработки детали.

2. Анализ методов обработки поверхностей.

3. Анализ выбора технологических баз.

Таблица 3 – Анализ технологического процесса механической обработки детали.

Классификация тех.процесса			Общее число операций	$\Sigma T_{ш}$
По числу охватываемых изделий	По назначению	По документации		
1	Рабочий	Маршрутно-операционный	4 2 механические операции	83,05

Таблица 4 – Анализ методов обработки поверхностей

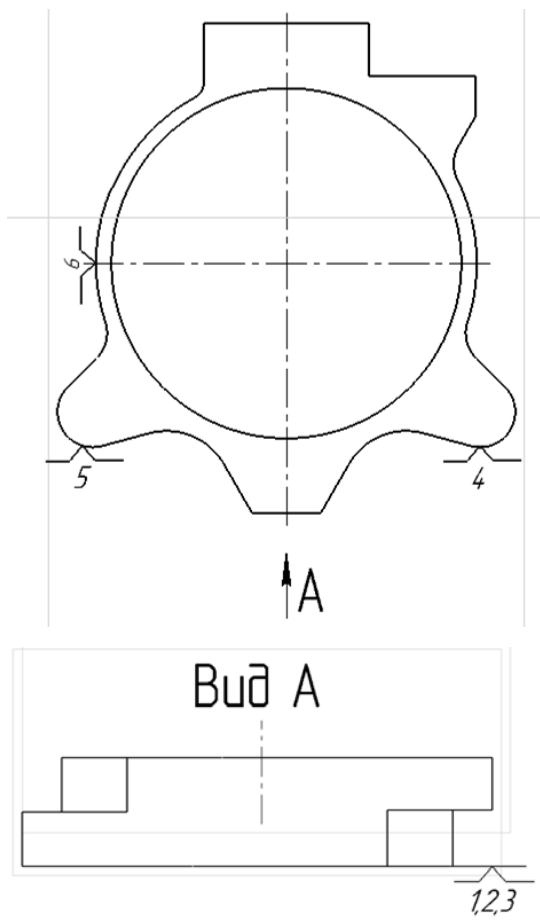
Размер поверх- верх- ности	Вид по- верхности	Ква- литет точ- ности	Шеро- хова- тость конеч- ная Ra, мкм	МОП в МК	МОП эконо- мич. точности	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Ø173,5	Цилиндр	H 14	Ra 20	Точение	Обтачивание однократное	Соответствует справочным таб- лицам
Ø175	Цилиндр	H 14	Ra 20	Точение	Обтачивание однократное	Соответствует справочным таб- лицам
Ø164	Цилиндр	H 12	Ra 10	Точение	Обтачивание однократное	Соответствует справочным таб- лицам
Ø159	Цилиндр	H 12	Ra 10	Точение	Обтачивание	Соответствует справочным таб- лицам
Ø16	Цилиндр	H 12	Ra 5	Сверление	Сверление	Не соответствует справочным таб- лицам
Ø14	Цилиндр	H 12	Ra 5	Сверление	Сверление	Не соответствует справочным таб- лицам
Ø14	Цилиндр	H 9	Ra 5	Сверление и развертыва- ние	Сверление и развертыва- ние	Соответствует справочным таб- лицам
Ø14	Цилиндр	H 11	Ra 5	Сверление и развертыва- ние	Сверление и развертыва- ние	Соответствует справочным таб- лицам
75	Плоская	h 14	Ra 20	Фрезерова- ние черно- вое	Фрезерование черновое	Соответствует справочным таб- лицам
50	Плоская	b 12	Ra 8	Фрезерова- ние получи- стовое одно- кратное	Фрезерование получистовое однократное	Не соответствует справочным таб- лицам
45	Плоская	H 12	Ra 20	Фрезерова- ние получи- стовое одно- кратное	Фрезерование получистовое однократное	Соответствует справочным таб- лицам
25	Плоская	H 12	Ra 20	Фрезерова- ние	Фрезерование получистовое однократное	Не соответствует справочным таб- лицам

При сравнении методы экономической точности по чертежу и справочным таблицам не соответствуют, а именно поверхности с размерами поверхностей: 25, 50; отверстия: Ø14Н12, Ø16Н12.

Таблица 5 – Анализ выбора технологических баз

№ операции	Наименование и содержание операции	Технологические базы		Примечание
		Черновые	Чистовые	
1	2	3	4	5
005	Заготовительная	Размер 53, две проушины и цилиндрическая поверхность	Цилиндрическая поверхность и два отверстия в проушинах	Постоянство и совмещение баз
010	Программно-комбинированная			
015	Слесарная. Зачистить заусеницы, притупить острые кромки, маркировать на бирке			
020	Выходной контроль			

1. Черновые базы (Установ А)



2. Чистовые базы (Установ Б)

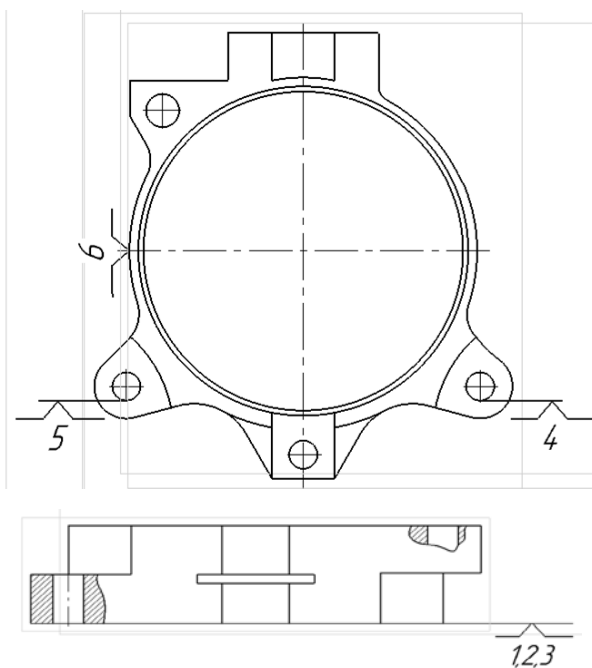


Рисунок 3 – Схемы базирования детали.

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

Анализ выбора технологических баз показал, что основные правила базирования (постоянство и совмещение баз) соблюдаются. Следовательно, базы изменению не подлежат.

1.4.1. Анализ маршрута обработки детали

Предложенный маршрут обработки детали в мелкосерийном производстве можно считать оптимальным, так-так соблюдаются следующие условия:

Прежде всего, обрабатывают технологические базы, затем исполнительные поверхности, с помощью которых деталь выполняет своё служебное назначение. Обработка остальных поверхностей ведётся параллельно с обработкой исполнительных поверхностей.

Технология изготовления подразделяют на этапы черновой, получистовой, чистовой и отделочной обработки.

Анализ станочных операций производится по критериям, представленным в таблице 6.

Таблица 6 – Анализ станочных операций.

№ операции	Наименование операции и содержание по переходам	Структура операции			Технологическая база	Способ установки и закрепления	Наименование и модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Программно-комбинированная	2		26	Черновая база: линейный размер 53, две проушины и цилиндрическая поверхность	Заготовка закреплается в приспособлении и крепиться на стол станка	Обрабатывающий центр ИС -500	одноместная многоинструментальная, с последовательной обработкой

Окончание таблицы 6 – Анализ станочных операций.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Чистовая база Цилиндрическая поверхность и два отверстия в проушинах			

Анализ показал, что у нас одна станочная операция, которая выполняется на обрабатывающем центре ИС – 500.

Анализ технологии показал нерациональность применения базового технологического процесса в среднесерийном производстве, следовательно, можно говорить о необходимости совершенствования технологического процесса применительно к среднесерийному производству и, конкретно, об изменении стратегии обработки детали, использовании высокопроизводительного металлорежущего инструмента, высокотехнологичного металлообрабатывающего оборудования, изменении формы заготовки.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Определение типа производства

Тип производства определяется в зависимости от годовой программы выпуска и массы детали по таблице 7.

Таблица 7 – Зависимость типа производства

Масса детали, кг	Объём годового выпуска деталей, шт				
	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Исходные данные для определения типа производства:

- масса детали – 1,1 кг;
- годовая программа выпуска – 1000 шт.

В соответствии с таблицей 5 можно сделать вывод, что в дипломном проекте рассматривается мелкосерийное производство.

После установления типа производства необходимо определить его организационно-технологическую характеристику. При этом требуется:

- определить форму организации производственного процесса;
- рассчитать такт и партию выпуска изделий (серийное, массовое производство) или величины партий их запуска в производство.

Согласно ГОСТ 14.312-74 форма организации производства может быть поточной или групповой. Она определяет порядок выполнения операций технологических процессов, направление движения деталей в процессе их изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест.

В нашем случае мы имеем дело с групповой формой организации производства, которая характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком серийного производства.

Количество деталей в партии (n, шт) для одновременного запуска определяется по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (1)$$

где a = 24 – периодичность запуска, в днях;

254 – количество рабочих дней в году.

По формуле 1 определим количество деталей в партии (n, шт) для одновременного запуска:

$$n = \frac{1000 \cdot 24}{254} \approx 94 \text{ шт}$$

2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильного выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и в итоге - стоимость изготовления детали.

При выборе заготовки необходимо решить следующие вопросы:

- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;
- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, т. к. они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.

В качестве заготовки в дипломной работе выберем поковку II группы штампуемой на кузнечном прессе. Это позволит получить высокий коэффициент использования материала и сократить время на обработку детали.

Общие сведения и классификация кузнечно-штамповочных машин (кузнечно-прессовое оборудование)

Типовая кузнечно-штамповочная машина (кузнечно-прессовое оборудование) состоит из трех главных механизмов: двигателя, передачи и исполнительного устройства. Двигатель и передачу характеризуют термином «привод машины».

Общая классификация кузнечно-штамповочной машины (кузнечно-прессового оборудования) основана на характеристических признаках главных механизмов.

Основная характеристика передаточного механизма определяется способом осуществления связи исполнительного механизма с двигателем: жесткая механическая связь или нежесткая связь при помощи рабочего тела (пар, газ, жидкость, электромагнитное поле). Трансформация кинетической или потенциальной энергии в работу пластического деформирования происходит при движении рабочих органов (ползуна, коромысла, траверсы, бабы, валков, роликов и т.п.).

Различают одно- и многопереходные технологии производства кованых и штампованных изделий. При однопереходной обработке физико-механические процессы идентичны в каждом последующем ходе, при многопереходной обработке такой идентичности нет.

Современная технология кузнечно-штамповочного производства включает в себя ковку, горячую и холодную объемные штамповки, горячую и холодную листовые штамповки, разделку и разрезку исходного металла. В соответствии с этим кузнечно-штамповочная машина(кузнечно-прессовое оборудование) может быть отнесена к тому или иному технологическому классу. Классификация кузнечно-штамповочного оборудования приведена на следующем рисунке 4.

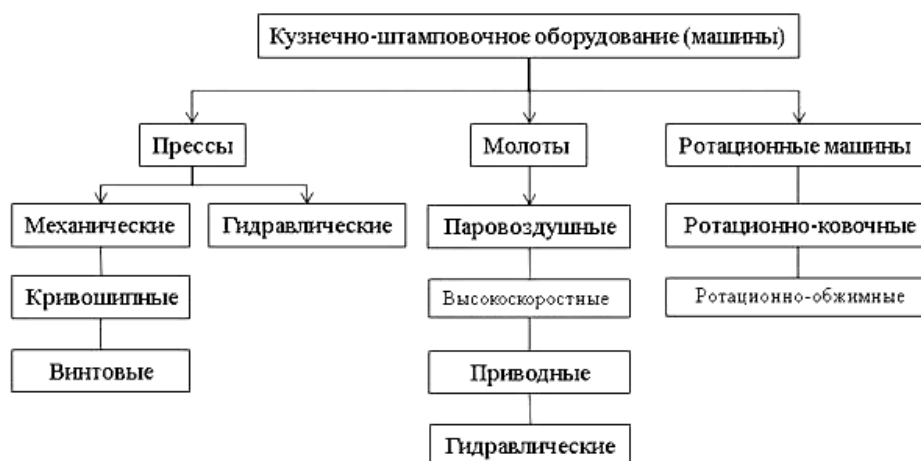


Рисунок 4 – Классификация кузнечно-штамповочного оборудования

По технологическим возможностям кузнечно-штамповочную машину (кузнечно-прессовое оборудование) подразделяют на три группы: универсальные (общего назначения), специализированные и специальные. Машины первой группы используются для выполнения большинства типовых операций. Например, на гидравлическом ковочном прессе можно выполнять любую операциюковки. Машины второй группы специализированы по виду технологии, например вытяжные кривошипные прессы.

Машины третьей группы определяют не только в зависимости от технологии, но и от вида изготавливаемой продукции.

Параметры кузнечно-прессовых машин.

Кузнечно-штамповочную машину (кузнечно-прессовое оборудование) характеризуют размерными, линейными, скоростными, энергетическими и массовыми параметрами. Так главными параметрами прессового оборудования является номинальная сила $P_{\text{ном}}$.

Линейные параметры могут относиться к технологическим (крепление инструмента и его элементов) и характеризовать технологическое назначение машины. К технологическим линейным параметрам относят размеры рабочего пространства и ход рабочего органа машины, поэтому они определяющие габаритные размеры инструмента, исходной заготовки и изготавливаемого изделия.

Скоростным параметром для однотипных машин является число холостых ходов рабочего органа в минуту.

Энергетические параметры характеризуются двигателем, энергоносителем или рабочим телом машины. Они могут быть заданными, например давление воздуха или пара для привода паровоздушных молотов, или расчетными, например мощность электродвигателя или момент инерции маховика.

Типовая конструкция механических прессов

Механические прессы работают по принципу преобразования вращательного движения привода посредством в линейное движение ползуна с закрепленным на нем инструментом. Преобразование энергии вращательного движения привода в энергию деформации металла обусловлено наличием жестких кинематических связей между частями кривошипного прессы.

Типовая конструкция механического пресса:

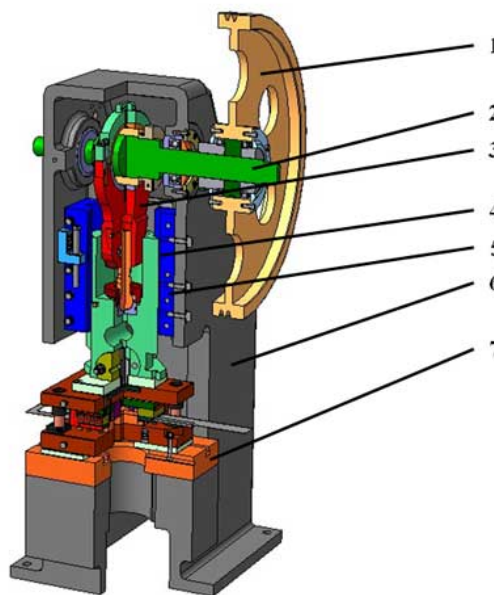


Рисунок 5 – конструкция механического пресса

Основными узлами механических прессов являются:

1. маховик
2. кривошипный вал
3. шатун
4. ползун
5. направляющие ползуна
6. станина пресса
7. стол пресса

Типовая конструкция гидравлических кузнечно-прессовых машин

В гидравлических прессах под давлением жидкости, являющейся носителем энергии (рабочим телом), плунжер главного цилиндра и перемещает ползун пресса и после упора в заготовку, расположенную на столе, пластически деформирует ее.

Чтобы преодолеть сопротивление со стороны заготовки при ее деформировании, в рабочие цилиндры гидравлических прессов подают жидкость высокого давления (до 32 МПа и более).

Кинетическая энергия поступательного движения подвижных частей пресса очень мала по сравнению с накапливаемой жидкостью потенциальной энергией, поэтому гидравлические прессы относят к кузнечным машинам квазистатического действия.

Типовая конструкция гидравлического пресса:

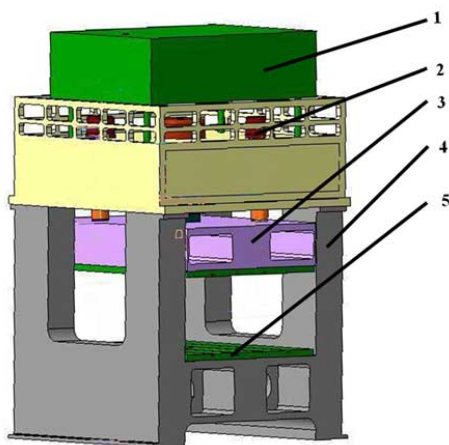


Рисунок 6 – конструкция гидравлического пресса

Основными узлами механических прессов являются:

1. гидравлическая станция
2. рабочий цилиндр
3. ползун пресса
4. станина с направляющими ползуна
5. стол пресса

Установлены четыре степени сложности поковок [12]:

- C1 - при $0,63 < K_c < 1$; C2 - при $0,32 < K_c < 0,63$;
- C3 - при $0,16 < K_c < 0,32$; C4 - при $K_c < 0,16$.

