

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЛОПАТКА»
В УСЛОВИЯХ ООО «ПУМОРИ-ЭНЕРГИЯ»

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

Идентификационный код ВКР: 535

Екатеринбург 2018

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

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

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ЛОПАТКА» В УСЛОВИЯХ ООО «ПУМОРИ-ЭНЕРГИЯ»**

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

Идентификационный код ВКР: 535

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405С

Р.Х Хусаинов

Руководитель
доцент, к.п.н.

Д.Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 120 листов печатного текста, 73 иллюстрации, 31 таблицу, 31 использованный источник, приложение на 3 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБЫТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, РЕЖИМЫ РЕЗАНЬЯ, РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАМИРОВАНИЕ НА СТАНКЕ ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Проектирование технологического процесса механической обработки деталей в условия среднесерийного производства достигнуто за счет применения современного фрезерного центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования фрезерного центра с ЧПУ.

В методической части проведена корректировка программы подготовки операторов станков с ЧПУ с учётом стартовой подготовки оператора с ЧПУ 3 разряда. Разработана методика проведения занятия в рамках этой программы.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Хусаинов				Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Лопатка» в условиях ООО «Пумори-энергия»	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Мирошин						2	
Н. Контр.	Суриков					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405С		
Зав. каф.	Бородина							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	6
1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.2.1. Качественный анализ	10
1.2.2. Количественный анализ	12
1.3. Определение типа производства.....	14
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения	17
2.2. Выбор технологических баз.....	19
2.3. Разработка технологического маршрута обработки.....	23
2.4. Описание оборудования.....	26
2.5. Выбор и описание металлорежущего инструмента	31
2.6. Расчет припусков.....	42
2.7. Расчет режимов резания.....	45
2.8. Расчет технических норм времени	48
2.9. Коэффициент загрузки оборудования.....	52
3 РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ	56
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	67
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	67
4.2. Определение капитальных вложений	68
4.3. Определение технологичности себестоимости детали	69

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

4.3.1. Затраты на материалы	69
4.3.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали	71
4.3.3. Затраты на электроэнергию	74
4.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	75
4.3.5. Затраты на эксплуатацию оборудования	76
4.3.6. Затраты на эксплуатацию инструмента.....	77
4.4. Анализ уровня технологии производства	79
5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	82
5.1. Анализ учебного плана и программы повышение квалификации по профессии « Оператор станков с программным управлением»	82
5.2. Анализ рабочей программы.....	86
5.3. Разработка занятия теоретического обучения	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
ПРИЛОЖЕНИЕ А Лист задания по дипломному проектированию	118
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Перечень графических документов	119
ПРИЛОЖЕНИЕ В Комплект технологической документации	120

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – ведущий комплекс отраслей в промышленности. Уровень его развития определяет дальнейшее развитие промышленности и тесно связанных с ним отраслей. Понятно, что темпы экономического роста производства, увеличение внутреннего валового продукта зависят от уровня развития и оснащения машиностроительного производства. Именно в нем материализуются основополагающие идеи науки и техники, создаются новые орудия труда, системы, машины, определяющие прогресс в других отраслях народного хозяйства.

В передовых странах используются высокотехнологичное оборудование и прогрессивный инструмент, в нашей стране заводы в основном оснащены универсальными станками и станками с ЧПУ, поэтому существует необходимость перевода на многоцелевые обрабатывающие центры.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали «Лопатка» для производственных условий ООО «Пумори энергия». Используется оборудование OKUMA 66VB, технологической оснастки фирм: Pumori, Sandvik Coromant.

Поставленная цель определила следующие задачи:

- проанализировать исходные данные детали;
- выбрать и обосновать метод получения заготовки;
- разработать технологический маршрут обработки детали и содержание технологических операций;
- выбрать оборудование, режущий инструмент, оснастку и режимы резания;
- разработать управляющую программу;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- выполнить методическую разработку.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

Результаты ВКР предполагаются к внедрению в производственных условиях ООО «Пумори энергия» в 2018 году.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		5

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЕТАЛИ «ЛОПАТКА»

Исходная информация для выполнения дипломного проекта подразделяется на базовую, руководящую и справочную (ГОСТ14.301-83).

Базовая информация:

Чертеж детали «Лопатка»;

Руководящая информация:

Показывает данные, которые содержатся в стандартах, устанавливающие требования к технологическим процессам, а также в стандарты на оборудование и оснастку, в документации на действующие единичные технологические процессы, в классификаторах технико-экономической информации, производственных инструкциях, материалах по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков и др.), документации по охране труда.

Справочная информация:

Показывает данные, которые есть в технологической документации опытного производства, в описании методов изготовления изделий, каталогах, справочниках, технологических материалах. Справочная информация содержится также в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, в периодических изданиях.

1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Лопатка», с габаритными размерами 113,5x82x648, массой 5,80кг.

«Лопатка» служит: для производства рабочих и направляющих турбинных лопаток, поковок, длительно работающих при температурах до +580 °С. Сталь жаропрочная мартенситного класса.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		6

Рекомендуемая максимальная температура эксплуатации в течение длительного времени - до +580 °С. Температура интенсивного окалин образования в воздушной среде +750 °С.

Технологичностью детали и ее конструкции называется свойство изделия, обеспечивающее простое, качественное и дешевое изготовление, эксплуатацию и ремонт. Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях. Качественная оценка производится по материалу, геометрии, форме, качеству поверхностей, по простановке размеров, по возможностям технологии изготовления.

Деталь изготавливается из стали жаропрочной высоколегированной стали 15X11МФ. С точки зрения конструкции деталь высокого уровня сложности, так как имеет аэродинамический контур переменного сечения, определяемый по таблице значений и требующий контроля специальными шаблонами в указанных сечениях.

Шероховатость поверхностей рабочей части лопатки составляет Ra0,8 - Ra1,6, остальных Ra3,2. Так же в конструкции готовой детали не имеется поверхностей, которые смогли бы явно служить базами при механической обработке или установки в приспособления, т.е. с точки зрения базирования и проектирования установочно-зажимного приспособления деталь является сложной. С точки зрения проведения контроля готовой детали конструкция так же является сложной, т.к. требует многократного контроля по нескольким сечениям контура.