Различают 3 группы материалов[12]:

M1 - углеродистая сталь с содержанием углерода до 0,35 % легированная сталь при суммарном содержании легирующих элементов до 2 %;

M2 - сталь с содержанием углерода 0,35...0,65 % или легирующих элементов 2...5 %;

МЗ - сталь, содержащая углерода свыше 0,65 % или легирующих элементов свыше 5 %.

В нашем случае для изготовления детали «Наконечник» используется алюминиевый сплав АМг6, значит выберем группу материалов МЗ.

Степень сложности поковки С зависит от соотношения объема $V_{\text{п}}$ или массы $G_{\text{п}}$ поковки к объему $V_{\text{фиг}}$ или массе $G_{\text{фиг}}$ фигуры в виде цилиндра, призмы или параллелепипеда, описанного вокруг поковки:

$$K_c = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{фиг}}} = \frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{фиг}}}, \quad (2)$$

Расчётная масса поковки $G_{\text{п}}$ определяется по формуле:

$$G_{\text{п}} = M_{\text{д}} * K_{\text{р}}, \quad (3)$$

где $M_{\text{д}} = 1,1$ кг – масса детали;

$K_{\text{р}} = 1,5$ - расчётный коэффициент для определения расчётной массы поковки по ГОСТ 7505-89.

По формуле 3 определим расчётную массу поковки:

$$G_{\text{п}} = 1,1 * 1,5 = 1,65 \text{ кг}$$

Поковка описывается цилиндром массой 1,65 кг, в соответствии с этим определим степень сложности поковки по формуле :

$$K_c = \frac{1,65}{1,65} = 1, \text{ что соответствует первой степени сложности поковки С1.}$$

ГОСТ 7505-89 предусматривает поковки пяти классов точности:

Т1 - поковки, подвергаемые после штамповки объемной калибровке;

Т2 - поковки, получаемые закрытой (безоблойной) штамповкой на кривошипных прессах и горячештамповочных автоматах;

Т3 - поковки, получаемые выдавливанием, а также в закрытых штампах на молотах;

Т4, Т5 - поковки, штампуемые в открытых штампах (облойная штамповка) на кривошипных прессах, паровоздушных молотах, горизонтально-ковочных машинах.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Класс точности зависит от состояния инструмента, оборудования и может уточняться соглашением заказчика и производителя исходя из предъявленных требований к точности.

В нашем случае поковка штампуется на кузнечном прессе, что относится к 4 классу точности Т4.

Поковка массой 1,65 кг, (группа стали МЗ, степень сложности С1, класс точности Т4), имеет исходный индекс 12 ГОСТ 7505-89.

Числовые значения основных припусков (12 табл.3,9) на механическую обработку штампованных поковок назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и исходного индекса. Исходный индекс (1-23) указывается на чертеже поковки и определяется группой стали, степенью сложности и классом точности поковки.

Разрешается округлять линейные размеры поковки с точностью до 0,5 мм.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров штампованных поковок приведены в табл.3,10 [12].

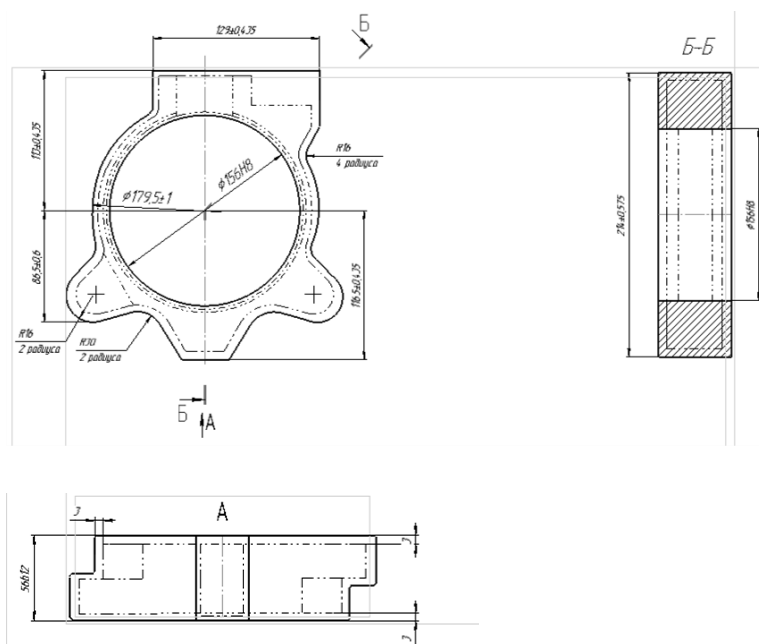


Рисунок 7 – Чертеж заготовки «Наконечник»

Анализ базы предприятия, и его заготовительной базы предлагает 8 варианта заготовок для детали «Наконечник».

Таблица 8 – Варианты заготовки детали «Наконечник»

Заготовка	Материал заготовки	Масса заготовки, кг	Цена заготовки, руб
Штамповка	АМг6	1,65	693,5
ПК 4842 - звезда		5,4	3510
Круглый прокат		7,9	2841,63

Рассмотрим $K_{ИМ}$ для всех вариантов:

1. Коэффициент использования:

$$\text{Штамповка: } K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{М}} = \frac{1,1}{1,65} = 0,7 \quad (4)$$

2. Коэффициент использования:

$$\text{ПК 4842 – звезда: } K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{М}} = \frac{1,1}{5,4} = 0,2 \quad (5)$$

3. Коэффициент использования:

$$\text{Круглый прокат: } K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_{М}} = \frac{1,1}{7,9} = 0,13 \quad (6)$$

Рекомендовать какие-либо изменения в данной детали очень сложно, т.к. ее конструкция продиктована служебным назначением. Предлагаю заменить способ получения заготовки с помощью штамповки, так как коэффициент использования металла не достаточно высокий, и большое количество металла уходит в стружку.

Экономическое обоснование выбора заготовки.

С учётом типа производства существуют три варианта получения заготовки – круглый прокат, ПК 4842 - звезда, штамповка.

Сопоставив эти способы можно сразу исключить круглый прокат, так как при прокате коэффициент использования материала не высокий 0,5 это говорит нам о том, что большое количество материала уходит в стружку.

В этом случае к сравнению остаются два варианта ПК 4842 – звезда и штамповка.

При выборе вида заготовки для усовершенствованного технологического процесса возможны следующие варианты:

1. Метод получения заготовки принимается аналогичным существующему на данном производстве.
2. Метод изменяется, что, однако, не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки.
3. Метод изменяется, и это влечет за собой изменения в ряде операций механической обработки детали.

В данной ВКР мы имеем дело с третьим вариантом. В этом случае предпочтение следует отдать заготовке, характеризующейся лучшим использованием металла и меньшей стоимостью.

Сравнение проведем в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Профиль прессованный давал $K_{им}=0,5$; штамповка – $K_{им}=0,7$.

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки (в рублях) с учетом ее черновой обработки:

$$C_z = M \cdot C_m - M_o \cdot C_o + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_y}{100} \right), \quad (7)$$

где M – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

C_m - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки.[стр. 63-65, т.3.16-3.19, 12]

M_o - масса отходов материала, кг;

C_o - цена 1 кг отходов, р.[стр.65, т 3.20, 12];

$C_{ч.з}$ - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. - ч; [12, стр.65, т3.20]

$T_{шт(ш-к)}$ - штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч. [стр.164, прил. 16, 12];

$C_ц$ - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

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

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

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

N – годовая программа, шт.;

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

Стоимость заготовок из таблицы 3 равны:

ПК 4842 – звезда – 3510 руб.

Штамповка – 693,5 руб.

По формуле 8 определим экономический эффект:

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

$$\mathcal{E}_3 = (3510 - 693,5) \cdot 1000 = 2816500 \text{ руб.}$$

2.3. Разработка технологических операций механической обработки детали «Наконечник»

Технологический маршрут был разработан на базе усовершенствованного технологического процесса. Вместо станка ИС-500, был принят многофункциональный обрабатывающий центр OKUMA Multus B300W.

Таким образом, технологический маршрут теперь выглядит следующим образом. Прежде всего, на первых операциях обрабатываются технологические базы. Затем обрабатываются исполнительные поверхности.

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали

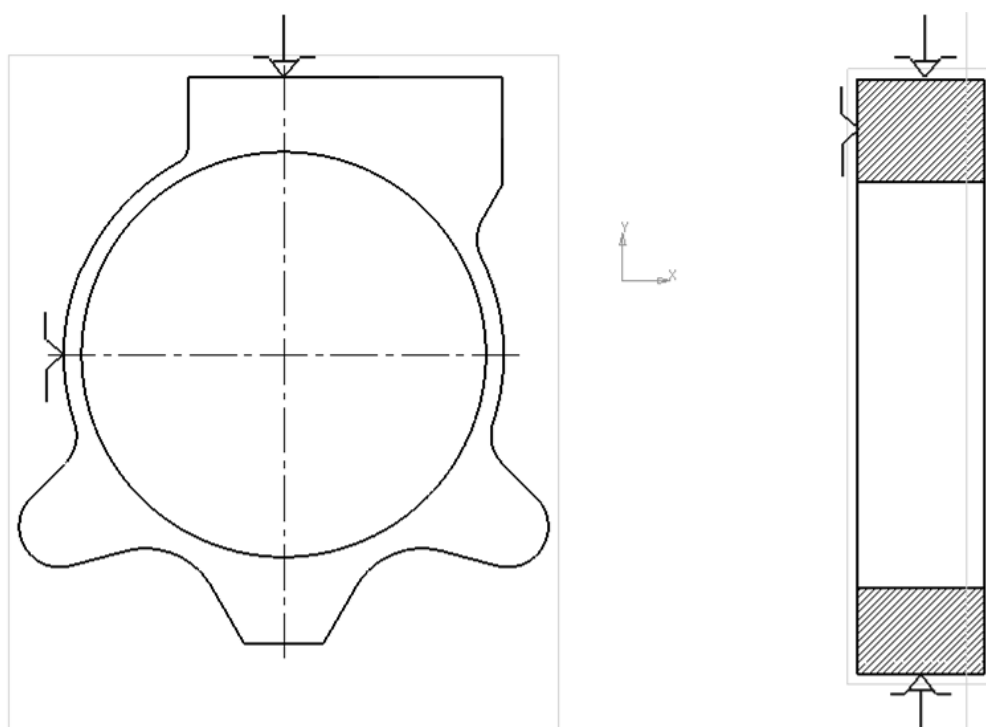
№ операции, название	Содержание операции	Режущий ин- струмент	Контрольный ин- струмент
05 Заготовитель- ная	Штамповка на кузнечном прессе		
1	2	3	4
010 Комплексная на обрабатыва- ющем центре с ЧПУ	Шпиндель 1: 1. Точить торец начерно; 2. Расточить отверстие Ø159Н8 начерно; 3. Расточить фаску 30° начерно; 4. Расточить отверстие Ø164Н12 начерно; 5. Точить торец начисто; 6. Расточить отверстие Ø159Н8 начисто; 7. Расточить фаску 30° начисто; 8. Расточить отверстие Ø164Н12 начисто; 9. Фрезеровать лыску в раз- мер 25b12; 10. Фрезеровать выступ в размер 3 мм; 11. Фрезеровать паз в размер 4,5Н12 на глубину 20 мм;	Проходной упорный резец; Расточной ре- зец; Расточной ре- зец; Расточной ре- зец; Проходной упорный резец; Расточной ре- зец; Расточной ре- зец; Расточной ре- зец; Торцевая фреза; Торцевая фреза; Канавочная фреза;	Штангенциркуль; Нутромер; Оптический угло- мер; Нутромер; Штангенциркуль; Штангенциркуль;
	Шпиндель 2: 12. Точить торец начерно; 13. Точить торец начисто; 14. Фрезеровать контур дета- ли; 15. Фрезеровать полку в раз- мер 48,5 мм; 16. Фрезеровать лыску в раз- мер 25b12; 17. Фрезеровать паз в размер 45Н12; 18. Центровать отверстие Ø16Н12; 19. Центровать отверстие Ø14Н12;	Проходной упорный резец; Проходной упорный резец; Концевая ци- линдрическая фреза; Концевая фре- за; Торцевая фреза; Концевая фре- за; Центровочное сверло; Центровочное сверло;	Штангенциркуль; Штангенциркуль; Штангенциркуль; Штангенциркуль;

Окончание таблицы 9 – Технологический маршрут обработки детали

1	2	3	4
	20. Центровать отверстие Ø14H11; 21. Центровать отверстие Ø14H9; 22. Центровать отверстие Ø4H14; 23. Сверлит отверстие Ø16H12; 24. Сверлит отверстие Ø14H12; 25. Сверлит отверстие Ø14H11; 26. Сверлит отверстие Ø14H9; 27. Сверлит отверстие Ø4H14; 28. Развернуть отверстие Ø16H12; 29. Развернуть отверстие Ø14H12; 30. Развернуть отверстие Ø14H11; 31. Развернуть отверстие Ø14H9; 32. Развернуть отверстие Ø4H14;	Центровочное сверло; Центровочное сверло; Центровочное сверло; Сверло; Сверло; Сверло; Сверло; Сверло; Развертка; Развертка; Развертка; Развертка; Развертка;	Калибр – пробка Ø16H12; Калибр – пробка Ø14H12; Калибр – пробка Ø14H11; Калибр – пробка Ø14H9; Калибр – пробка Ø4H14;
015 Контрольная операция	Контроль качества и точности поверхностей согласно чертежу		контроль шероховатости по образцам; контроль перпендикулярности оптическим угломером; контроль параллельности оптическим угломером;

Схема базирования детали «Наконечник» представлена на рисунке 8:

1. Шпиндель 1



2. Шпиндель 2

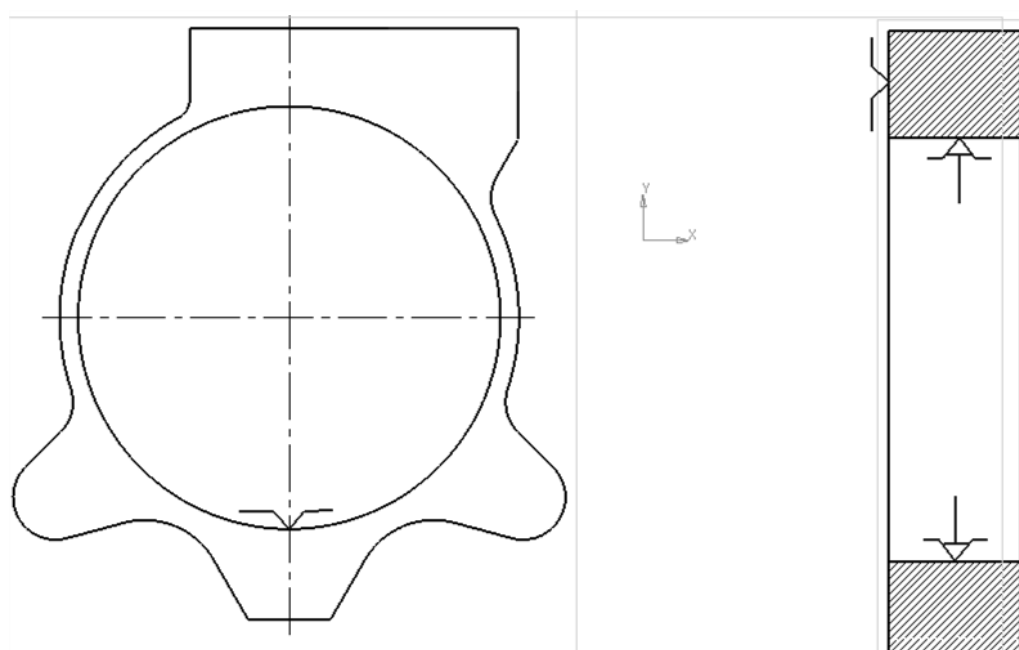


Рисунок 8 – схемы базирования детали «Наконечник»

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

2.4. Выбор оборудования

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование (в том числе контрольное и испытательное); технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); средства механизации и автоматизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования (станков) определяется: методом обработки; возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритными размерами заготовок и размерами обработки; мощностью, необходимой на резание; производительностью и себестоимостью в соответствии с типом производства; возможностью приобретения и ценой станка; удобством и безопасностью работы станка.