Модель детали (рисунок 1) «Лопатка» содержит полный перечень технических требований, предъявляемых к подобным деталям. На чертеже представлены все необходимые размеры, виды и сечения для точного представления формы детали.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

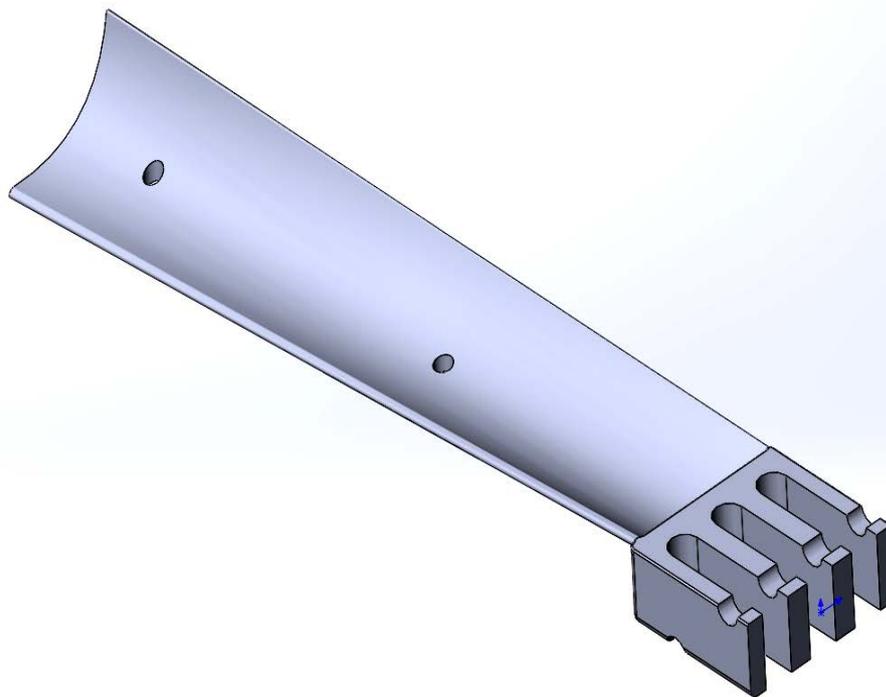


Рисунок 1 - Модель детали «Лопатка»

В машиностроении применяют для изготовления, паровых турбин плит, компрессоров и газотурбинных двигателей, гидротурбин, ветродвигателей, ветротурбин , и т.д.

Назначение лопаток турбин: превращение потенциальной сжатого пара в механическую работу. В зависимости от условий работы в турбине длина её рабочих лопаток может колебаться от нескольких десятков до полутора тысяч миллиметров. На роторе лопатки расположены ступенчато, с постепенным увеличением длины, и изменением формы поверхности. На каждой ступени лопатки одинаковой длины расположены радиально оси ротора. Это обусловлено зависимостью от таких параметров, как расход, объём и давление.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		8

Характеристика материала 15X11МФ приведена в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 - Химический состав в % материала 15X11МФ-Ш ГОСТ 18968-73

С	Si	Mn	Ni	P	Cr	Mo	Cu
0,12-0,19	до 0,5	до 0.7	до 0.6	до 0.03	10-11,5	0,6-08	До 0,3

Таблица 2 - Штамповочно-технологические свойства материала 15X11МФ

Линейная усадка:	1.2 %
------------------	-------

Таблица 3- Механические свойства при T=20°C материала 15X11МФ

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Штамповка, ГОСТ 18968-73			229					Закалка в масле 1030-1060°C, закалка 700-740 °C

Твердость 15X11МФ-Ш: НВ 10⁻¹ = 143 - 229 МПа.

Таблица 4- Физические свойства материала 15X11МФ

T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	1		54	7850	480	

Заготовка детали может быть получена методом штампования, что является экономичным и рациональным методом для турбинных лопаток.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичностью детали и ее конструкции называется свойство изделия, обеспечивающее простое, качественное и дешевое изготовление, эксплуатацию и ремонт. Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях. Качественная оценка производится по материалу, геометрии, форме, качеству поверхностей, по простановке размеров, по возможностям технологии изготовления.

Количественно оцениваются размеры и масса детали, годовая программа и объем партии выпуска.

1.2.1. Качественный анализ

Проведем подробный анализ технических требований на изготовление детали по чертежу и сформулируем основные технологические задачи, которые требуется решить при обработке детали.