При разработке технологического процесса обработки детали «Наконечник» было принято решение использовать токарно-фрезерный обрабатывающий центр японского производства MULTUS-B300W, представленный на рисунке 9.



Рисунок 9 – Токарно-фрезерный обрабатывающий центр
MULTUS-B300W

Оси движения узлов станка представлены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Оси движения узлов станка

Токарно-фрезерный станок поколения MULTUS предназначен для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе и высоколегированных, закалённых сталей с твёрдостью поверхности HRC 58 ... 60. Технические возможности станка обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства: от единичного и опытного до крупносерийного. Станок имеет термостабильную конструкцию которая обеспечивает стабильную работу станка независимо от изменений температуры окружающей среды. За счет этого станок обладает повышенной жесткостью и прецизионной точностью, и надёжно работает как при черновой, так и при чистовой обработке.

Многофункциональный обрабатывающий центр MULTUS обеспечивает выполнение токарных, фрезерных, сверлильно-расточных операций любой сложности с высокой точностью. Сочетает в себе компактность обычного токарного станка с широким набором функций специального оборудования:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

сверлильно-фрезерных, резьбонарезных, резьбофрезерованных и др. работ. Станок оснащен новой, усовершенствованной системой ЧПУ P200L. Система обработки без столкновений. Станок может быть оснащён дополнительными опциями, что существенно расширяет технические возможности станка.

Станок MULTUS-B300W имеет следующие технические характеристики, представленные в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики станка MULTUS-B300W

Наименование	Единица измерения	Величина
1	2	3
Максимальный диаметр заготовки над суппортом	мм	Ø 630
Максимальный обрабатываемый диаметр	мм	Ø 630
Расстояние между центрами	мм	900
Величина осевых перемещений по оси X	мм	580
по оси Z	мм	935
по оси Y	мм	160
Диапазон частоты вращения главного шпинделя	об/мин	38 - 5000
Число скоростных диапазонов в приводе главного шпинделя	кол-во	2 (с автоматическим переключением)
Типоразмер присоединительного конца главного шпинделя	тип	JIS A2-6
Диаметр сквозного отверстия шпинделя	мм	Ø 62
Наружный диаметр шпинделя у передней подшипниковой опоры	мм	Ø 100
Поворотная токарно-фрезерная головка (М-шпиндель)	тип	H1 АТС , с одним гнездом под неподвижный L и вращающийся М инструмент
Присоединительные размеры под установку режущего инструмента: сечение державки резца диаметр борштанги	мм мм	25 x 25 Ø 40
Диапазон частоты вращения М-шпинделя (бесступенчатое регулирование)	об/мин	60 – 6000

Окончание таблицы 10 – Технические характеристики станка MULTUS-B300W

1	2	3
Максимальный крутящий момент инструмента (3 мин/постоянно) Диаметр М-шпинделя	Нм мм	65,7/41,8 70
Скорость быстрых перемещений по осям: ось X ось Y ось Z ось B ось C	м/мин м/мин м/мин об/мин об/мин	40 26 40 30 200
Типоразмер присоединительного конуса инструментальной оправки		HSK -A63
Вместимость инструментального магазина	ед.	20
Максимальный диаметр инструмента без пропуска гнезд/с пропуском гнезд	мм	Ø 90 / Ø130
Максимальная длина инструмента	мм	300
Максимальный вес инструмента	кг	8
Порядок выбора инструмента		по расположению в магазине
Мощность главного шпиндель-мотора	кВт	VAC 15/11 (20 мин./постоянно)
Мощность мотора привода М-шпинделя Мощность осевых приводов ось Z ось X ось Y	кВт кВт	PREX 11/7,5 (5 мин./пост.) BL 4,5 BL 4,5 BL 2,8
Мощность мотора привода помпы системы охлаждения	кВт	1x0,8
Габариты станка: высота площадь, занимаемая станком	мм мм	2600 4340 x 2050
Масса станка (без инструментального магазина)	кг	10000
Система ЧПУ	тип	OKUMA OSP-P200L

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

2.4.1. Расчёт коэффициента загрузки оборудования

Коэффициент загрузки оборудования η_3 рассчитывается по формуле [8]:

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_{\text{п}}}, \quad (9)$$

где m_p - расчётное количество станков на операции;

$m_{\text{п}}$ - принятое количество станков.

Расчётное количество станков на операции m_p определяется по формуле [8]:

$$m_p = \frac{N * T_{\text{ш-к}}}{60 * F_{\text{д}} * \eta_{3.н}}, \quad (10)$$

где N - годовая программа выпуска деталей, шт;

$T_{\text{ш-к}}$ - штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{\text{д}}$ - действительный годовой фонд времени, $F_{\text{д}} = 4029$ ч (при двухсменной работе);

$\eta_{3.н}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Среднее значение нормативного коэффициента загрузки оборудования $\eta_{3.н}$ на участке цеха при двухсменной работе для среднесерийного производства, следует применять – 0,75÷0,85.

По формуле 10 определим расчетное количество станков на операции m_p :

$$m_p = \frac{1000 * 72,3}{60 * 4029 * 0,8} = 0,37 \text{ шт}$$

По формуле 9 определим коэффициент загрузки оборудования η_3 :

$$\eta_3 = \frac{0,37}{1} = 0,37$$

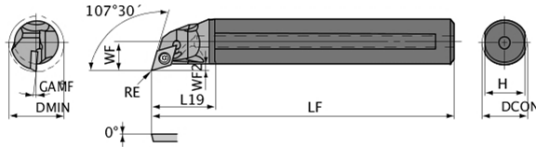
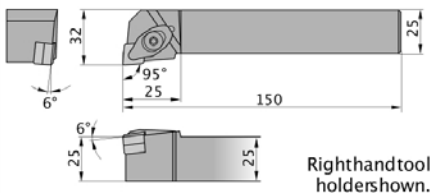
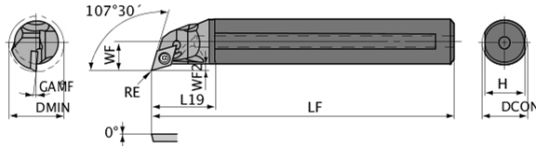
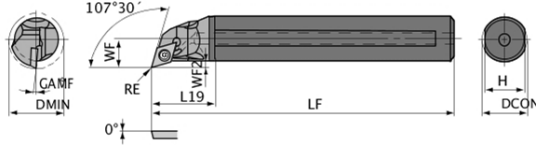
2.5. Выбор режущего и мерительного инструмента

Технологическая оснастка (инструменты и средства контроля) для каждого перехода комплексной операции на обрабатывающем центре с ЧПУ представлена в таблице 11, 12.

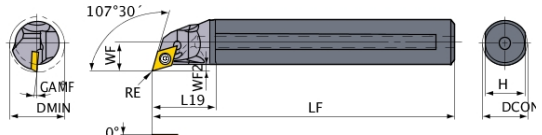
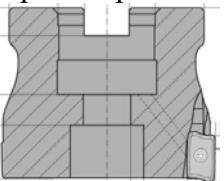
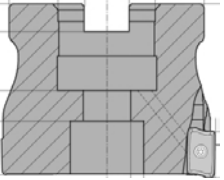
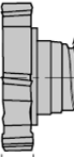
Таблица 11 – Технологическая оснастка

№ перехода	Режущий инструмент
1	2
2	Резец проходной упорный Mitsubishi 2525M09 Режущая пластина CNMG 09T3 Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 0,3$ $n = 1274$ глубина резания до 4 мм
3	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.
4	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.

Продолжение таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2
5	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A  Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.
6	Резец проходной упорный Mitsubishi 2525M09  Режущая пластина CNMG 09T3 Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 0,3$ $n = 1274$ глубина резания до 4 мм
7	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A  Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.
8	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A  Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.

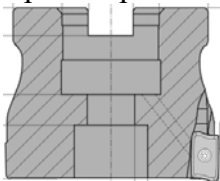
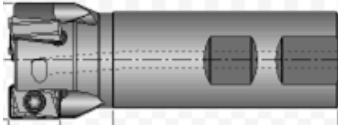
Продолжение таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2
9	Резец расточной Mitsubishi 1612R – 07A  Режущая пластина DCET 0702 Режим резания: скорость резания 90 м/мин; подача 0,2 мм/об; $n = 1432$ глубина резания до 3,5 мм.
10	Фреза торцевая Mitsubishi APX3000 – 050A05RA  Режущая пластина QOMT06 Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,15$ мм/зуб $n = 800$ глубина резания до 7 мм
11	Фреза торцевая Mitsubishi APX3000 – 050A05RA  Режущая пластина QOMT06 Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,15$ мм/зуб $n = 1200$ глубина резания до 7 мм
12	Канавочная фреза ISCAR MMTS135 – H40D – 06  Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 1200$ об/мин $n = 531$

Продолжение таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2
14	Резец проходной упорный Mitsubishi 2525M09 Режущая пластина CNMG 09T3 Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 0,3$ мм/об; $n = 1274$ глубина резания до 4 мм
15	Резец проходной упорный Mitsubishi 2525M09 Режущая пластина CNMG 09T3 Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 0,3$ мм/об; $n = 1274$ глубина резания до 4 мм
16	Фреза концевая цилиндрическая ISCAR E90XD20 – C20 – 06 Пластина 3MAXKT2006...PDTR Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 1200$ об/мин $n = 1592$ глубина резания до 4 мм
17	Фреза концевая цилиндрическая ISCAR E90XD20 – C20 – 06 Пластина 3MAXKT2006...PDTR Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача $S = 1200$ об/мин $n = 1592$ глубина резания до 4 мм

Продолжение таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2																												
18	Фреза торцевая Mitsubishi APX3000 – 050A05RA  Пластина QOMT06 Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача S = 800 об/мин n = 1592 глубина резания до 4 мм																												
19	Фреза концевая ISCAR 3ME20AXD40 – W32 – 13C  Пластина 3MAXKT 2006..PDTR Режимы резания: скорость резания 100 м/мин подача S = 800 об/мин n = 1592 глубина резания до 4 мм																												
20, 21, 22, 23, 24	Сверло центровочное  <table><tr><th rowspan="2">Обозначение</th><th rowspan="2">Материал</th><th rowspan="2">Напилье</th><th colspan="4">Размеры (мм)</th><th rowspan="2">Диапазон диаметров (мм)</th></tr><tr><th>D1</th><th>L3</th><th>L1</th><th>D4</th></tr><tr><td>MSP0300SB</td><td>VP15TF</td><td>●</td><td>3</td><td>1.5</td><td>38</td><td>3</td><td>0.1—3.0</td></tr></table> РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ <table><tr><th>Диапазон диаметров отверстий (мм)</th><th>Частота вращения (мин⁻¹)</th><th>Подача (мин. — макс.) (мм/об)</th><th>Подача (мм/мин)</th></tr><tr><td>0.1—3.0</td><td>10000</td><td>0.0005 (0.00025—0.001)</td><td>5</td></tr></table>	Обозначение	Материал	Напилье	Размеры (мм)				Диапазон диаметров (мм)	D1	L3	L1	D4	MSP0300SB	VP15TF	●	3	1.5	38	3	0.1—3.0	Диапазон диаметров отверстий (мм)	Частота вращения (мин ⁻¹)	Подача (мин. — макс.) (мм/об)	Подача (мм/мин)	0.1—3.0	10000	0.0005 (0.00025—0.001)	5
Обозначение	Материал				Напилье	Размеры (мм)				Диапазон диаметров (мм)																			
		D1	L3	L1		D4																							
MSP0300SB	VP15TF	●	3	1.5	38	3	0.1—3.0																						
Диапазон диаметров отверстий (мм)	Частота вращения (мин ⁻¹)	Подача (мин. — макс.) (мм/об)	Подача (мм/мин)																										
0.1—3.0	10000	0.0005 (0.00025—0.001)	5																										
25	Сверло Mitsubishi MPS1580S-DIN диаметром 15,8 мм  Режимы резания: скорость резания 160 м/мин подача S = 0,35 мм/об глубина резания до 3 мм																												
26	Сверло Mitsubishi MPS1380S-DIN диаметром 13,8 мм  Режимы резания: скорость резания 150 м/мин подача S = 0,30 мм/об																												

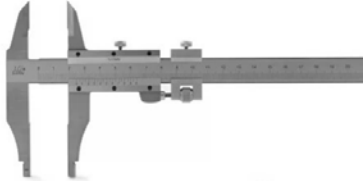
Продолжение таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2
27	Сверло Mitsubishi MPS1380S-DIN диаметром 13,8 мм  Режимы резания: скорость резания 150 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм
28	Сверло Mitsubishi MPS0380L-DIN-C диаметром 3,8 мм  Режимы резания: скорость резания 110 м/мин подача $S = 0,20$ мм/об глубина резания до 5 мм
29	Сверло Mitsubishi MPS1380S-DIN диаметром 13,8 мм  Режимы резания: скорость резания 150 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм
30	Развертка ISCAR RM-SHR-1600-H7S-CS-CH 07 диаметром 16H12  Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм
31	Развертка ISCAR RM-SHR-1400-H7S-CS-CH 07 диаметром 14H9  Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм
32	Развертка ISCAR RM-SHR-1400-H7S-CS-CH 07 диаметром 14H11  Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм
33	Развертка ISCAR RM-SHR-0400-H7S-CS-C 07 диаметром 4H14  Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм

Окончание таблицы 11 - Технологическая оснастка

1	2
34	Развертка ISCAR RM-SHR-1400-H7S-CS-CN 07 диаметром 14H12  Режимы резания: скорость резания 200 м/мин подача $S = 0,30$ мм/об глубина резания до 3 мм

Таблица 12 – Мерительные инструменты

Контролирующие параметры	Мерительный инструмент
1	2
Наружные размеры	Штангенциркуль ШЦ – II – 250 – 0,05  Угломер оптический 
Шероховатость	Образцы шероховатости 
Контролировать отверстие диаметром 159H8	Нутромер 

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

Окончание таблицы 12 – Мерительные инструменты

1	2
Контролировать отверстие диаметром 16H12	Нутромер 
Контролировать отверстие диаметром 16H12	Калибр – пробка 16H12 
Контролировать отверстие диаметром 14H12	Калибр – пробка 14H12 
Контролировать отверстие диаметром 14H11	Калибр – пробка 14H11 
Контролировать отверстие диаметром 14H9	Калибр – пробка 14H9 

2.6. Расчет припусков на механическую обработку

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

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

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

Расчетно-аналитический метод определения припусков

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие $\varnothing 159^{+0,07}$ изготовленное по 8 качеству точности.

Таблица 13 – Расчеты припусков

Технологические переходы обработки поверхности вала	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{\text{п}}$	$2Z_{\max}^{\text{п}}$
Заготовка	200	100	2500			152,89	0,9	152,89	151,99		
Черновое растачивание	50	50	1250	1	$2 \cdot 2800$	153,27	0,5	153,27	152,87	5,6	5,69
Чистовое растачивание	20	20	400	1	$2 \cdot 1100$	153,47	0,16	153,47	153,31	0,4	0,8

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (11)$$

$$\rho = \rho_{\text{кор}} + \rho_{\text{см}}, \quad (12)$$

$$\rho_{\text{см}} = \delta = 0,9, \quad (13)$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta k \cdot l = 1 \cdot 50 = 50, \quad (14)$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы:

$$\rho_i = \rho_z \cdot T_i, \quad (15)$$

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения следующие:

После чернового растачивания:

$$\rho_i = 2500 \cdot 0,5 = 1250, \quad (16)$$

После чистового растачивания:

$$\rho_i = 2500 \cdot 0,16 = 400, \quad (17)$$

Погрешность установки детали определяется с помощью следующей формулы:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (18)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0,8^2 + 0,6^2} = 1, \quad (19)$$

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле:

$$2Z_{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (20)$$

По формуле 20 определим минимальный припуск:

После чернового растачивания:

$$2Z_{min} = 2(200 + 100 + \sqrt{2500^2 + 1^2}) = 2 \cdot 2800 \text{ мкм}$$

После чистового растачивания:

$$2Z_{min} = 2(50 + 50 + \sqrt{1250^2 + 1^2}) = 2 \cdot 1350 \text{ мкм}$$

Расчетный диаметр:

$$D_{p2} = 159,07 \text{ мм} \quad (21)$$

$$D_{p1} = 159,07 - 2 \cdot 2,8 = 153,47 \text{ мм} \quad (22)$$

$$D_{p3} = 153,47 - 2 \cdot 1,1 = 153,27 \text{ мм} \quad (23)$$

Минимальный диаметр заготовки:

$$D_{min2} = 159,07 \text{ мм} \quad (24)$$

$$D_{min1} = 153,47 \text{ мм} \quad (25)$$

$$D_{min3} = 153,27 \text{ мм} \quad (26)$$

Наибольшие предельные размеры получаются вычитанием припуска к определенному наименьшему предельному размеру:

$$D_{max i} = D_{min i} - T_i, \quad (27)$$

$$D_{max2} = 159,07 - 0,07 = 159 \text{ мм}$$

$$D_{max1} = 153,47 - 0,16 = 153,31 \text{ мм}$$

$$D_{max3} = 157,27 - 0,5 = 152,77 \text{ мм}$$

Предельные отклонения припусков $2Z_{min}^{пр}$ определяются как разность наименьшего предельного размера предшествующего и выполнившего переход:

$$2Z_{min}^{пр} = D_{mini-1} - D_{mini} \quad (28)$$

$$2Z_{min2}^{пр} = 159,07 - 153,47 = 5,6 \text{ мм}$$

$$2Z_{min1}^{пр} = 152,47 - 152,27 = 0,2 \text{ мм}$$

$$2Z_{max}^{пр} = D_{maxi-1} - D_{maxi} \quad (29)$$

$$2Z_{max2}^{пр} = 159 - 153,31 = 5,69 \text{ мм}$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 153,31 - 152,87 = 0,44 \text{ мм}$$

Общие припуски $2Z_{omin}$ и $2Z_{omax}$ определяются вычитанием промежуточных припусков:

$$2Z_{omin} = \Sigma Z_{imin} ; \quad (30)$$

$$2Z_{omax} = \Sigma Z_{imax} ; \quad (31)$$

$$2Z_{omin} = 0,2 + 5,6 = 5,8 \text{ мм}$$

$$2Z_{omax} = 0,44 + 5,69 = 6,13 \text{ мм}$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{maxi}^{пр} - 2Z_{mini}^{пр} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (32)$$

$$5,69 - 5,6 = 0,16 - 0,07 = 0,09 \text{ мм}$$

$$0,44 - 0,2 = 0,4 - 0,16 = 0,24 \text{ мм}$$

Опытно – статистический (табличный) метод расчет припусков.

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85).

Таблица 14 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность (рис.8)	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклоне- ние, мм	
				верхнее	нижнее
3	83,5±0,6	3	0,7	+0,35	-0,35
8	50b12	3	0,7	+0,35	-0,35
1	173,5±1	3	0,7	+0,35	-0,35

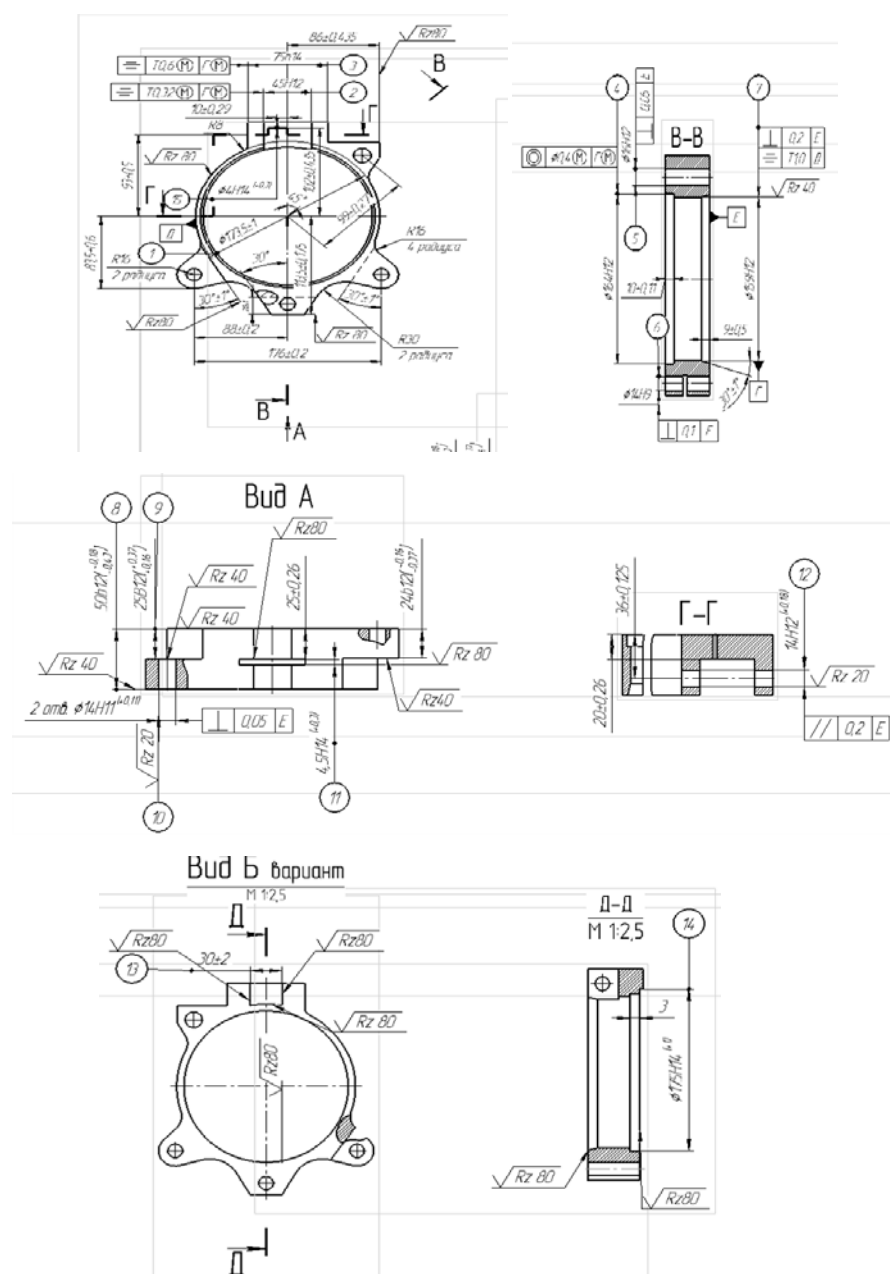


Рисунок 11 – Позиции обрабатывающих поверхностей

2.7. Выбор режимов резания

После выбора инструмента осуществляется выбор режимов резания.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки.

Параметры режимов резания для операции запишем в таблицу 15 и используем в последующих расчетах норм времени.

Таблица 15 – Параметры режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	S_o , мм/об	S , мм/мин (S_z , мм/зуб)	n, об/мин	V, м/мин	N_e , кВт
Комплексная операция на обрабатывающем центре с ЧПУ						
1	2	3	4	5	6	7
1 шпиндель:						
1) Точить торец начерно;	2	0,3	20	1274	100	2,7
2) Расточить отверстие Ø159Н8 начерно;	2	0,2	20	1432	90	4,2
3) Расточить фаску 30° начерно;	2	0,2	20	1432	90	4,2
4) Расточить отверстие Ø164Н12 начерно;	2	0,2	20	1432	90	4,2
5) Точить торец начисто;	1	0,3	20	1274	100	2,7
6) Расточить отверстие Ø159Н8 начисто;	1	0,2	20	1432	90	4,2
7) Расточить фаску 30° начисто;	1	0,2	20	1432	90	4,2
8) Расточить отверстие Ø164Н12 начисто;	1	0,2	20	1432	90	4,2
9) Фрезеровать лыску в размер 25b12;	4	0,35	64	800	200	4,1
10) Фрезеровать паз в размер 4,5Н12 на глубину 20 мм	4	0,35	64	1274	100	4
11) Фрезеровать паз в размер 45Н12;	4	0,35	64	1592	100	4,5
Шпиндель 2:						
12) Точить торец начерно;	2	0,3	20	1274	100	2,7
13) Точить торец начисто;	1	0,3	20	1274	100	2,7
14) Фрезеровать выступ в размер 3 мм;	3	0,35	64	1200	200	4,5
15) Фрезеровать контур детали;	4	0,35	64	1592	100	4
16) Фрезеровать полку в размер 48,5мм.	4	0,35	64	1592	100	4,1
17) Фрезеровать лыску в размер 25b12;	4	0,35	64	1592	100	4,5
18) Центровать отверстие Ø16Н12;	1	0,0005	5	900	100	0,8
19) Центровать отверстие Ø14Н12;	1	0,0005	5	900	80	0,8
20) Центровать отверстие Ø14Н11;	1	0,0005	5	900	80	0,8
21) Центровать отверстие Ø14Н9;	1	0,0005	5	900	80	0,8
22) Центровать отверстие Ø4Н14;	1	0,0005	5	900	80	0,8
23) Сверлит отверстие Ø16Н12;	3	0,35	15	1200	150	0,5

Окончание таблицы 15 – Параметры режимов резания

1	2	3	4	5	6	7
24) Сверлит отверстие Ø14Н12;	3	0,30	15	1200	150	0,5
25) Сверлит отверстие Ø14Н11;	3	0,30	15	1200	150	0,5
26) Сверлит отверстие Ø14Н9;	3	0,20	15	1200	150	0,5
27) Сверлит отверстие Ø4Н14;	3	0,30	15	1200	150	0,5
28) Развернуть отверстие Ø16Н12;	3	0,30	10	1200	200	1,42
29) Развернуть отверстие Ø14Н12;	5	0,30	10	1200	200	1,42
30) Развернуть отверстие Ø14Н11;	3	0,30	10	1200	200	1,42
31) Развернуть отверстие Ø14Н9;	3	0,30	10	1200	200	1,42
32) Развернуть отверстие Ø4Н14;	3	0,30	10	1200	200	1,42

2.8. Расчет технических норм времени

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

Технические нормы времени в условиях мелкосерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом для одной операции.

Нормирование операций механической обработки на станках с ЧПУ производится по нормативам [10,11].

Норма времени также как и для станков с ручным программным управлением состоит из нормы штучного и подготовительно-заключительного времени [12]:

$$T = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (33)$$

где n – количество деталей в партии.

Штучное время $T_{\text{шт}}$ определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}}) * \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100}\right), \quad (34)$$

где $T_{\text{ца}}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{\text{в}}$ - ручное вспомогательное время, мин;

$a_{\text{тех}}, a_{\text{орг}}, a_{\text{отл}}$ - время на техническое, организационное обслуживание на отдых и личные надобности, % от оперативного времени.

Время цикла автоматической работы станка по программе $T_{\text{ца}}$ определяется по формуле:

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{оа}} + T_{\text{мв}}, \quad (35)$$

где $T_{\text{оа}}$ - основное время автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{\text{мв}}$ - машинное вспомогательное время, мин.

Основное время автоматической работы $T_{\text{оа}}$ определяется по формуле:

$$T_{\text{оа}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{\text{ми}}}, \quad (36)$$

где L_i – длина пути проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка с учётом врезания и перебега, мм;

$S_{\text{ми}}$ – минутная подача на данном участке, мм/мин;

$i = 1, 2, 3 \dots$ - число технологических участков.

Машинно-вспомогательное время $T_{\text{мв}}$, связанное с переходом, включённое в программу и относящееся к автоматической вспомогательной работе станка предусматривает: подвод детали или инструмента от исходной точки в зону обработки и отвод; установку инструмента на размер обработки; автоматическую смену инструмента.

Включение и выключение подачи; холостые ходы при переходе от обработки одних поверхностей к другим; технологические паузы, предусмотренные при резком изменении направления подачи, при проверке размеров, для осмотра инструмента и переустановки или поворотном закреплении заготовки.

Машинно-вспомогательное время, связанное с переходом, определяется по паспортным данным станков и входит в качестве составляющих элементов во время автоматической работы станка.

Время выполнения ручной вспомогательной работы $T_{\text{в}}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в уст}} + T_{\text{в оп}}, \quad (37)$$

где $T_{в\text{уст}}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали;

$T_{в\text{оп}}$ - вспомогательное время, связанное с выполнением операции.

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяется по нормативам [10] вне зависимости от типов станков, также как и для обычных станков в зависимости от вида применяемых приспособлений, способов установки, выверки и крепления заготовок.

Вспомогательное время, связанное с операцией $T_{в\text{оп}}$, не вошедшее во время цикла автоматической работы станка по программе, предусматривает выполнение следующей работы: установить заданное взаимное положение детали и инструмента по координатам, и в случае необходимости произвести повторную настройку; проверить приход детали или инструмента в заданную точку после обработки.

Норма времени на наладку станка представляется как время на приёмы подготовительно-заключительной работы на обработку партии одинаковых деталей (независимо от партии) и определяется по формуле:

$$T_{п-з} = T_{пз1} + T_{пз2} + T_{пр.обр.}, \quad (38)$$

где $T_{пз1}$ - норма времени на организационную подготовку, мин. (10 мин.);

$T_{пз2}$ - норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств, мин. (20 мин.);

$T_{пр.обр.}$ - норма времени на пробную обработку, мин. (30 мин.)

Состав работы на организационную подготовку является общим для всех станков с ЧПУ независимо от их группы и модели. Время на организационную подготовку предусматривает:

- получение наряда, чертежа, технологической документации, программного носителя, режущего, вспомогательного и контрольно-измерительного инструментов, приспособлений, заготовок до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей;

- ознакомление с работой, чертежом, технологической документацией; осмотр заготовки; инструктаж мастера.

В состав работы на наладку станка, инструмента и приспособлений включаются приёмы работы наладочного характера, зависящие от назначения станка и конструктивных особенностей:

- установка и снятие крепёжного приспособления;
- установка и снятие блока или отдельных режущих инструментов; установка исходных режимов работы станка;
- установка программного носителя в считывающее устройство и снятие его;
- настройка нулевого положения инструмента или заготовки и др.

Время на пробную обработку деталей на станках карусельных, фрезерных, расточных групп, на многоцелевых станках включает затраты времени на обработку деталей методом пробных стружек. К этому времени необходимо добавить вспомогательное время на выполнение дополнительных приёмов, связанных с измерением детали, вычислением величины коррекций, введением величин коррекций в систему ЧПУ, и вспомогательное время на приёмы управления станком и системой ЧПУ.

По формуле 36 определим основное время автоматической работы T_{oa} для комплексной операции с ЧПУ (таблица 14):

$$T_{oa} = 68,37 \text{ мин}$$

По формуле 35 определим время цикла автоматической работы станка по программе $T_{ца}$:

$$T_{ца} = 68,37 + 2,55 = 70,92 \text{ мин.}$$

По формуле 37 время выполнения ручной вспомогательной работы T_v :

$$T_v = 0,16 + 1,8 + 0,14 = 2,1 \text{ мин.}$$

Время на техническое, организационное обслуживание на отдых и личные надобности $a_{\text{тех}}, a_{\text{орг}}, a_{\text{отл}}$ составляет 14 % от оперативного времени $T_{\text{оп}}$, которое рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{в}} + T_{\text{оа}} \quad (39)$$

По формуле 39 определим оперативное время $T_{\text{оп}}$:

$$T_{\text{оп}} = 2,1 + 68,37 = 70,47 \text{ мин.}$$

По формуле 38 определим время подготовительно-заключительной работы $T_{\text{п-з}}$:

$$T_{\text{п-з}} = 15 + 25 + 30 = 70 \text{ мин}$$

По формуле 36 определим штучное время $T_{\text{шт}}$:

$$T_{\text{шт}} = (70,92 + 2,1) * \left(1 + \frac{0,14 * 70,47}{100}\right) = 71,55 \text{ мин.}$$

По формуле 33 определим норму времени T :

$$T = 71,55 + \frac{70}{94} = 72,3 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Программирование в системе с ЧПУ

Управляющая программа механической обработки детали «Наконечник» разработана на обрабатывающий центр OKUMA Multus B300W со стойкой OKUMA OSP-P200L.

Санок MULTUS-B300W оснащён системой управления OKUMA OSP-P200, которая имеет следующие характеристики:

- содержит пакет матобеспечения One-Touch-IGF-XL, который позволяет создавать управляющие программы на самом станке, при этом оператору будет достаточно задать лишь геометрию заготовки и геометрию готовой детали;
- имеется возможность предварительного просмотра процесса обработки в интерактивном режиме на дисплее ЧПУ и корректировки созданной программы самим оператором;
- система автопрограммирования LAP4. Осуществляется автоматическое распределение припуска по переходам в зависимости от требуемой точности и чистоты обрабатываемой поверхности;
- анимационное воспроизведение процесса обработки на дисплее;
- возможность сдвига системы координат;
- автоматическое создание контура для обработки;
- проверка времени отработки по заданному циклу;
- монитор нагрузки;
- функция сокращения времени цикла;
- переключение дюймы/мм;
- датчик контроля за возможным вытягиванием заготовки из патрона во время обработки;

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- трансформатор для приведения характеристик имеющегося источника питания станка к требуемым характеристикам.