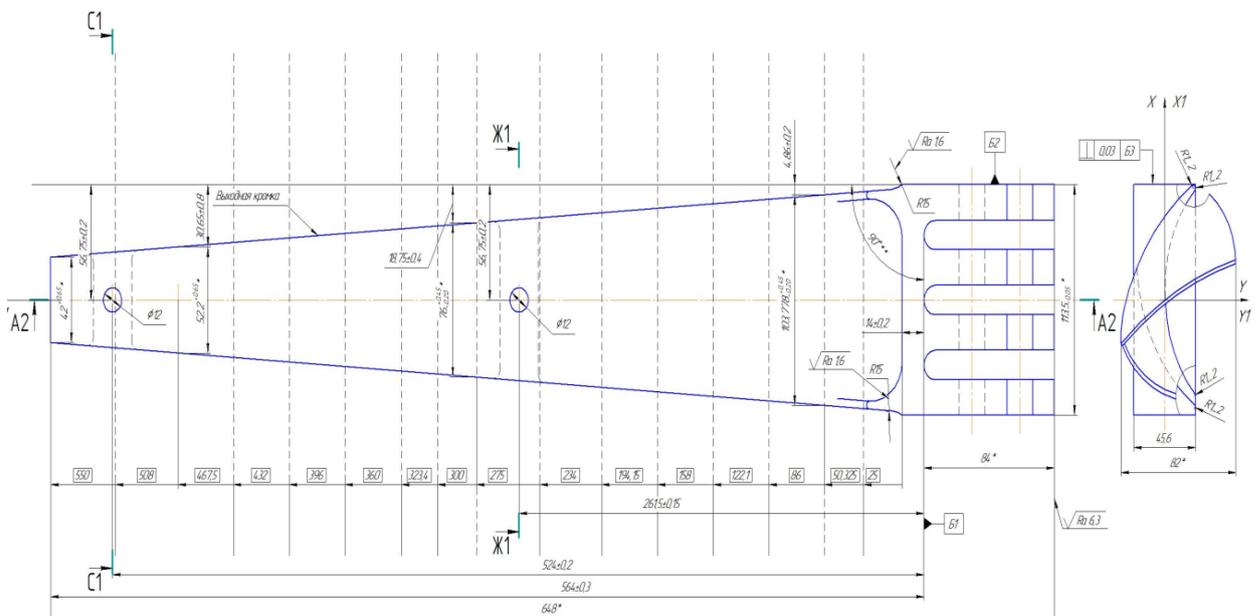


Рисунок 2 – Эскиз детали

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

10

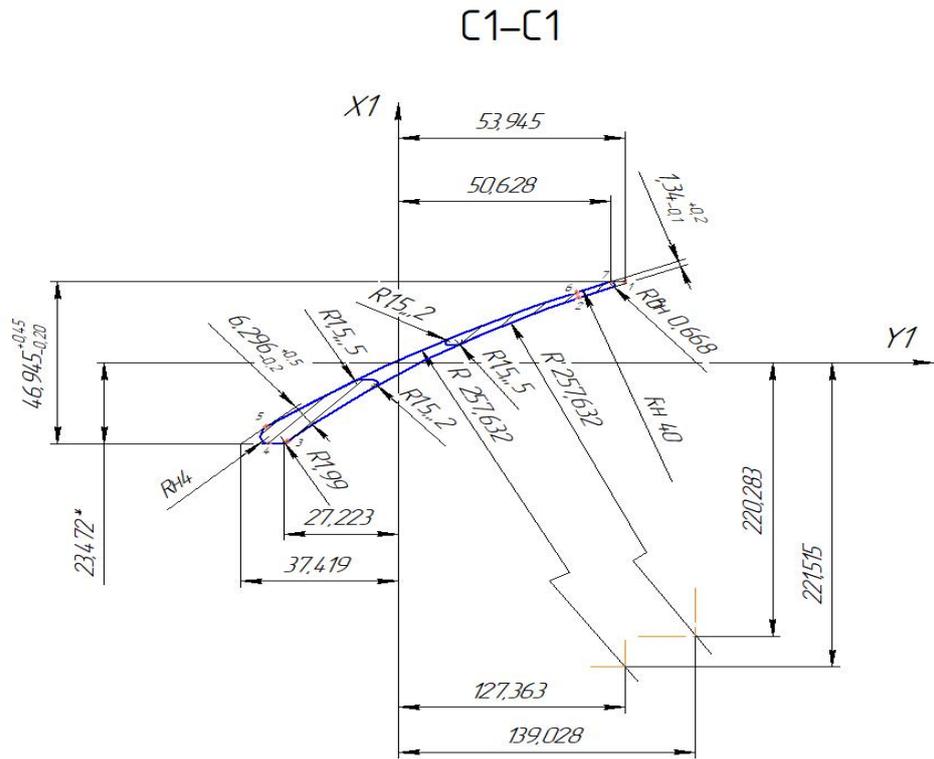


Рисунок 3 – Эскиз детали (сечение С-С)

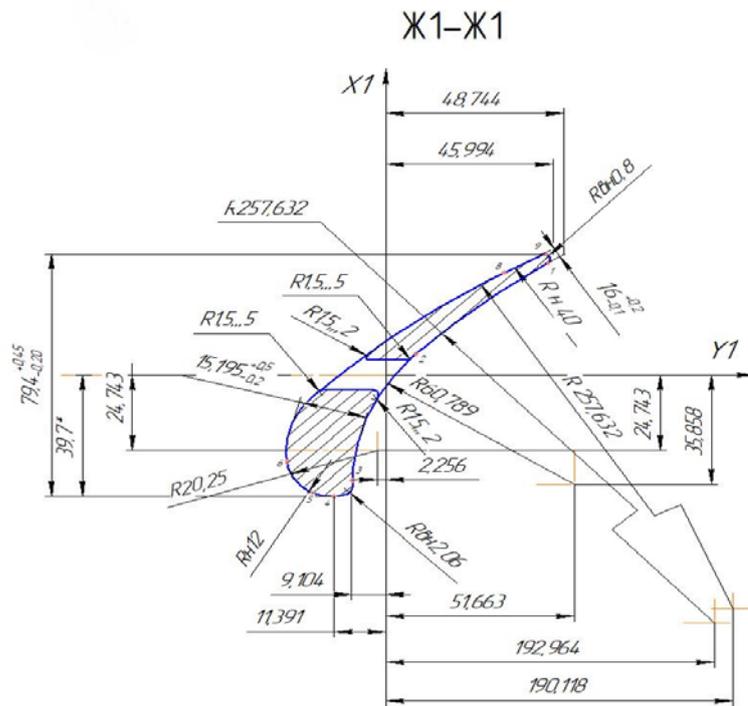


Рисунок 4 – Эскиз детали (сечение Ж-Ж)

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

11

Основные технологические задачи при обработке следующие:

- точность размеров: самой точной поверхностью детали является габаритный размер 113 мм. Размер имеет 6 квалитет точности. Другие точные поверхности – 2 отверстия $\varnothing 12H8$, а также 3 паза по 14 мм; другие поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 квалитету точности;

- точность взаимного расположения поверхности: допуск параллельности отверстий $\varnothing 12H8$ относительно оси детали 113h6 (-0,05) мм; позиционный допуск 3 паза 14 мм 0,3 мм;

- качество поверхностного слоя: шероховатость поверхности детали $\varnothing 113h6$ Ra=3,2; 2 отверстий Ra=1,6; резьбовых остальных обрабатываемых поверхностей Ra=3.2.

Поверхности детали удобны и доступны для обработки, и не требует применения специального технологического оборудования. Для большинства поверхностей достаточно применения стандартной оснастки.

Деталь требует средней формы заготовки.

Деталь достаточно жёсткая, но достаточно удобная для установки и крепления при обработке, в основном даёт возможность соблюдать принцип постоянства установочной базы.

Учитываем вышеперечисленное и сделаем вывод о достаточной технологичности конструкции детали.

1.2.2. Количественный анализ

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 5 и 6, в которых:

- T_i – квалитеты,
- $Ш_i$ – значение параметра шероховатости,

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- n_i – количество размеров или поверхностей для каждого качества или шероховатости;

- $Ш_{ср}$ – среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей;

- $T_{ср}$ – средний класс точности обработки, коэффициент шероховатости поверхности - Кш.

Определим коэффициент точности, а результаты занесём в таблицу 5.

Таблица 5 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
7	2	7
6	2	8
14	2	11
	$\Sigma n_i = 6$	$\Sigma T_i \cdot n_i = 27$

$$T_{ср} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{27}{6} = 9 \quad (1)$$

$$K_{Тч} = 1 - \frac{1}{T_{ср}} = 1 - \frac{1}{9} = 0,11. \quad (2)$$

Определим коэффициент шероховатости, а результаты занесём в таблицу 6.

Таблица 6 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
6,3	3	18,9
3,2	3	3,2
1,6	2	1,6
	$\Sigma n_i = 7$	$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 23,7$

$$Ш_{ср} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{23,7}{7} = 3,38 \quad (3)$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{3,38} = 0,29 \quad (4)$$

Вывод: деталь считается по данному показателю, если $K_{тч} > 0,8$, соответственно можно сделать вывод, что данная конструкция детали является технологичной.

1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004-83).

Единичное производство – это производство, при котором изделия изготавливаются в небольших количествах, при этом повторного изготовления этих изделий или не бывает, или бывает через такие периоды, что связь между их изготовлением теряется.

Технологический процесс изготовления детали разрабатывается в зависимости от типа производства. Потребность народного хозяйства в изделиях разного рода многообразна. Иные изделия изготавливают единицами, другие небольшими количествами, а иные производят в массовом количестве на протяжении многих лет. Из этого ясно, что производства по выпуску разного количества продукции организованы и оснащены по-разному. Различают три основных типа производства: единичное (индивидуальное), серийное и массовое.

Единичное производство характерно тем, что в нем широко практикуется разметка деталей перед их обработкой, специальные приспособления не применяются, так как их изготовление увеличивает стоимость обработки детали.

Серийное производство это производство, при котором заранее предусматривается, планируется изготовление деталей сериями (партиями). В зависимости от размера серии одновременно изготавливаемых изделий бывает мелкосерийное производство и крупносерийное производство.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий повторяющимися партиями. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства и условно подразделяется на крупно-, средне-, и мелкосерийное.

Мелкосерийное производство мало отличается от единичного, а крупносерийное приближается к массовому производству. В крупносерийном производстве широко применяют как универсальные, так и специальные приспособления. Крупносерийное производство оснащается специальным оборудованием, вплоть до агрегатных станков (станков, приспособленных для обработки определенной детали с применением одновременной работы нескольких инструментов). Стругальные и долбежные станки в крупносерийном производстве применяют ограниченно.

Массовое производство — производство, при котором изделия изготавливаются в больших количествах. В массовом производстве раз принятое изделие изготавливается длительное время. Конструкция изделия меняется редко и в строго плановом порядке. Оборудование специальное. Каждый станок непрерывно выполняет одну и ту же работу. Все работы выполняются с применением приспособлений от самых простых до очень сложных. Стоимость изготавливаемых изделий в массовом производстве самая низкая

Таблица 7- Зависимость типа производства от объема годового выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 20	10-3000	1700-200000	60000-300000	300000
1,0-2,5	< 20	10-2000	1000-70000	40000-90000	900000
2,5-5,0	< 20	10-1000	500-40000	25000-65000	85000
5,0-10	< 20	10-500	300-45000	15000-55000	75000
> 10	< 20	10-100	200-15000	10000-35000	15000

Годовая программа детали «Лопатка левая» – 500шт., масса детали составляет 5,80 кг. Соответственно выпуск детали имеет характер мелкосерийного производства.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		16

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор исходной заготовки метода её получения

Правильно выбрать заготовку – это значит определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для его изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках.

Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размеру детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

Масса детали составляет 5,80 кг, габариты 113,5x82x648мм. Материал детали сталь 15X11МФ ГОСТ 18968-73. Толщина стенок варьируется в диапазоне 1,3-23 мм.

В данном случае, учитывая материал, массу, конструктивные особенности и габариты детали, способ производства заготовки будет штамповка. В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является штамповка на горизонтально-ковочных машинах (ГКМ). Горизонтально-ковочные машины (ГКМ) представляют собой горизонтальные кривошипные горячештамповочные прессы усилиями 6,3...125 МН. На ГКМ штампуют в открытых, закрытых штампах и в штампах для выдавливания. Типичным процессом является многоручьевая высадка в закрытых двухразъёмных штампах.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

Основным признаком штампов ГКМ является наличие двух взаимно перпендикулярных разъемов.

Преимуществами ГКМ являются:

- высокопроизводительный процесс (300 и более поковок в час), обеспечивающий получение более сложных поковок (с выступами, впадинами в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, с глубокими сквозными отверстиями), чем на молотах и ГКШП с относительно малыми припусками на механическую обработку;

- возможность выполнения операций высадки, выдавливание, прошивки, что позволяет штамповать заготовки типа стержня с фланцем, кольца или стакана с профилированной образующей, выполнять высадку концов труб;

- точность штамповки на ГКМ не ниже, чем на КГШП, при формовке в матрицах можно получать заготовки, более приближающиеся к форме готовых деталей, с более высокой производительностью, чем на ГКШП.

При назначении припусков (по табличному методу) необходимо ориентировочно знать массу штампованной поковки ($M_{п}$) путём добавления к массе детали определённого процента на припуски и напуски.

Ориентировочная масса поковки определяется по формуле:

$$M_{п} = 1,5 \cdot M_{д} \quad (5)$$

где: $M_{п}$ - масса поковки

$M_{д}$ – масса детали

Масса поковки составляет $M_{п} = 1,5 \cdot 8,25 = 12,375$ кг.

После уточнения размеров припусков масса поковки будет просчитана более точно.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		18

2.2 Выбор технологических баз

Выбор технологических баз является одним из главных вопросов при разработке технологического процесса деталей, правильным выбором технологических баз в главной степени обеспечивается точность обработки.

К основным правилам и основным требованиям, целесообразно руководствоваться при выборе технологических баз, относятся следующие:

1) Поверхности, принимаемая за данную технологическую базу, должна являться конструкторской базой т.к технологическая база должна быть похоже на конструкторскую базу;

2) Для точности определения поверхности детали надлежащих обработок разных операциях тех процесса;

3) В качестве установочных базах можно применять по возможности более точные и чистовые поверхности детали.

4) Детали на которых нет обработочных поверхностей можно применять в технологически-установочной базы только для первой операции тех процесса.

5) При черновой базе лучшим способом не допустить на поверхности наличия литников, выпоров, облоя и других следов

6) При черновой базе для первых операциях нужно использовать поверхность заготовки где должны будут оставаться необработанные поверхности после окончательной обработки детали.

Принципы выбора черновых баз:

1. Для надёжного базирования и закрепления черновая база должна иметь ровную поверхность, достаточные размеры и низкую шероховатость без следов литниковых систем, разъёмов штампов.

2. У корпусных деталей первой обрабатывается поверхность, которая затем будет являться установочной базой.

3. В качестве черновых баз следует выбирать поверхности, которые затем остаются необработанными.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		19

Это обеспечивает точность взаимного положения обработанных и необработанных поверхностей.

Принципы выбора чистовых баз:

1. Принцип совмещения баз: в качестве технологических баз следует выбирать поверхности, которые совпадают с измерительными и конструкторскими базами

2. Принцип постоянства баз: число комплектов баз при обработке должно быть минимальным, несколько операции должны выполняться с одного комплекта баз.

На основе данного анализа технологических требований к данной детали и условия ее эксплуатирования могут выявить конструкторскую и сборочную базу у данной детали и устанавливают технологическую базу для всех технологических операций ее обработки; многоэтапную последовательность обработки дынных поверхностей.