Стандартные спецификации системы OKUMA OSP-P200L представлены на рисунке 12:

Основные спецификации	Управление	Токарная обработка: одновременно 2 осями X, Z, Многоцелевая: одновременно 4 осями X,Y, Z,C
	Обратная связь по положению	Обратная связь по абсолютному положению OSP в полном диапазоне (не требуется возврата нулевой точки)
	Мин/макс водимая информация	Десятичное число 8 цифр $\pm 99999,999 \sim 0,001 \text{ мм}$, $0,001^\circ$ Десятичное число: 1ммм, 10 мкм, 1 мкм (1° , $0,01^\circ$, $0,001^\circ$)
	Подача	Ручная коррекция 0 - 200%
	Управление шпинделем	Прямые команды скорости шпинделя (S5), ручная коррекция 50~200% Определения постоянной скорости резания, оптимальной скорости токарной обработки
	Коррекция на инструмент	Выбор инструмента: 96 комплектов, коррекция на инструмент: 96 сочетаний
	Дисплей	15-дюймовая панель управления с цветным дисплеем, сенсорная панель
	Самодиагностика	Автоматическая диагностика и отображение проблем программы, управления, станка и системы ЧПУ
	Объем хранимых программ	ЗУ для хранения программ: 2 Гб, операционный буфер: 2 Мб
Управление	Система предотвращения столкновений (CAS)	Предотвращает взаимодействие во время ручного, автоматического управления Легкое моделирование геометрических данных (имеются пределы в блоке предотвращения взаимодействия, перемещение блока)
	Программирование	Управление разработкой и сопровождением программ, редактирование, функция многозадачного режима, программы оперативного планирования, постоянные циклы, специальные постоянные циклы, коррекция на радиус вершины резца, нарезание резьбы метчиком, постоянные циклы сверления отверстий, арифметические функции, логические операторы, тригонометрические функции, переменные, операторы перехода, автоматическое программирование (LAP4), справочная система программирования
	Операции станка	MDI-управление, ручное управление (форсированная продольная подача, ручная рабочая подача, импульсная ручка), датчик силы, справочная система управления, справочная система неполадки, возврат последовательности, ручное прерывание и автоматический перезапуск, временная остановка во время нарезания резьбы, ввод/вывод данных, открытие/закрытие патрона во время вращения шпинделя (станки со спецификацией W)
	MacMap	Управление обработкой: результаты обработки, коэффициент использования станка, компилирование и отчет о данных по неисправностям, вывод на внешние устройства
Связь/сеть		USB порты, Ethernet
Высокая скорости/точность	TAS-C	Компенсация температурной деформации конструкций станка, вызванной изменением температуры окружающей среды (Термоактивный стабилизатор размера – Конструкция)
	TAS-S фрезерного инструмента	Компенсация погрешности температурной деформации, вызванной нагревом во время вращения шпинделя (Термоактивный стабилизатор размера – Шпиндель)
		Управление Hi-G, коррекция на вращение оси B

Рисунок 12 – Стандартные спецификации системы OKUMA OSP-P200L

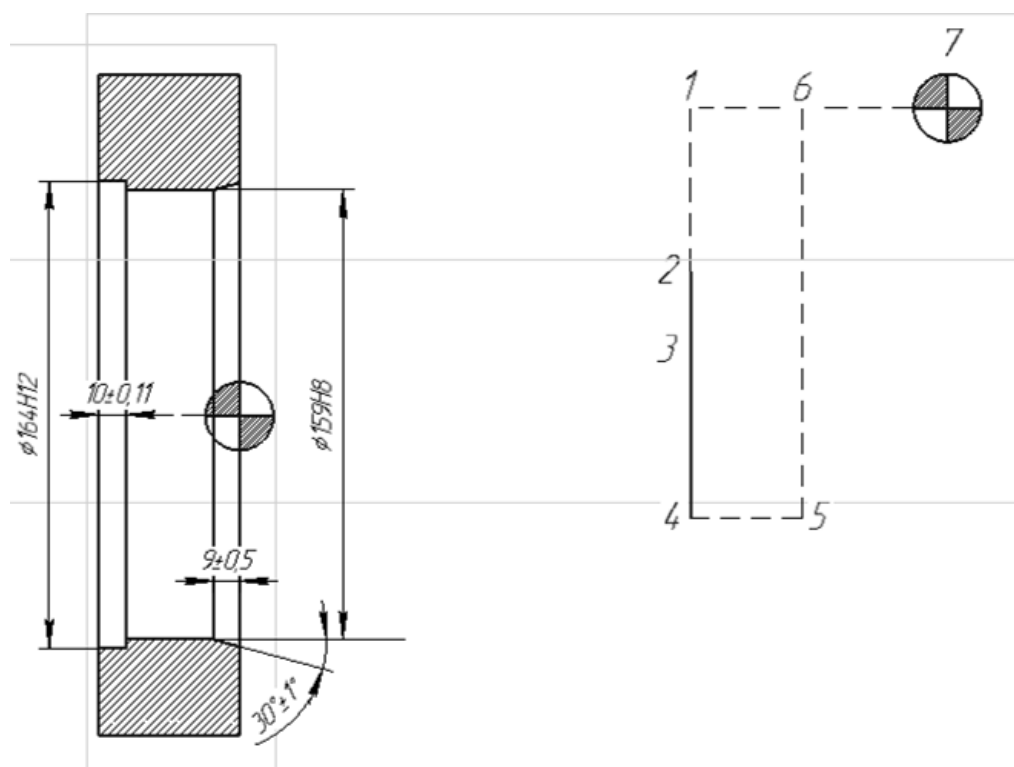
3.2. Разработка фрагмента управляющей программы

Полностью разработанная управляющая программа для механической обработки детали «Наконечник» предоставлена в приложении А. Для наибольшей наглядности на рисунках 13, 14 приведены фрагменты управляющей программы, а именно:

1. Подрезка торца (рисунок 13).
2. Расточка фаски 30°, отверстия Ø159Н8, отверстия Ø164Н12 (рисунок 14).

Фрагмент управляющей программы на подрезку торца:

NB003
N0300 G97 S1088 M42 M03 M08
N0301 G00 Z6 T001001
N0302 X240,4
N0303 G96 G111 S800
N0304 G87 N0306
N0305 G82
N0306 G00 Z0
N0307 G01 G41 F0.18
N0308 X145
N0309 G40
N0310 G80
N0311 G00 Z2
N0312 G97 S1540 M05 M09
N0313 X800
N0316 X800 Z1000 T003000



№ точки	X	Z
1	800	6
2	240,4	6
3	230	6
4	145	6
5	145	2
6	800	2
7	800	1000

Рисунок 13 – Траектория движения инструмента, при подрезке торца

Фрагмент управляющей программы на расточку фаски 30°, отверстия
Ø159H8, отверстия Ø164H12:

NB002

N0200 G97 S1336 M42 M03 M08

N0201 G00 Z6 T002002

N0202 X164

N0203 G00 X159 Z-9

N0204 G96 G111 S600

N0205 G87 N0206

N0206 G81

N0207 G00 X159 Z-41

N0208 G01 Z0 G41 F0.18

N0209 G00 X164

N0210 Z-10

N0211 G40

N0212 G80

N0213 G00

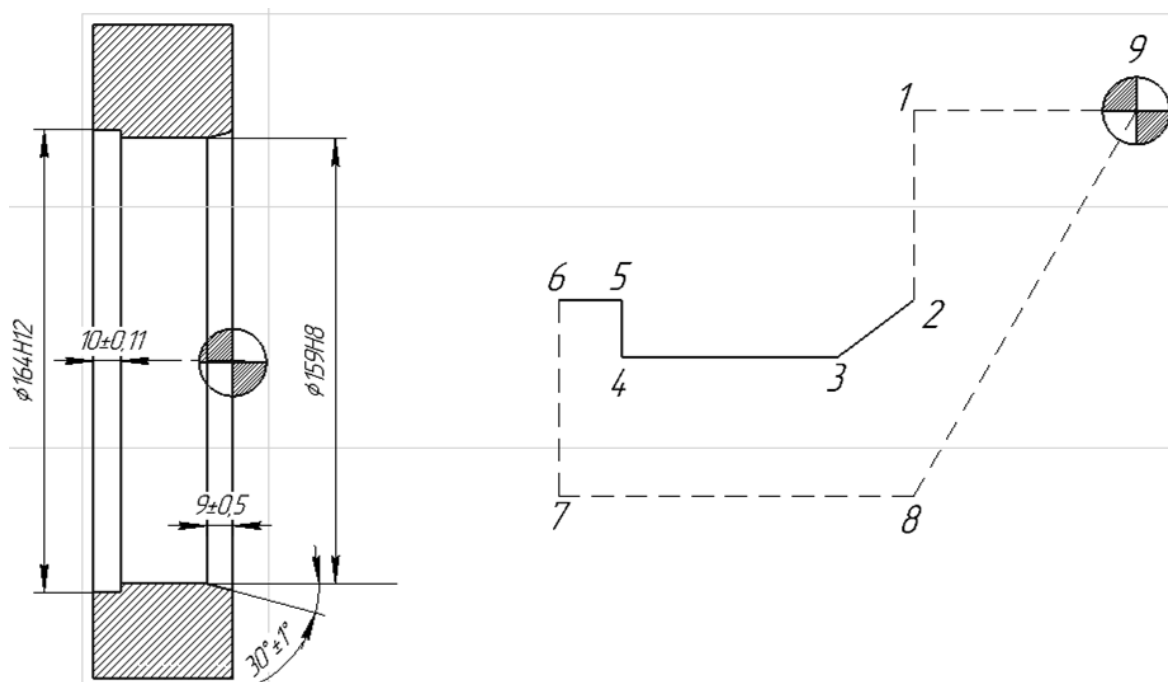
N0214 G97 S1781 M05 M09

N0215 X150

N0216 Z6

N0218 X800 Z1000 T002000

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



№ точки	X	Z
1	800	6
2	164	6
3	159	-9
4	159	-41
5	164	-41
6	164	-10
7	150	-10
8	150	6
9	800	1000

Рисунок 14 – Траектория движения инструмента, при расточке отверстий

4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчета

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта определяется темой и содержанием технологической части работы, а также. Для дипломного проекта, содержание которого заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, методики расчета заключается в оценке сравнительной экономической эффективности двух вариантов с целью выбора более выгодного.

Используемый в базовом технологическом процессе станок ИС – 500 не подходит т.к. обработка детали на нем занимает большое количество времени, используются установки на это уходит большое вспомогательное время, в проектном технологическом процессе используется станок MULTUS B300W.

Преимущество проектируемого варианта в сравнении с базовым заключается в следующем: сокращение вспомогательного времени, сокращение штучно-калькуляционного времени.

Годовая программа выпуска проектного варианта – 1000 шт.;

Годовая программа выпуска базового варианта – 14 шт.

Нормы штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$ (мин.) для базовой и проектируемой операций занесены в таблицу 16.

Таблица 16– Нормы штучно-калькуляционного времени

Операция	$T_{шт-к}$, мин
Программно – комбинированная с ЧПУ(базовый вариант)	83,4
Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ (проектный вариант)	30

Таблица 17 – Часовые тарифные ставки, р

Наименование профессии	Разряды			
	3	4	5	6
Оператор станков с ЧПУ	110,97	154,13	184,95	246,60

Годовой фонд времени работы единицы оборудования 4015 часов. Коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса $K=1,2$

Нормы амортизационных отчислений:

Для станков с ЧПУ 6,7% от стоимости станка.

Стоимость электроэнергии 1кВт·ч = 3,80 р.

4.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений K , руб. определяем по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (40)$$

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

$K_{прс}$ – капитальные вложения в приспособления, р.;

$K_{прг}$ – капитальные вложения в программное обеспечение, р.

Определение количества технологического оборудования. Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_d \cdot K_v \cdot K_z \cdot 60} \quad (41)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин;

N – годовая программа выпуска детали представителя, шт;

60 – перевод минут в часы;

F_d – действительный фонд времени оборудования, ч;

K_v – коэффициент выполнения норм времени, 1,15;

K_z – коэффициент загрузки оборудования, 0,78.

Таблица 18 – Количество оборудования по базовому варианту

Оборудование	Модель оборудования	Количество станков		Коэффициент загрузки
		Расчет.	Принят.	
ОЦ ИС - 500	ИС-500	0,43	1	0,43

Таблица 19 – Количество оборудования по проектному варианту

Оборудование	Модель оборудования	Количество станков		Коэффициент загрузки
		Расчет.	Принят.	
Обрабатывающий центр с ЧПУ	Multus B300W	0,37	1	0,37

Обрабатывающий центр MULTUS B300W в проектном варианте используется не на полную мощность, что позволяет дозагрузить его дополнительно данной деталью, в итоге коэффициент загрузки станка составит 0,9.

4.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ

Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ определяются по формуле:

$$K_{\text{прг}} = K_{\text{уп}} \cdot K_3 \cdot n \quad (42)$$

где $K_{\text{уп}}$ – стоимость одной управляющей программы, $K_{\text{уп}} = 80000 \text{ р.}$;

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

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

$$K_{\text{прг}} = 80000 \cdot 1,1 \cdot 1 = 88000 \text{ р.}$$

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 20.

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс.руб.			Стоимость всего оборудования, тыс. руб.	
	Базовый вариант	Совершенствованный вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Затраты на монтаж	Первоначальная стоимость	Базовый вариант	Совершенствованный вариант
ОЦ ИС-500	1		22	22	17000		17000	17000	
Обработывающий центр MULTUS-B300W		1	45	45	18000		18000		18000
Итого	1	1						17000	18000

В оборудование инвестиций не требуется, так как оно уже имеется на предприятии.

Итого капитальных вложений (инвестиции):

- Вложение в УП – 88000 р.

4.3. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (43)$$

где Z_m – затраты на материалы (заготовки), р.;

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

$Z_э$ – затраты на технологическую электроэнергию, р.;

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

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

$Z_{и}$ – затраты на малоценный инструмент р.

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (44)$$

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

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

$Z_{\text{эл}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

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

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

Выбор заготовки и ее экономическое обоснование предоставлено в п. 2.2.

4.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t_{\text{шт-к}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}}, \quad (45)$$

где $C_{\text{т}}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное времени на операцию, час;

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

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

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_{\text{р}} = 1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год}}{F_p \cdot 60},$$

(46)

где t – штучное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{год} = 140$ шт. – базовый вариант, $N_{год} = 1000$ шт. – проектный вариант;

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

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_p = 1980$ ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицы 20 и 21.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин.	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная, чел.	Численность станочников, принятая чел.
Программно – комбинированная	154,13	83,05	157,29	0,09	1
Итого			157,29	0,09	1

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин.	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	154,13	30	100,26	0,25	1
Итого			100,26	0,25	1

4.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_{\text{т}}^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (47)$$

где $C_{\text{т}}^{\text{всп}}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

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

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел

$$Ч_{\text{всп}} = \frac{q_{\text{р}} \cdot n}{H}, \quad (48)$$

где $q_{\text{р}}$ – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком.

Определим по формуле 50 необходимое количество наладчиков:

$$Ч_{\text{всп}} = \frac{0,37 \cdot 2}{5} = 0,148 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих – 5% от числа станочников, контролеров -7% от числа станочников.

Результаты расчетов сведем в таблицы 22 и 23.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1. Наладчик	135,63	0,172	96,8
2. Контролер	123,3	0,0063	6,5
3. Транспортный работник	93,09	0,0045	3,48
Итого		0,183	106,78

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1. Наладчик	135,63	0,148	45,2
2. Контролер	123,3	0,0175	6,4
3. Транспортный работник	93,03	0,0125	3,48
Итого		0,178	55,08

4.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение технологической операции, рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{о.д.}} \cdot k_W \cdot t_{\text{шт-к}}}{\eta \cdot k_B \cdot 60} \cdot C_{\text{э}}, \quad (49)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

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

$k_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, 0,5;

$k_{\text{о.д.}}$ – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка ($k_{\text{о.д.}} = 1$);

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04);

k_B – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса 1,15;

η – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (принимается по паспорту оборудования) 0,9;

$\Pi_3 = 3,80$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицы 24 и 25.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно – калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
ИС-500	22	83,4	17,51
Всего			17,51

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по проектному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно – калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
Multus B300W	45	30	12,88
Всего			12,88

4.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (50)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{\Pi_{об} \cdot N_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (51)$$

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

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, 5% для универсального оборудования, 6,8% для ОЦ с ЧПУ;

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

k_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Определение затрат на текущий ремонт оборудования.