Базирование множества деталей, нужно на всех стадиях создания деталей: построение, изготовление, измерение, а также при сборке изделия.

Для обеспечения большой точности деталей, надо стремиться к данному принципу единства баз. Эти базы бывают: конструктивные, технологические и измерительные базы представляли собой одну и ту же поверхность детали.

При обработке деталей могут используются данные методы базирования:

- обработка от плоскости, начальный этап обработки, это обрабатывают установочную плоскость, потом принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные поверхности;

- обработка от поверхности, т.е. вначале окончательно обрабатывают плоскость.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		20

Для обеспечения наибольшей точности обрабатывания деталей всегда стремятся к принципу единства баз, т.е., чтобы конструктивная, технологическая и измерительная базы представляли собой одну и ту же поверхность детали.

При обработке деталей используются следующие методы базирования:

- обработка от плоскости, т.е. вначале окончательно обрабатывают установочную плоскость, затем принимают ее за установочную базу и относительно нее обрабатывают точные отверстия;

- обработка от отверстия, т.е. вначале окончательно обрабатывают отверстие и затем от него обрабатывают плоскость.

Базирование по двум боковым торцам лишает заготовку 3-х степеней свободы. Это установочная база.

Съемная база по внутреннему уступу лишает 3-ой степени свободы. Это опорная база.

Базирование по широкой поверхности хвостовика лишает 1-ой степени свободы. Это опорная база.

Базирование по боковой поверхности технологической прибыли со стороны конца пера лишает 1-ой степени свободы. Это ещё одна опорная база.

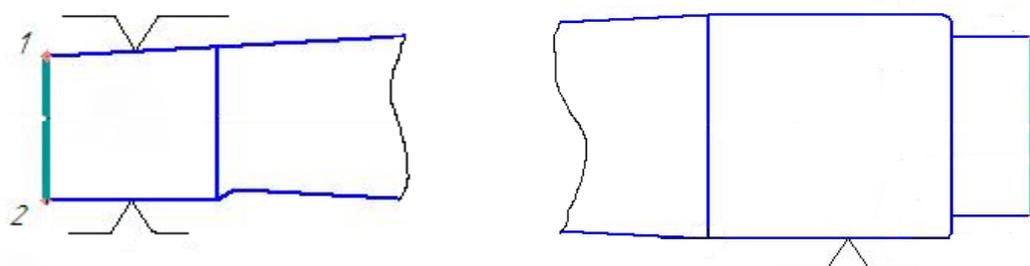


Рисунок 4 - Схема базирования на установ А

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		21

Классификация используемых баз по ГОСТ 21495-76:

1. Установочная база: лишает заготовку 3-х степеней свободы – перемещения вдоль одной оси и вращения вокруг двух других осей.
2. Направляющая база: лишает заготовку 2-х степеней свободы – перемещения вдоль одной оси и вращения вокруг другой оси.
3. Опорная база: лишает заготовку 1-й степени свободы – перемещения вдоль одной оси.



Рисунок 5 - Схема базирования заготовки на установ Б

При установке детали на пальцы с зазором возможен разворот детали под действием сил резания.

Базирование на центровочное отверстие лишает заготовку 3-х степеней свободы. Это установочная база.

Базирование по технологической базы (квадрату 35x35) лишает 2-х степеней свободы.

В итоге заготовка лишена 6-ти степеней свободы.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		22

Погрешность базирования значительно меньше всех допусков на обрабатываемые поверхности в операции, поэтому выбранное базирование обеспечивает заданную точность обработки.

2.3. Разработка технологического маршрута обработки

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать программе выпуска, типу производства и его организационно-техническим характеристикам, которые были определены выше.

В соответствии с ГОСТ 14.301-83 есть три вида технологических процессов они делятся на три вида: единичный технологический процесс, типовой технологический процесс и групповой технологический процесс.

Единичный технологический процесс- это тех процесс изготовления изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с общими технологическими признаками.

Групповой технологический процесс – это технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными технологическими признаками.

В дипломном проекте разработан единичный технологический процесс, который обеспечивает полное выполнение всех требований чертежа и технологических условий.

Основными целями обработки резаньем является изготовление с заданной производительностью детали, которое требует качество из выбранных конструктором данного материала при минимально возможных производственных затратах. Разработка этих требований, требует разработать технологический инструмент.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		23

Методы обработки представлены в таблице 8.

Предлагаемый Маршрут обработки детали «Лопатка левая» и оборудование представлено в таблице 9 . Поверхности обозначены на рисунках 2 и 3.

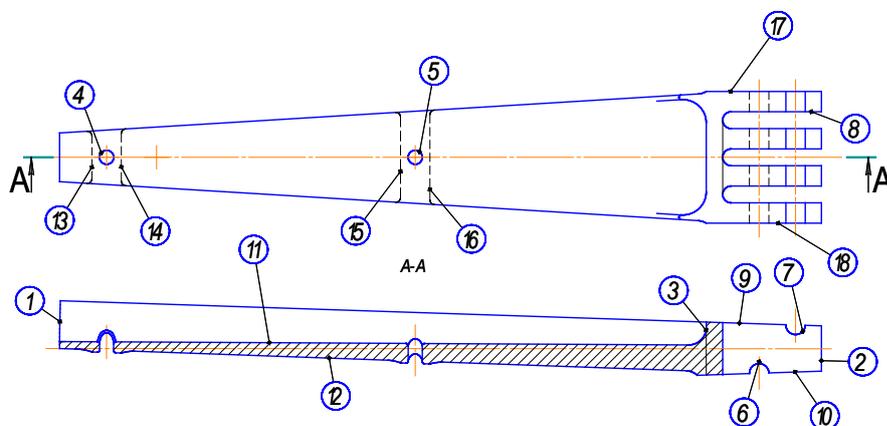


Рисунок 6- Нумерация поверхностей

Таблица 8- Методы обработки поверхности детали. См рисунок 6

Данные о поверхности					Методы и последовательность обработки поверхности
Номер	Наименование	Размер, мм	Поле допуска	Ra, мк м	
1	2	3	4	5	6
1	Поверхность, торец детали		H14	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
2	Поверхность торец детали		H14	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
3	Плоскость, радиус		H14	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
4	Цилиндрическое отверстие	D=12	H14	6,3	Сверлить
5	Цилиндрическое отверстие	D=12	H14	6,3	Сверлить
6	Сферический паз	D=16.5	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
7	Сферический паз	D=16.5	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
8	Плоскость , паз	14.5	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
9	Угол хвоста	R15	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
10	Угол хвоста	R15	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
11	Наружный профиль галтели	R15	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5	6
12	Внутренний профиль галтели	R15	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
13	Поверхность, часть пера	R60	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
14	Поверхность, Часть пера	R60	H14	3,2	Фрезеровать, черновая чистовая
15	Поверхность, Часть пера	R40	H7	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
16	Поверхность, Часть пера	R40	H14	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
17	Хвост	L=113.5	H7	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая
18	Хвост	L=113.5	H7	6,3	Фрезеровать, черновая чистовая

Таблица 9 – Предлагаемый вариант технологического процесса.

№	Наименование операции, оборудование	Содержание операции
1	2	3
005	Заготовительная	Получить заготовку на складе
010	Установ А Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (обрабатывающий центр OKUMA 66-VB)	Фрезеровать базу для установки в закреплении в трех кулачковый патрон
015	Установ Б Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (обрабатывающий центр OKUMA 66-VB)	Фрезеровать пов.17,18 в размер 113,5H14 Фрезеровать пов.9,10 под углом 3 ° Фрезеровать 3 паза 8 в размер 14,5H14 Фрезеровать полуотверстия 6,7 на хвосте в размер Ø16,5 Фрезеровать внутренний профиль 11, наружный профиль 12 вкруговую с получением пов.13,14,15,16 в размер 25 Сверлить отв.4,5 в размер Ø12H7

Окончание таблицы 9

1	2	3
020	Шлифовально-полировальная	Шлифовать внутренний профиль 11, наружный профиль 12, галтели по пов.13,14,5,16
025	Установ В Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ (обрабатывающий центр OKUMA 66-VB	Фрезеровать торец хвоста по пов .2 в размер 84, торец по пов.1 в размер 648
030	Слесарная	Притупить острые кромки
035	Контрольная	Проверить размеры по чертежу

2.4. Описание оборудования

Карта технологического процесса основная обработка – фрезерная. Воспроизводится фрезерование поверхностей, сверление.

Обработка производится на обрабатывающем центре с ЧПУ, что снизило время обработки и штучное время. Производительность обработки зависит от режимов резания, количества переходов и рабочих ходов, и последовательности их выполнения.

Модель станка определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		26

Предлагается обрабатывать деталь на обрабатывающем центре с ЧПУ.

OKUMA 66-VB – это трехосевой обрабатывающий центр с ЧПУ модели OKUMA 66-VB с системой ЧПУ OSP-P200M. Оборудование данного типа нового поколения с широким спектром возможностей. Благодаря своим конструктивным особенностям, повышенной жесткости и прецизионной точности станка этой серии надежно работают как при черновом силовом, так и при чистовом высокоскоростном фрезеровании.

OKUMA 66-VB – станок оснащен более высокой скоростью вращения шпинделя, крутящим моментом, жесткостью и более высоким спектром значений скорости передвижения осей. Станок обеспечен максимальной производительностью и точностью обработки всех видов материала из множество сталей.

Обрабатывающий центр OKUMA 66-VB 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: сверлильно-фрезерных, резьбонарезных, резьбофрезерованных и др. видов работ.

Станок оснащен, усовершенствованной системой ЧПУ P200L. Система обработки без столкновений, может быть оснащён дополнительными опциями что существенно увеличивает возможности станка .

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		27



Рисунок 7- Обрабатывающий центр с ЧПУ OKUMA-66VB

Обрабатывающий центр OKUMA 66-VB может быть использован для других отраслей:

- 1) Энергетика;
- 2) Газовая промышленность;
- 3) Железнодорожное оборудование;
- 4) Аэрокосмическая отрасль.

Характеристика обрабатывающего центра ОКУМА-66VB приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристики обрабатывающего центра ОКУМА 66-VB.

Модель			MB-66VB
Диапазон перемещений	X (Величина перемещений по оси)	мм	1,500
	Y (Величина перемещений по оси)	мм	660
	Z (Величина перемещений по оси)	мм	660
	Расстояние от поверхности стола до торца шпинделя	мм	150~810
Стол	Размеры рабочей поверхности стола	мм	1,530 x 660
	Расстояние от пола до рабочей поверхности стола	мм	850
	Допускаемая нагрузка на стол	КГ	1,500 (3,300)
Шпиндель	Частота вращения шпинделя	мин	15,000 20,000 25,000 35,000
			6,000 (12,000)
	Диапазон скорости		регулируется бесступенчато
	Диаметр подшипника	мм	Ø 70 (Ø 70, Ø 70, Ø 60, Ø 60) Ø 90 (Ø 90)
Перемещение	Скорость быстрых перемещений	м/мин	X-Y: 40 Z: 32
	Скорость рабочих подач по осям	м/мин	X-Y-Z: 32
Двигатели	Мощность на шпинделе	кВ	11/7.5 (22/18.5, 30/22, 15/11, 15) (15/10 (30/25, 40/30, 20/15, 20))
			11/7.5 (26/18.5) (15/10 (35/25))
	Мощность осевых приводов	кВ	X-Y-Z: 4.4 (5.9)
	Емкость инструментального магазина		20 (32 [48]) 48-инструментов только для 46VAE, 56VA, 66VA
	Максимальный Λ инструмента при установке в магазине без пропуска гнезд		Ø90 (3.54)
			Ø100 (3.94)
	Максимальный Λ инструмента при установке в магазине с пропуском гнезд		Ø125 (4.92)
			Ø152 (5.98)
	Максимальная длина инструмента	мм	400
	Максимальная масса инструмента	КГ	8
12(15)			
Выбор инструмента		3,295 (129.72)	
	Высота	мм	2,940 x 3,265
Габариты станка	Площадь	мм	
	Вес	КГ	11,000
			11,200

Со встроенным программируемым логическим контроллером (PLC) для следующих осей:

- Ось X Перемещение бабки (слева направо);
- Ось Y Вертикальное перемещение передней стола (вперед, назад);
- Ось A Круговое перемещение патрона (патрон вращается вокруг своей оси);
- Ось Z перемещение шпинделя;

Основная версия ЧПУ OSP-P200M включает в себя следующее:

- управление 4 осями и шпинделем;
- 1 Канал;
- 2 Группу режимов;
- память на 30 МБ для программ и данных;
- память 24 Гб на жестком диске для пользователя;
- пульт оператора с сенсорным монитором с клавиатурой;
- С процессором Pentium 4 942 МГц;
- С операционной системой Windows XP;
- 1 Ethernet интерфейса;
- 2 Интерфейса USB;
- Линейная, круговая и винтовая интерполяция;
- Компенсация ошибок измерительной системы;
- Циклы для операции сверления/фрезерования (фрезерование резьбы, пазы на окружности и т.д.);
- до 95-ти коррекции нулей;
- программируемые коррекции нулей;
- до 20 инструментов;
- до 600 режущих кромок.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		30

2.5. Выбор и описание металлорежущего инструмента

Выбор режущего инструмента влияют следующие факторы:

- производства;
- точность обработки;
- производительность обработки;
- материал обрабатываемой детали.