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетом по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования.

Затраты на ремонт берутся в размере 6,8 % от стоимости оборудования на одну деталь на универсальное оборудование. 1% на обрабатывающий центр, т.к. требуется только техническое обслуживание.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицы 26 и 27.

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Мо- дель станка	Стои- мость, тыс. р.	Кол . шт.	Норма амортиза- ции	Штучно – каль- куляционное время, мин	Амортизацион- ные отчисления, р.	Затра- ты на ремонт, р.
ИС-500	17000	1	6,8%	83,4	533,799	170

Таблица 27– Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Мо- дель станка	Стои- мость, тыс. р.	Кол . шт.	Норма амортиза- ции	Штучно – каль- куляционное время, мин	Амортизацион- ные отчисления, р.	Затра- ты на ремонт, р.
Multus B300W	18000	1	6,8%	30	276,17	180

4.3.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляем по формуле:

$$З_{\text{и}} = \frac{Ц_{\text{и}} + \beta_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{п}}}{T_{\text{ст}} \cdot N_{\text{год}} \cdot (\beta_{\text{п}} + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (52)$$

где $Ц_{\text{и}}$ – цена единицы инструмента, р.;

$\beta_{\text{п}}$ – число переточек, $\beta_{\text{п}} = 0$;

$Ц_{\text{п}}$ – стоимость одной переточки, $Ц_{\text{п}} = 0,00$ р.;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента, $T_{\text{ст}} = 240$ мин;

$T_{\text{м}}$ – машинное время, мин;

$\eta_{\text{и}}$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{\text{и}} = 0,98$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 140$ шт.

$N_{\text{год}} = 1000$ шт. проектируемый.

Таблица 28 – Затраты на эксплуатацию инструмента

Вариант технологического процесса	Режущий инструмент		
	Наименование	Цена единицы инструмента, р.	Затраты на эксплуатацию инструмента, р.
1	2	3	4
Базовый вариант	Фреза концевая диам. 100 2214-0501	400	1,29
	Фреза диам. 40 2223-1084	350	1,5
	Сверло диам. 3 центровочное 9343-188	120	0,385
	Зенкер 9346-344	300	0,964
	Развертка ди-ам.14Н11	280	0,81
	Развертка ди-ам.14Н9	280	0,81
	Резец 20Х20 9323-290	154	0,495
	Сверло диам. 4 2300-1021	100	0,265
	Фреза диам. 30 2223-1078	380	1,8

Продолжение таблицы 28 – Затраты на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4
	Фреза диам. 16 2223-1064	300	0,964
	Фреза дисковая диам. 100 2254-0005	380	1,8
	Фреза диам. 50 2223-1087	360	1,8
Итого:			6,629
Проектный вариант	Резец проход- ной упорный Mitsubishi 2525M09	4000	0,81
	Резец расточ- ной Mitsubishi 1612R-07A	2500	0,562
	Фреза торцевая Mitsubishi APX3000- 050A05RA	10000	2,25
	Фреза канавоч- ная ISCAR MMTS135- H40D-06	18900	2,835
	Фреза концевая цилиндрическая ISCAR E90XD20-C20- 06	19000	4,275
	Фреза концевая ISCAR 3ME20AXD40- W32-13C	17000	3,825
	Сверло центро- вочное Mitsubishi MSP0300SB	10000	2,25
	Сверло Mitsubishi MPS1580S-DIN	10000	2,25
	Сверло Mitsubishi MPS1380S-DIN	10000	2,25
	Сверло Mitsubishi MPS0380L- DIN-C	10000	2,25

Окончание таблицы 28 – Затраты на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4
	Развертка IS-CAR RM-SHR-1600-H7S-CS-CH 07	10710	2,41
	Развертка IS-CAR RM-SHR-1400-H7S-CS-CH 07	10710	2,41
	Развертка IS-CAR RM-SHR-0400-H7S-CS-C 07	10710	2,41
Итого:			33,159

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статья затрат	Базовый вариант Сумма, руб.	Проектный вариант Сумма, руб.
Заработная плата станочников	157,29	100,26
Заработная плата вспомогательных рабочих	352,02	352,02
Затраты на электроэнергию	17,51	12,88
Затраты на содержание оборудования	170	180
Затраты на эксплуатацию инструмента	6,629	33,159
Итого	703,449	678,319

4.4. Определение годовой экономии

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (53)$$

где $C_{\text{б}}$; $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (703,449 - 678,319) \cdot 1000 = 25130 \text{ р.}$$

4.5. Анализ уровня технологии производства

Уровень механизации труда:

$$K_{\text{мех}} = \frac{T_0 + T_{\text{всп}}}{t} \cdot 1000\%, \quad (54)$$

где $k_{\text{мех}}$ – коэффициент механизации на операции, %;

T_0 – основное (машинное) время обработки детали на программных операциях, мин;

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (55)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

По формуле 55 определим производительность труда для двух вариантов технологических процессов:

$$B_6 = \frac{4029 \cdot 1,15 \cdot 60}{83,4} = 3333,34 \text{ дет./год}$$

$$B_{\text{пр}} = \frac{4029 \cdot 1,15 \cdot 60}{30} = 9266,7 \text{ дет./год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{пр}} - B_6}{B_6} \cdot 100\% = \frac{9266,7 - 3333,34}{3333,34} \cdot 100\% = 178\%$$

где $B_{\text{пр}}$, B_6 – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

Таблица 30 – Техничко – экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт.	140	1000	+860
Затраты на одну заготовку, р.	3510	693,5	-2816,5
Коэффициент использования металла	0,2	0,7	+0,5
Экономический эффект способа получения заготовки, р.	2816500		-
Количество оборудования, шт.	1	1	-
Количество станочников, чел.	1	1	-
Количество вспомогательных рабочих, чел.	3	3	-
Технологическая себестоимость обработки одной детали, р.	703,449	678,319	-25,13
Коэффициент механизации, %	0,65	1,00	+0,35
Производительность труда, дет./год	3333,34	9266,7	+5933,36
Показатель экономического эффекта, р	25130		-

Таким образом, в результате повышения технологического уровня изготовления детали был получен годовой экономический эффект в размере 25130 рублей, так же требуются капитальные вложения в составе 88000 рублей для создания управляющей программы, также в проектно технологическом процессе изменен способ получения заготовки на штамповку, а в базовом технологическом процессе способ получения заготовки прокат в виде звезды ПК 4842.

Стоимость одной заготовки:

- Прокат в виде звезды ПК 4842 – 3510 р.

- Штамповка – 693,5 р.

Наиболее целесообразный метод получения заготовки это штамповка, так как он дешевле, и коэффициент изменения материала более выше чем у проката ПК 4842, что говорит о том, что меньше металла уходит в стружку.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте рассматриваются вопросы совершенствования технологического процесса изготовления детали «Наконечник», с применением современного обрабатывающего центра MULTUS B300W. В связи с этим существует необходимость в переподготовке квалифицированных рабочих кадров, по профессии – «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 4 разряда. Переподготовка операторов станков с ЧПУ будет производиться из рабочих, проработавших на предприятии определенное время и имеющих опыт работы на производстве по профессии «Токарь».

Целью курса переподготовки по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» является формирование у слушателей знаний и умений, необходимых для наладки и подналадки обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; а также обработка простых и сложных деталей на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Задачей курса является достижение более высокой степени квалификации в данной сфере профессиональной деятельности.

Переподготовка операторов станков с ЧПУ производится непосредственно на предприятии, которое располагает собственным учебным центром подготовки и переподготовки кадров. Прохождение курсов переподготовки даёт возможность станочникам познать технологические новшества, изучая некоторые инновационные технологии.

Для разработки учебного плана переподготовки оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ из токаря в учебном центре, необходимо проанализировать профессиональные стандарты

«Оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением» и «Токаря» 5 разряда.

5.1. Анализ профессионального стандарта по профессии «Токарь»

Анализ содержания профессиональной деятельности токаря был проведен с использованием профессионального стандарта «Токарь», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 25 декабря 2014г. № 1128н, регистрационный номер 382 [16].

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Токарь» 5 разряда представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Токарная обработка и доводка особо сложных деталей и инструментов с большим числом переходов и перестановок по 6–7 квалитетам на универсальных станках, в том числе на крупногабаритных	Код	D	Уровень квалификации	5
Возможные наименования должностей	Токарь 5-го разряда				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих Дополнительные профессиональные программы – программы повышения квалификации, программы профессиональной переподготовки				
Требования к опыту практической работы	Опыт работы токарем 4-го разряда не менее двух месяцев				
Особые условия допуска к работе	При необходимости использования грузоподъемного оборудования для установки и снятия деталей необходимо прохождение инструктажа по выполнению работ с использованием стропального оборудования, с отметкой о периодическом (или внеочередном) прохождении проверок знаний производственных инструкций Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации				

Трудовая функция «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 6–7 квалитет» имеет код D/01.5 и принадлежит 5 уровню квалификации

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 32.

Таблица 32 - Трудовые функции

Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 6–7 квалитет	D/01.5
Контроль параметров особо сложных деталей и инструментов с помощью контрольно-измерительных инструментов и приборов, обеспечивающих погрешность не ниже 0,01 мм, и калибров	D/02.5

Выбрана трудовая функция D/01.5 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 6 – 7 квалитет, ее анализ приведен в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции D/01.5

Наименование	Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 6–7 квалитет	Код	D/01.5	Уровень квалификации	5
1	2	3	4	5	6
Трудовые действия	Трудовые действия, предусмотренные трудовой функцией C/01.4 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7–10 квалитет»				
	Обработка и доводка особо сложных деталей и инструментов с большим числом переходов по 6–7 квалитетам, требующих перестановок и комбинированного крепления при помощи специальных приспособлений и точной выверки в нескольких плоскостях				
	Обработка с переустановками сложных и ответственных деталей с большим количеством поверхностей по 8–9 квалитетам с соблюдением перпендикулярности, соосности, радиального и торцового биения не более 0,05 мм				
	Обтачивание наружных и внутренних фасонных поверхностей и поверхностей, сопряженных с криволинейными цилиндрическими поверхностями, с труднодоступными для обработки и измерения местами				
	Обработка длинных валов и винтов с применением нескольких люнетов				
	Нарезка и накатка многозаходной резьбы различного профиля и шага				
	Окончательная нарезка червяков по 8–9 степеням точности				
	Выполнение операций по доводке инструмента, имеющего несколько сопрягающихся поверхностей				

Продолжение таблицы 33 – Анализ трудовой функции D/01.5

1	2	3	4	5	6
	Обработка сложных крупногабаритных деталей и узлов на универсальном оборудовании				
	Обработка новых и переточка выработанных прокатных валков с калиброванием сложных профилей, в том числе выполнение указанных работ по обработке деталей и инструмента из труднообрабатываемых, высоколегированных и жаропрочных материалов				
	Доводка резьбы в упор после хромирования				
	Восстановление (обработка) ходовых и суппортных гаек с проверкой резьбы по ходовому винту с отношением длины резьбы к среднему диаметру от 3,5 до 5				
	Обработка колец-манжет с желобами из мягких неметаллических материалов с толщиной стенки менее 1,0 мм по 9–10 квалитетам				
	Установка деталей в различных приспособлениях, универсальных патронах, на угольнике и на планшайбе с точной выверкой по индикатору не более 0,02 мм				
Необходимые умения	Необходимые умения, предусмотренные трудовой функцией C/01.4 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7–10 квалитет»				
	Осуществлять установку, перестановку и комбинированное крепление заготовок при помощи различных приспособлений с точной выверкой в нескольких плоскостях для обработки				
	поверхностей с точностью по 6–7 квалитетам				
	Устранять влияние изгиба длинных валов и винтов от воздействия силы резания с применением нескольких люнетов, обеспечивать точность обработки по 6–7 квалитету				
	Подготавливать инструмент и приспособления, выполнять обработку и измерения наружных и внутренних фасонных поверхностей и поверхностей, сопряженных с криволинейными цилиндрическими поверхностями с труднодоступными для обработки и измерений местами				
	Выполнять настройку и регулировку станка и приспособлений для нарезания многозаходных резьб				
	Обрабатывать окончательно диски подколпачкового устройства, карусели испарителя, вакуумные колпаки размером до 500 мм				
	Предварительно обрабатывать роторы сложных центрифуг и роторы цельнокованные паровых турбин; шестерни цилиндрические, шкивы гладкие и для клиноременных передач диаметром свыше 1000 мм, конические и червячные диаметром свыше 600 мм; шестерни цилиндрические диаметром до 2000 мм, шкивы гладкие				
	Обрабатывать вкладыши разъемные, втулки цилиндров судовых дизелей диаметром свыше 600 мм				
	Обрабатывать кабельные барабаны диаметром свыше 500 мм с нарезанием ручьев				
	Обрабатывать детали паромасляных насосов, химических насосов и установок средней величины из специальных неметаллических материалов, юстировочных узлов, редуктора привода роторного колеса				

Продолжение таблицы 33 – Анализ трудовой функции D/01.5

1	2	3	4	5	6
	Обрабатывать стаканы для герметических разъемов сложные, цилиндры компрессоров и гидропрессов				
	Растачивать сферические гнезда по шаблону матриц, пуансонов формовочных, вырубных, вытяжных штампов, ковочных штампов и пресс-форм сложного профиля с полированием матрицы для пресс-форм;				
	Обрабатывать трубы дейдвудные, инжекторы водяные и паровые				
	Обрабатывать кулисы кузнечно-прессового оборудования				
	Обрабатывать баллеры рулей средних и больших судов				
	Предварительно обрабатывать цельнокованные роторы паровых турбин				
	Обрабатывать валки черновых клетей сортовых станов и промежуточных клетей с закрытыми калибрами; валки обжимных черновых и полустисковых клетей при прокатке рельсов, балок, швеллеров, кругов, уголков, тракторных башмаков на рельсобалочных и крупно-сортных станах; валки полировочных клетей для прокатки рессорной полосы; валы гладкие и ступенчатые длиной свыше 5000 мм (обтачивание с припуском на шлифование); валы гребные (при отношении длины к диаметру до 30); валы коленчатые с числом шатунных шеек шесть и более (окончательное обтачивание шатунных шеек, подрезание щек и затылование); валы распределительные дизелей длиной от 1000 до 6000 мм; валы упорные судовые; валы-шестерни шестеренных клетей прокатных станов диаметром свыше 500 мм, длиной свыше 2000 мм; валы и оси длиной свыше 2000 мм со сверлением глубоких отверстий; винты ходовые с длиной нарезки от 2000 до 7000 мм; винты суппортные длиной свыше 15 000 мм; колонны гидравлических прессов длиной до 15 000 мм; шпиндели токарных станков длиной свыше 1000 мм; штанги гребных валов регулируемого шага длиной до 10 000 мм; буксы золотников и суммирующие золотники паровых турбин длиной свыше 500 мм				
	Точить окончательно болты, гайки, шпильки свыше М80; обтачивать и нарезать резьбу винтов и гаек с многозаходной трапецеидальной резьбой; растачивать начисто конуса по калибру с доводкой калибров конусных (пробки, втулки) для гребных валов; доводить резьбу калибров (пробки, кольца) с конусной резьбой, конусные пробки, втулки диаметром свыше 100 мм; обрабатывать притиры резьбовые с треугольной, прямоугольной и трапецеидальной резьбой; нарезать резьбу у фрез червячных, модульных, угловых и двухугловых несимметричных диаметром свыше 200 мм, червяков многозаходных; точить гребенки резьбовые, калибры резьбовые, калибры конусов Морзе (доводка после шлифования)				
Необходимые знания	Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией С/01.4 «Подготовка оборудования, оснастки, инструментов, рабочего места и токарная обработка заготовок с точностью 7–10 квалитет»				

Окончание таблицы 33 – Анализ трудовой функции D/01.5

1	2	3	4	5	6
	Конструктивные особенности и правила проверки на точность токарных станков различных конструкций, универсальных и специальных приспособлений				
	Способы установки и выверки деталей				
	Геометрия, правила термообработки, заточки и доводки различного режущего инструмента				
	Способы достижения установленной точности и чистоты обработки				
	Основные принципы калибровки сложных профилей				
	Основы теории резания металлов в пределах выполняемой работы				
Другие характеристики	-				

5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н, регистрационный номер 131 [17]:

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор обрабатывающих центров» 3 разряда представлены в таблице 34.