Используется режущий инструмент следующих фирм «Sandvik Coromant», «PUMORI», и также металлорежущий инструмент, соответствующий требованиям ГОСТ РФ,

1. Операция 010 Фрезерная ЧПУ OKUMA 66-VB. УСТАНОВ А.

Переход 1. Фрезеровать плоскость основания 1,2 размер 44,5.

Фреза концевая $\varnothing 50$ 2223-0525 ГОСТ 17025-71

Обозначения: 50-диаметр резания (50мм);.

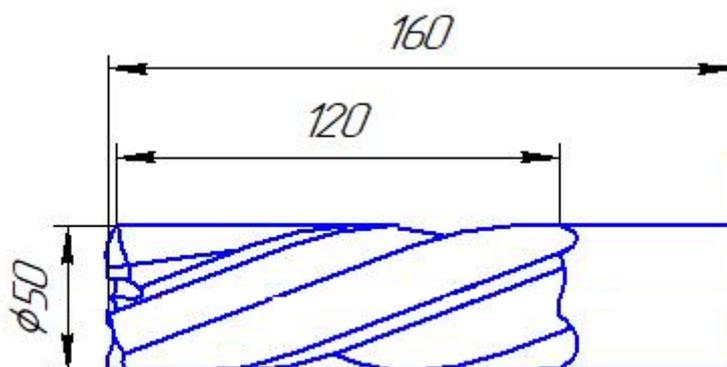


Рисунок 8- Фреза торцевая

Размеры фрезы: $D=50\text{мм}$; $L=160\text{мм}$; $z=120\text{мм}$

где: D -диаметр фрезы; L -вылет фрезы; Z -длина режущей кромки;

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		31

Оправка с хвостовиком по ГОСТ 25827-93 исп.2 (DIN 69871/A+AD)с.
24], в соответствии с рисунком 9

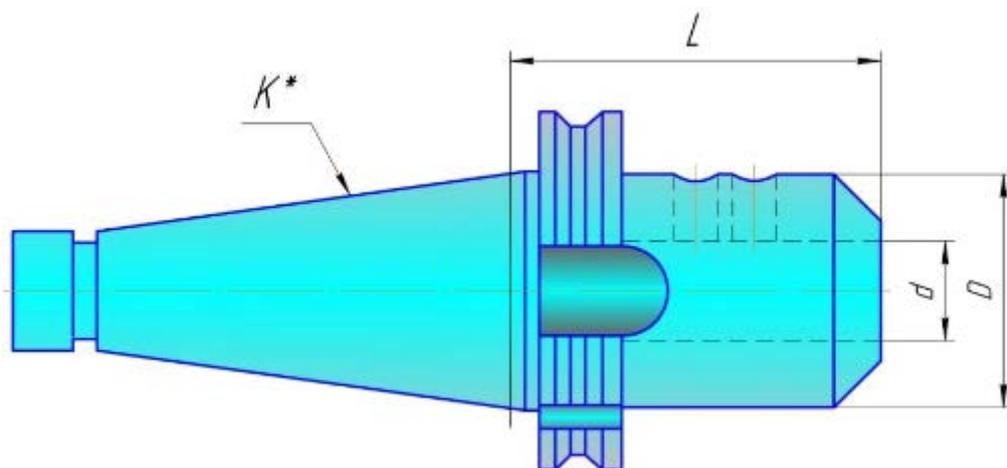


Рисунок 9 – Оправка для концевых фрез

$D=100\text{мм}$; $L=130$; $d=50$; $K^*=7:24$

Переход 2. Фрезеровать технологический кубик, поверхность 3, размер 35H7;

Фреза концевая $\varnothing 50$ 2223-0525 ГОСТ 17025-71

Обозначения: 50-диаметр резания (50мм);.

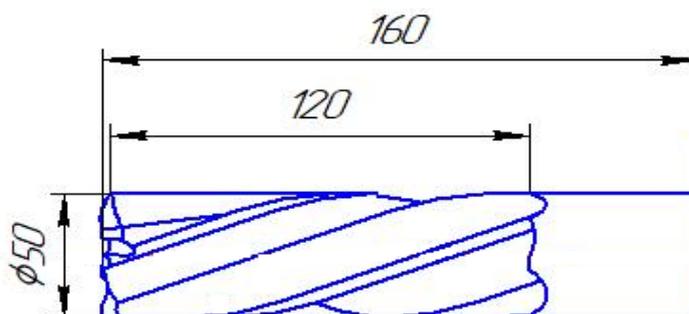


Рисунок 10- Фреза торцевая

Размеры фрезы: $D=50\text{мм}$; $L=160\text{мм}$; $z=120\text{мм}$

где: D-диаметр фрезы; L-вылет фрезы; Z-длина режущей кромки

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

32

Патрон с хвостовиком по ГОСТ 25827-93 исп.2 (DIN 69871/A+AD)с.
24], в соответствии с рисунком 11

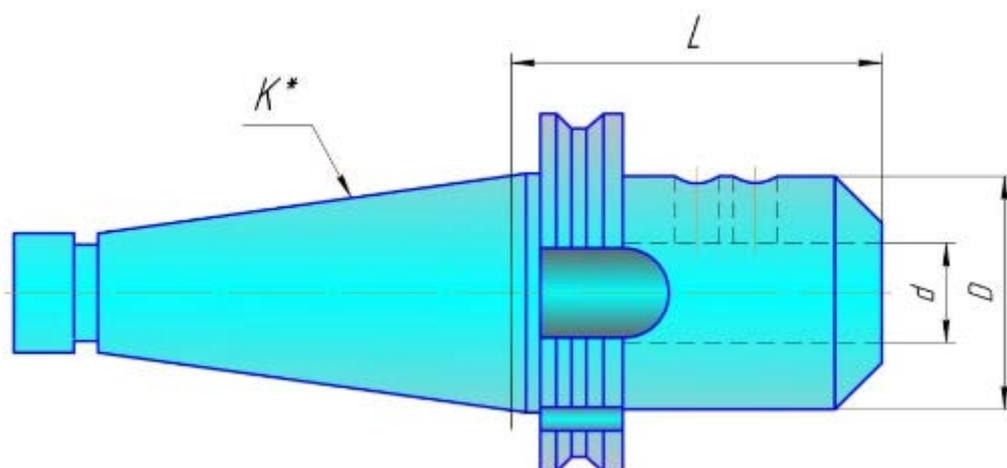


Рисунок 11 –Патрон для концевых фрез

$D=100\text{мм}$; $L=130$; $d=50$; $K^*=7:24$

Переход 2. Центровать торец $\varnothing 4$ на глубину 6 мм.