Таблица 34 – Анализ обобщенной трудовой функции

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Код	В	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации				
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)				
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"				
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке				
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте				

Трудовая функция «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности» имеет код В/01.3- В/04.3 и принадлежит 3 уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 35.

Таблица 35 - Трудовые функции

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3
Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3
Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3

Выбрана трудовая функция А/01.2 - «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)» ее анализ приведен в таблице 36.

Таблица 36 - Анализ трудовой функции В/02.3

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

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки токаря в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

5.3. Анализ рабочей программы

Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP (OKUMA) содержит 27 тем. По окончании образовательной программы учащиеся сдают экзамен. Общая трудоемкость программы составляет 72 часа, данная программа предоставлена в таблице 37.

Таблица 37 – Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP (OKUMA)

№ п/п	Тема	Часы	Подпись
1	2	3	4
1	Назначение кнопок главного пульта управления.	2	
2	Включение и выключение станка.	2	
3	Безопасность работы и назначения блокировок станка.	2	
4	Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки.	2	
5	Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов.	1	
6	Установка инструмента в revolverную головку, его регистрация.	2	
7	Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов.	1	
8	Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций.	1	
9	Автоматический режим: выбор управляющих программ, их запуск, останов и сброс.	1	
10	Автоматический режим: выбор плановых программ, их запуск, останов и сброс.	2	
11	Возобновление обработки программы после останова и ее сброса (RESTART).	2	
12	Автоматический режим: покадровая обработка, пропуск кадра, останов по M01.	2	
13	Изменение подачи быстрого хода, рабочей подачи, скорости вращения шпинделя в автоматическом покадровом и автоматическом непрерывном режимах.	2	
14	Выход в ручной режим во время автоматической обработки детали без сброса программы.	2	
15	Автоматическая обработка: функция блокировки приводов, ускоренный прогон программы.	2	
16	Индикация на главном пульте управления и экранные режимы дисплея.	2	

Продолжение таблицы 37 – Программа консультационного курса по основам управления многофункциональными обрабатывающими центрами с ЧПУ OSP

1	2	3	4
17	Создание и редактирование управляющих программ	8	
18	Ввод и вывод управляющих программ.	4	
19	Функция HELP (помощь).	2	
20	Назначение, установка и модификация COMMON VARIABLE (глобальных переменных).	2	
21	Установка компенсации на длину инструмента и его модификация.	4	
22	Установка компенсации на радиус инструмента и его модификация.	4	
23	Настройка TOUCH SETTER – M.	4	
24	Автоматическое определение вылета инструмента с помощью TOUCH SETTER – M.	4	
25	Установка смещения нулевой точки и ее модификация.	4	
26	Смена инструмента.	2	
27	Работа со стружкоуборочным конвейером	2	
28	Экзамен	4	

Выбрана тема «Создание и редактирование управляющих программ».

Тематический план изучения данной темы состоит из 2 разделов, представлен в таблице 38.

Таблица 38 – План изучения темы «Создание и редактирование управляющих программ»

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	В том числе:		Формы контроля
			Теоретическое занятие	Практические занятия	
1	Основные общие G – коды и вспомогательные M – коды	2	2	0	Тестирование
2	Разработка УП	6	0	6	Выполнение практической работы
	Итого:	8	2	6	Зачет

В соответствии с тематическим планом изучения программы «Создание и редактирование управляющих программ» на лекции отводится 2 часа, на практические занятия – 6 часов.

5.4. Разработка урока теоретического плана занятия

Тема занятия: «Создание и редактирование управляющих программ».

Цели:

Образовательная: Формирование знаний у слушателей об основных и вспомогательных командах используемых при построении УП; формирование умений в создании управляющих программ разной сложности.

Развивающая: Развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;

Воспитательная: Воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип урока: лекция, ориентированная на усвоение и новых знаний и повторение старых.

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение, упражнения, тесты.

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиапроектор, слайды, таблицы, доска, мел, чертежи, схемы.

Продолжительность теоретического занятия: 90 минут

Занятие проходит в учебном классе.

Ход урока представлен в таблице 39.

Таблица 39 - Деятельность преподавателя и учащегося на теоретическом занятии (рассчитана на 2 академических час)

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие учащихся Проверка присутствующих	5	Приветствие преподавателя.
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	5	Слушают. Запись темы урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают.
4	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы и анализирует их ответы. Дополняет и при необходимости поправляет обучаемых.	15	Предполагаемые ответы

Окончание таблицы 39 – Деятельность преподавателя и учащегося на теоретическом занятии (рассчитана на 2 академических час)

1	2	3	4	5
5	Сообщение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	90	Слушают, конспектируют, изучают слайды
6	Закрепление новых знаний	Тестирование Раздает вопросы теста	15	Отвечают на вопросы, сдают преподавателю
7	Закрепление новых знаний	Создание УП Выдается 5 чертежа разной сложности.	225	Пишут управляющую программу на каждый чертеж

Организационная часть: Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Создание и редактирование управляющих программ» и план изложения нового материала:

- основные команды программирования с адресом G,
- вспомогательные команды с адресом M,
- описание основных команд,
- пример разработанной УП.

Мотивация учащихся: Тема «Создание и редактирование управляющих программ» очень важна оператору станков с ЧПУ для дальнейшего применения в практической работе.

Вопросы для актуализация опорных знаний:

1. Что такое основные и вспомогательные коды?
2. Что такое УП?
3. Структура управляющей программы.
4. Понятия: «кадр», «слово», «функция».

Изложение нового учебного материала:

Основные команды записываются с адресом G, представлены в таблице 40, вспомогательные команды с адресом M - в таблице 41.

Таблица 40 – Основные команды OKUMA OSP – 200L

Код (функция)	Назначение и пример кадра с кодом
1	2
G00	Ускоренный ход – перемещение на очень высокой скорости в указанную точку G00 X10. Y20. Z25.
G01	Линейная интерполяция – перемещение по прямой линии на указанной скорости подачи G01 X10. Y20. F100
G02	Круговая интерполяция – перемещение по дуге по часовой стрелке на указанной скорости подачи G02 X10. Y20. R10. F100
G03	Круговая интерполяция – перемещение по дуге против часовой стрелки на указанной скорости подачи G03 X10. Y20. R10. F100
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости ZX
G19	Выбор плоскости YZ
G20	Ввод дюймовых данных G20 G00 X10. Y20
G21	Ввод метрических данных G21 G00 X10. Y20
G40	Отменить компенсацию на радиус
G41	Компенсация радиуса слева
G42	Компенсация радиуса справа
G43	Коррекция положения инструмента
G54	Смещение инструмента по оси X
G55	Смещение инструмента по оси Y
G56	Смещение инструмента по оси Z
G64	Режим контурной обработки
G90	Абсолютное позиционирование – все координаты отсчитываются от постоянной нулевой точки G90 G00 X10. Y20
G91	Относительное позиционирование – все координаты отсчитываются от предыдущей позиции G91 G00 X10. Y20
G81	Цикл сверления G81 X10. Y20. Z-5. F30
G82	Цикл сверления с задержкой на дне отверстия G82 X10. Y20. Z-5. R1. P2. F30
G83	Прерывистый цикл сверления G83 X10. Y20. Z-5. Q0.25 R1. F30

Окончание таблицы 40 – Основные команды OKUMA OSP – 200L

1	2
G85	Цикл растачивания отверстия G85 X10. Y20. Z-5. F30
G96	Постоянная скорость резания ON
G97	Постоянная скорость резания OFF

Таблица 41 – Вспомогательные команды OKUMA OSP – 200L

Код (функция)	Назначение и пример кадра с кодом
M00	Запрограммированный останов – выполнение программы временно прекращается
M01	Прямое вращение шпинделя – шпиндель вращается по часовой стрелке
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Обратное вращение шпинделя – шпиндель вращается против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Автоматическая смена инструмента M06 T02
M08	Включение подачи охлаждающей жидкости
M09	Выключение подачи охлаждающей жидкости
M10	Зажим
M11	Разжим
M30	Конец программы, перевод курсора к началу программы
M70	Ручная смена инструмента
M98	Вызов подпрограммы.

В приложении Б приведены слайды для проведения теоретического и практического занятия по теме «Создание и редактирование управляющих программ»

Вопросы для тестирования:

1. Что такое основные коды?
2. Что такое вспомогательные коды?
3. Какую функцию выполняет команда G1?
 - а) режим контурной обработки б) выбор рабочей плоскости XY
 - в) рабочее перемещение д) круговая интерполяция по часовой стрелке

4. Какую функцию выполняет команда G64?

- a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке

5. Какую функцию выполняет команда G2?

- a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке

6. Какую функцию выполняет команда G17?

- a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке

7. Какую функцию выполняет команда M00?

- a) включение охлаждения b) конец программы
c) программируемый останов d) выключение охлаждения

8. Какую функцию выполняет команда M02?

- a) выключение охлаждения b) конец программы
c) включение охлаждения d) программируемый останов

9. Какую функцию выполняет команда M08?

- a) включение охлаждения b) конец программы
c) программируемый останов d) выключение охлаждения

10. Какую функцию выполняет команда M09?

- a) программируемый останов b) конец программы
c) включение охлаждения d) выключение охлаждения

Ответы на тест:

1 - коды с адресом G, называемые основными, определяют настройку СЧПУ на определенный вид работы.

2- коды с адресом M называются вспомогательными и предназначены для управления режимами работы станка.

3с, 4а, 5d, 6b, 7с, 8b, 9а, 10d.

Закрепление знаний с помощью создания УП по чертежам:

Чертеж 1

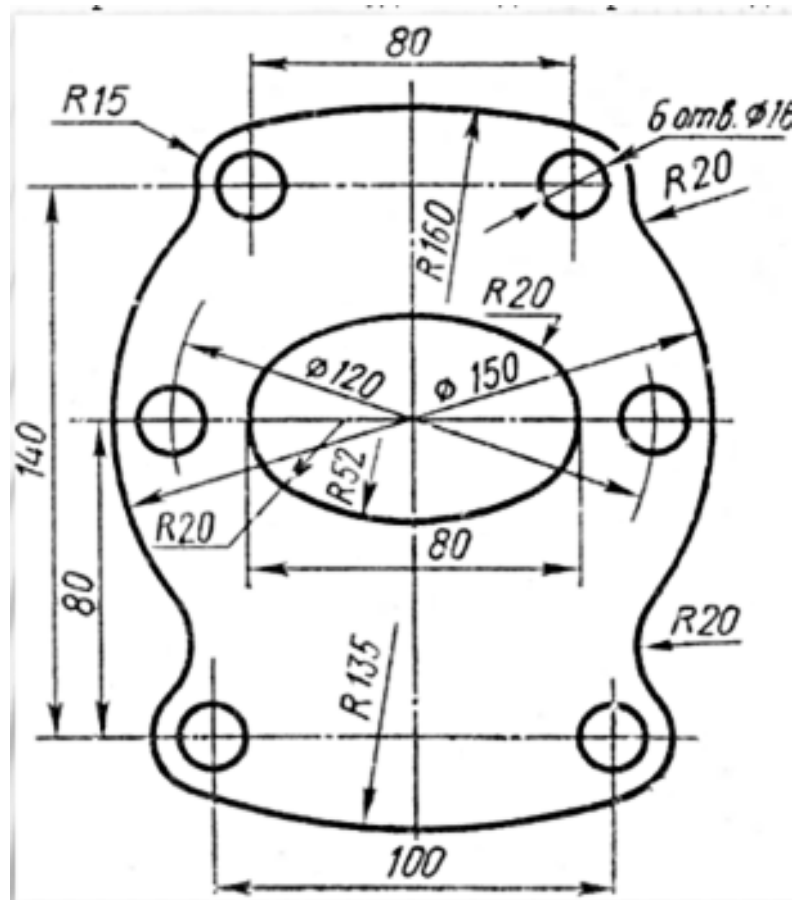


Рисунок 15- чертеж детали «Пластина»

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

Чертеж 4

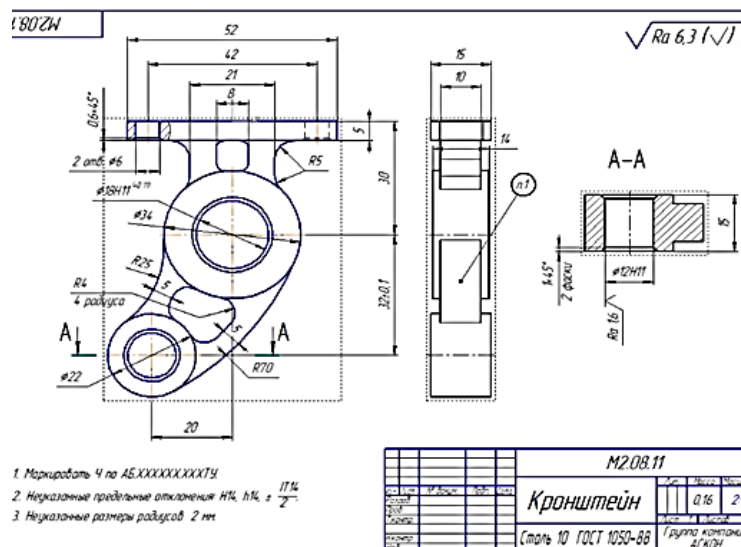


Рисунок 18- чертеж детали «Кронштейн»

Вывод: В методической части выпускной квалификационной работе был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации токарей 5разряда на операторов станка с ЧПУ 4разряда, разработан учебно-тематический план дисциплины «Создание и редактирование управляющих программ» а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования внесены изменения в базовый технологический процесс, применено другое оборудование, технологическая оснастка, режущий инструмент. Вместо обрабатывающего центра ИС – 500, был взят обрабатывающий центр MULTUS B300W. Известно, что один станок с ЧПУ позволяет высвободить 3 – 4 станочника. Также применение этих станков позволяет применить многостаночное обслуживание, что повышает экономическую эффективность технологического процесса.

Сокращение количества станков привело к понижению затрат на электроэнергию. При проектировании соблюдены нормы техники безопасности. Применение централизованной уборки стружки и очистных сооружений повышает экологичность проекта.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.
6. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.
7. Макиенко Н.И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования: Метод. Пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 344 с., ил.
8. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. 736 с.
9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

10.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988. 366с.

11.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1974. 136с.

12. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. 223 с.

13.Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов. Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев под ред. Е.Я. Юдина 2-е изд. перероб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 432с.

14. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.

15. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 408 с.

16. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

17. СНИП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.

18.СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочим инструментам.

19. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

20. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496с.

21. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.

22. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. 656 с., ил.

23. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): Учебн. Пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

24. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 150 с.

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Приложение А. Перечень демонстрационного материала

1. Чертеж детали (А1)
2. Чертеж заготовки (А1)
3. Операционные эскизы (3 листа А1)
4. Фрагмент программы (А1)

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

**Приложение Б. Управляющая программа механической обработки
детали «Наконечник»**

G13

G140

NOEX VTLIN[2]=36 VTLEFN[2]=1 VTLD[2]=60 VTLL[2]=120
VTLSL[2]=0 VTLPA[2]=0

G141

NOEX VTLIN[1]=3 VTLEFN[1]=1 VTLL[1]=40 VTLA2[1]=5
VTLA1[1]=80 VTLSL[1]=0 VTLPA[1]=6

NOEX VTLIN[1]=1 VTLEFN[1]=1 VTLL[1]=40 VTLA2[1]=5
VTLA1[1]=80 VTLSL[1]=0 VTLPA[1]=6

NOEX VTLIN[2]=2 VTLEFN[2]=1 VTLD[2]=32 VTLL[2]=22 VTLA2[2]=3
VTLA1[2]=55 VTLSL[2]=0 VTLPA[2]=0

NOEX VTLIN[3]=9 VTLEFN[3]=1 VTLL[3]=40 VTLA2[3]=17.5
VTLA1[3]=55 VTLSL[3]=0 VTLPA[3]=6

NOEX VTLIN[3]=7 VTLEFN[3]=1 VTLL[3]=40 VTLA2[3]=17.5
VTLA1[3]=55 VTLSL[3]=0 VTLPA[3]=6

NOEX VTLIN[4]=8 VTLEFN[4]=1 VTLD[4]=32 VTLL[4]=22 VTLA2[4]=3
VTLA1[4]=55 VTLSL[4]=0 VTLPA[4]=0

G14

G140

NOEX VTLIN[1]=3 VTLEFN[1]=1 VTLL[1]=40 VTLA2[1]=5
VTLA1[1]=80

NOEX VTLIN[2]=2 VTLEFN[2]=1 VTLD[2]=32 VTLL[2]=59 VTLA2[2]=3
VTLA1[2]=55

NOEX VTLIN[3]=9 VTLEFN[3]=1 VTLL[3]=40 VTLA2[3]=17.5
VTLA1[3]=55

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

NOEX VTLIN[4]=8 VTLFN[4]=1 VTLD[4]=32 VTLL[4]=55 VTLA2[4]=3
VTLA1[4]=55

G13

G140

NOEX VWKR=9999.999 VCHKL=0 VCHKD=0 VCHKX=230
VCHKZ=-55

G141

NOEX VWKR=9999.999 VCHKL=0 VCHKD=0 VCHKX=230 VCHKZ=0

G140

DEF WORK[M]

PT LF,LC,[-53,0],[400,400],[55,0]

PT LF,LC,[-53,0],[145,145],[55,0],0

END

DEF WORKF

PF 0,[0,0],400,D

PF 0,[0,0],145,D,0

PO [0,73]

CI[0,0],[0,-73],R,0

END

DEF WORKP

PT LF,LC,[-53,0],[400,400],[55,0]

END

DEF WORK[S]

PT LF,LC,[50,0],[230,240],[3,0]

PT LF,LC,[0,0],[230,230],[50,0]

PT LF,RC,[10,0],[164,164],[10,0],0

PT LF,RC,[41,0],[159,159],[31,0],0

PT LF,RC,[45,0],[145,159],[4,0],0

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

PT LF,RC,[53,0],[145,145],[8,0],0
 END
 CLEAR
 DRAW
 G141
 CLEAR
 DRAW
 N0001 G13
 N0002 G140
 N0003 P0010
 N0004 G50 S4200
 N0005 G141
 N0006 G00 X800 Z1000
 N0007 G50 S3800
 N0008 G14
 N0009 G140
 N0010 P0010
 N0011 G00 X800 Z1000
 N0012 G50 S4200
 N0013 G14
 N0014 G140
 N0015 G13
 N0016 G140
 N0017 P0040
 N0100 G14
 N0101 G140
 NB001
 N0102 P0020

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0103 G97 S794 M42 M03 M08
 N0104 G00 Z6 T001001
 N0105 X240.4
 N0106 G96 G111 S600
 N0107 G85 N0108 D2 F0.3 M85
 N0108 G83
 N0109 G01 X230 Z0.2
 N0110 Z2
 N0111 X145
 N0112 Z0.2
 N0113 G82
 N0114 G00 X400 Z0.2 G41
 N0115 G40
 N0116 G80
 N0117 G00 Z6
 N0118 G97 S794 M05 M09
 N0119 X800
 N0120 X800 Z1000 T001000
 N0121 P0030
 NB002
 N0200 G97 S1336 M42 M03 M08
 N0201 G00 Z6 T002002
 N0202 X143
 N0203 Z5.4
 N0204 G96 G111 S600
 N0205 G85 N0206 D4 F0.3 M85
 N0206 G83
 N0207 G01 X163.6 Z0.2

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0208 X145
 N0209 Z-46.241
 N0210 G81
 N0211 G00 X164 Z1.2 G41
 N0212 G01 Z-9.8 E0.3
 N0213 X158.6 E0.45
 N0214 Z-42.085 E0.3
 N0215 X167.739 Z-50
 N0216 G40
 N0217 G80
 N0218 G00 X143
 N0219 G97 S1336 M05 M09
 N0220 Z6
 N0221 X800
 N0222 X800 Z1000 T002000
 NB003
 N0300 G97 S1088 M42 M03 M08
 N0301 G00 Z6 T003003
 N0302 X234
 N0303 Z2
 N0304 G96 G111 S800
 N0305 G87 N0306
 N0306 G82
 N0307 G00 Z0
 N0308 G01 X400 G41 F0.18
 N0309 X163.2
 N0310 G40
 N0311 G80

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0312 G01 X165.4 Z0.1
 N0313 G00 Z6
 N0314 G97 S1540 M05 M09
 N0315 X800
 N0316 X800 Z1000 T003000
 NB004
 N0400 G97 S1572 M42 M03 M08
 N0401 G00 Z6 T004004
 N0402 X143
 N0403 Z2
 N0404 X162
 N0405 G96 G111 S800
 N0406 G87 N0407
 N0407 G81
 N0408 G00 X164
 N0409 G01 Z0.4 G41 F0.18
 N0410 Z-10
 N0411 X159
 N0412 Z-42.2
 N0413 X156.575 Z-42.9
 N0414 G40
 N0415 G80
 N0416 G01 X156.375 Z-41.8
 N0417 G00 X143
 N0418 G97 S1781 M05 M09
 N0419 Z6
 N0420 X800
 N0421 X800 Z1000 T004000

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0422 G14
 N0423 P0040
 N0500 G13
 N0501 G141
 NA001
 N0502 P0050
 N0503 MT=00101
 N0504 TC=01
 N0505 M421
 N0506 G97 S794 M41 M03 M08
 N0507 G00 X800 Z1000
 N0508 TL=001001 M603
 N0509 Z57
 N0510 X240.4
 N0511 G96 G110 S600
 N0512 G85 N0513 D2 F0.3 M85
 N0513 G83
 N0514 G01 X230 Z50.2
 N0515 Z53
 N0516 X145
 N0517 Z50.2
 N0518 G82
 N0519 G00 X400 Z50.2 G41
 N0520 G01 X142.6 E0.3
 N0521 G40
 N0522 G80
 N0523 G00 Z57
 N0524 G97 S794 M09

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0525 P0060
 N0526 G14
 N0527 G140
 N0528 P0080
 N0600 G13
 NA001
 N0601 P0070
 N0602 MT=00201
 N0603 G97 S801 M08
 N0604 G00 X238 TL=001001 M603
 N0605 Z55.2
 N0606 X238.4
 N0607 G96 G110 S600
 N0608 G85 N0609 D4 F0.3
 N0609 G81
 N0610 G00 X400
 N0611 G01 Z51.2 G42 E0.3
 N0612 Z-1.2
 N0613 G40
 N0614 G80
 N0615 G00 X238
 N0616 G97 S801 M05 M09
 N0617 Z57
 N0618 X800
 N0619 X800 Z1000 TL=001000
 NA002
 N0700 TC=01
 N0701 M421

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0702 MT=00301
 N0703 G97 S1336 M42 M03 M08
 N0704 G00 X800 Z1000
 N0705 TL=002002 M602
 N0706 Z57
 N0707 X143
 N0708 Z55.4
 N0709 G96 G110 S600
 N0710 G85 N0711 D4 F0.3 M85
 N0711 G83
 N0712 G01 X168.992 Z50.2
 N0713 X145
 N0714 Z45.041
 N0715 X159 Z41
 N0716 G81
 N0717 G00 X170.192 Z51.093 G41
 N0718 G01 X157.538 Z40.134 E0.3
 N0719 G40
 N0720 G80
 N0721 G00 X143
 N0722 G97 S1336 M05 M09
 N0723 Z57
 N0724 X800
 N0725 X800 Z1000 TL=002000
 NA003
 N0800 TC=01
 N0801 M421
 N0802 G97 S1088 M41 M03 M08

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0803 G00 X800 Z1000
 N0804 TL=003003 M603
 N0805 Z57
 N0806 X234
 N0807 Z52
 N0808 G96 G110 S800
 N0809 G87 N0810
 N0810 G82
 N0811 G00 Z50
 N0812 G01 X230.8 G41 F0.18
 N0813 X168.592
 N0814 G40
 N0815 G80
 N0816 G01 X170.792 Z50.1
 N0817 G00 Z57
 N0818 G97 S1491 M09
 NA003
 N0900 MT=00401
 N0901 G97 S1632 M42 M08
 N0902 G00 X238 TL=003003 M603
 N0903 Z52
 N0904 X234
 N0905 G96 G110 S1200
 N0906 G87 N0907
 N0907 G81
 N0908 G00 X400
 N0909 G01 Z50.4 G42 F0.18
 N0910 Z-0.4

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N0911 G40
 N0912 G80
 N0913 G01 X400.2 Z0.7
 N0914 G00 X238
 N0915 G97 S1605 M05 M09
 N0916 Z57
 N0917 X800
 N0918 X800 Z1000 TL=003000
 NA004
 N1000 TC=01
 N1001 M421
 N1002 MT=00201
 N1003 G97 S2282 M42 M03 M08
 N1004 G00 X800 Z1000
 N1005 TL=004004 M602
 N1006 Z57
 N1007 X143
 N1008 Z52
 N1009 X167.392
 N1010 G96 G110 S1200
 N1011 G87 N1012
 N1012 G81
 N1013 G00 X169.792
 N1014 G01 Z50.346 G41 F0.18
 N1015 X158.6 Z40.654
 N1016 G40
 N1017 G80
 N1018 G01 X158.4 Z41.754

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N1019 G00 X143
 N1020 G97 S2671 M05 M09
 N1021 Z57
 N1022 X800
 N1023 X800 Z1000 TL=004000
 N1024 G13
 N1025 P0080
 N1100 G140
 NA002
 N1101 G00 X800 Z1000
 N1102 TC=01
 N1103 M421
 N1104 M110
 N1105 G94 M146 M15 M08
 N1106 G00 X800 Z1000
 N1107 TL=002002 SB=1592 M241
 N1108 Z72
 N1109 X238.12
 N1110 Z3
 N1111 C113
 N1112 G138 C113
 N1113 G17
 N1114 G00 X113 Y37.5 C113
 N1115 M13
 N1116 G01 Z-50 F2005.9 M147
 N1117 Y-35 F764.1
 N1118 X85
 N1119 Y-86

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N1120 X75
 N1121 G02 X-85 Y-80 I-78.724 J37.035
 N1122 G03 X-104 Y-67 I-15.775 J-2.672
 N1123 G02 X-112 Y-51 I7.866 J13.933
 N1124 G03 X-102 Y-15 I-17.617 J24.283
 N1125 G01 Y15
 N1126 G03 X-112 Y51 I-27.617 J11.717
 N1127 G02 X-104 Y67 I15.866 J2.067
 N1128 G03 X-85 Y80 I3.225 J15.672
 N1129 G02 X97 Y53 I90.873 J-14.357
 N1130 G03 X113 Y37.5 I15.992 J0.5
 N1131 G00 Z3
 N1132 G01 Z-56.9 F2005.9
 N1133 Y-35 F764.1
 N1134 X85
 N1135 Y-86
 N1136 X75
 N1137 G02 X-85 Y-80 I-78.724 J37.035
 N1138 G03 X-104 Y-67 I-15.775 J-2.672
 N1139 G02 X-112 Y-51 I7.866 J13.933
 N1140 G03 X-102 Y-15 I-17.617 J24.283
 N1141 G01 Y15
 N1142 G03 X-112 Y51 I-27.617 J11.717
 N1143 G02 X-104 Y67 I15.866 J2.067
 N1144 G03 X-85 Y80 I3.225 J15.672
 N1145 G02 X97 Y53 I90.873 J-14.357
 N1146 G03 X113 Y37.5 I15.992 J0.5
 N1147 G00 Z3

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

N1148 G136

N1149 G95 M12 M146 M09

N1150 M109

N1151 G00 Z72

N1152 X800

N1153 X800 Z1000 TL=002000

N1154 P0090

N1155 G14

N1156 G140

N1157 P0110

N1158 G13

N1159 P0120

N1160 G14

N1161 P0120

N1162 M02

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Приложение В. Фрагмент учебной программы

Слайд 1

ТЕМА ЗАНЯТИЯ:
СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ
УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

План изложения нового материала:

- основные команды программирования с адресом G;
- вспомогательные команды с адресом M;
- описание основных команд.



Рисунок 1 – УЧПУ Модели OKUMA OSP-200L

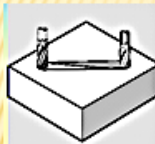
Слайд 2

ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С АДРЕСОМ G

В OKUMA OSP – 200L

Перемещение инструмента:

- G00 – ускоренный ход
- G01 – Линейная интерполяция



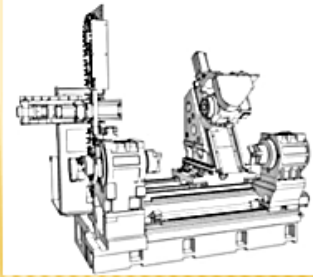
G02 – Круговая интерполяция



G03 – Круговая интерполяция перемещение против часовой стрелки

- G17 – Выбор плоскости XY
- G18 – Выбор плоскости ZX
- G19 – Выбор плоскости YZ

OKUMA Multus B300W



Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

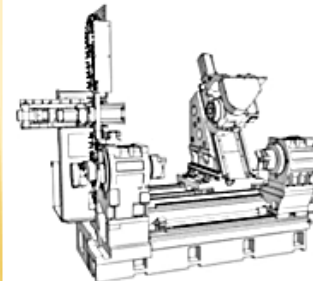
ОСНОВНЫЕ КОМАНДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С АДРЕСОМ G

В OKUMA OSP – 200L

Перемещение инструмента:

- G54 - Смещение инструмента по оси X
- G55 - Смещение инструмента по оси Y
- G56 - Смещение инструмента по оси Z
- G64 - Режим контурной обработки
- G90 - Абсолютное позиционирование
- G81 - Цикл сверления
- G82 - Цикл сверления с задержкой на дне отверстия
- G83 - Прерывистый цикл сверления
- G85 - Цикл растачивания отверстия
- G96 - Постоянная скорость резания ON
- G97 - Постоянная скорость резания OFF

OKUMA Multus B300W



OKUMA

OKUMA

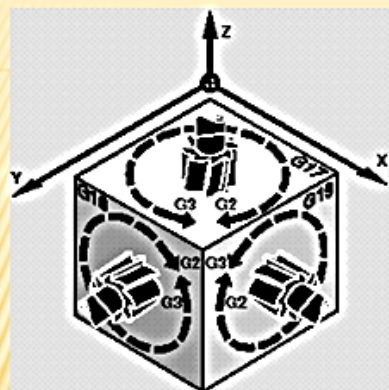
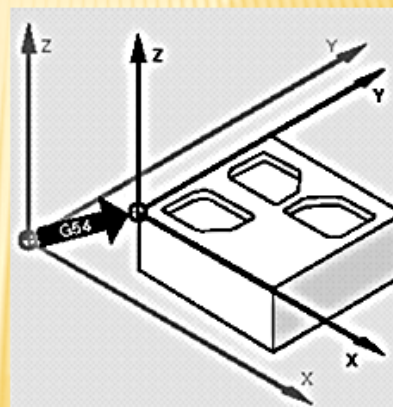


Рисунок 2 – Выбор рабочей плоскости

Рисунок 3 – Устанавливаемые сдвиги нуля



Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

Слайд 5

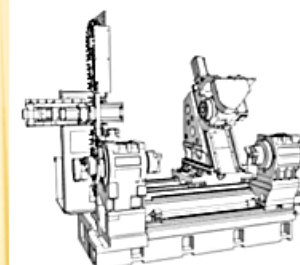
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ КОМАНДЫ

ПРОГРАММИРОВАНИЯ С АДРЕСОМ M В OKUMA OSP –

200L

OKUMA Multus B300W

M00 - Запрограммированный останов –
выполнение программы временно прекращается
M01 - Прямое вращение шпинделя –
шпиндель вращается по часовой стрелке
M03 - Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04 - Обратное вращение шпинделя –
шпиндель вращается против часовой стрелки
M05 - Останов шпинделя
M06 - Автоматическая смена инструмента
M08 - Включение подачи охлаждающей жидкости
M09 - Выключение подачи охлаждающей жидкости
M10 - Зажим
M11 - Разжим
M30 - Конец программы, перевод курсора к началу программы
M70 - Ручная смена инструмента
M98 - Вызов подпрограммы.



OKUMA

Слайд 6

ТЕСТ ПО ПРОЙДЕННОЙ ТЕМЕ.

Данный тест является допуском для практической работы.

Вопросы для тестирования

- ✗ Что такое основные коды?
- ✗ Что такое вспомогательные коды?
- ✗ Какую функцию выполняет команда G1?
 - a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
 - c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке
- ✗ Какую функцию выполняет команда G64?
 - a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
 - c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке
- ✗ Какую функцию выполняет команда G2?
 - a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
 - c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке
- ✗ Какую функцию выполняет команда G17?
 - a) режим контурной обработки b) выбор рабочей плоскости XY
 - c) рабочее перемещение d) круговая интерполяция по часовой стрелке

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.148 ПЗ

Лист

Приложение Г. Альбом технологической документации

					ДП 44.03.04.148 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		