Сверло $\varnothing 4$ 2317-0107 ГОСТ14952-75 [27, с. E12],

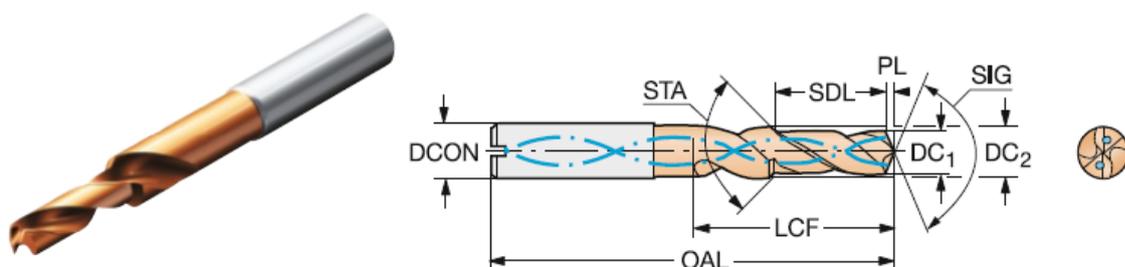


Рисунок 12- Центровочное сверло

Характеристики сверла: $DC_1=4\text{мм}$, $DC_2=5\text{мм}$, $DCON=8\text{мм}$,
 $SDL=18,85\text{мм}$, $OAL=102\text{мм}$, $LCF=49,27\text{мм}$, $PL=1,39\text{мм}$, $SIG=143^\circ$, $STA=90^\circ$,
сплав-4234. [28, с. E13].

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

33

Цанговый патрон с хвостиком по ГОСТ 25827-93(DIN 6971/A)[40, с. А35] в соответствии с рисунком 13

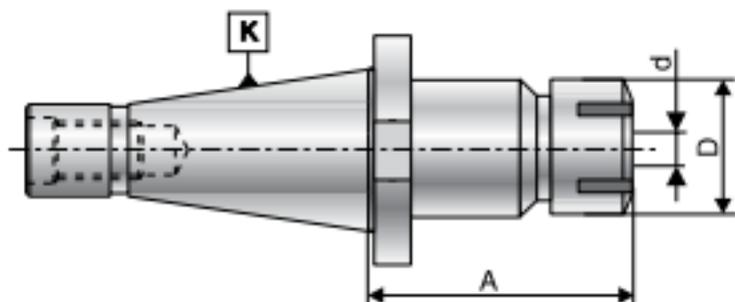


Рисунок 13– Цанговый патрон

Оправка - В215.4.40.070.16ER [27, с. G8],

где: В215 - тип крепления, 4.40 - тип адаптера, К- размер конуса, 070 - рабочая длина (70 мм), D – размер патрона, d – размер сверла, А – рабочая част.

2. Операция 015 Фрезерная ЧПУ ОКУМА 66-VB. УСТАНОВ Б

Переход 1. Фрезеровать пов.17,18 в размер 113,5

Фреза CoroMill Plura $\varnothing 25$ R216.35-25030-BC45B «Sandvik» [27, с. D181]

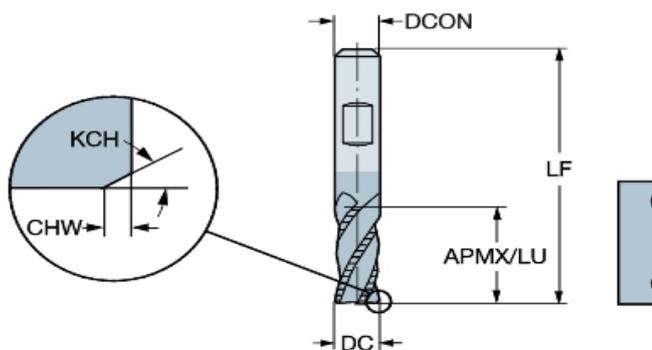


Рисунок 14- Фреза R216.35-25030-BC45B

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

34

Цанговый патрон с хвостиком по ГОСТ 25827-93(DIN 6971/A)[40, с. А35] в соответствии с рисунком 15

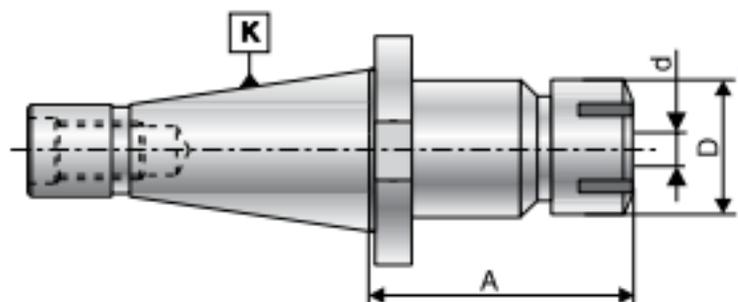


Рисунок 15– Цанговый патрон

Патрон - В215.4.40.070.16ER [27, с. G8],

В215 - тип крепления, 4.40 - тип адаптера, К- размер конуса, 070 - рабочая длина (70 мм), D – размер патрона, d – размер сверла, А – рабочая часть.

Патрон – В250.4.32.100.25[38, с. G32] в соответствии с рисунком 16.

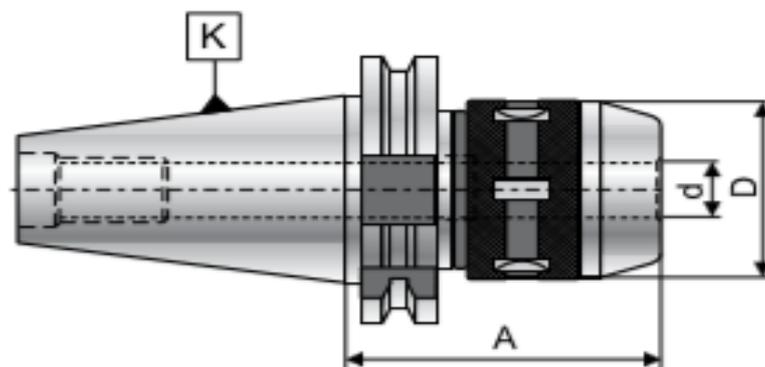


Рисунок 16 - Патрон

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

35

где: К- размер конуса, D – размер патрона, d – размер сверла, А – рабочая часть .

Переход 3. Фрезеровать 3 паза 8 в размер 14,5*
Фреза CoroMill Plura $\varnothing 14$ R216.34-14030-BC26B «Sandvik»

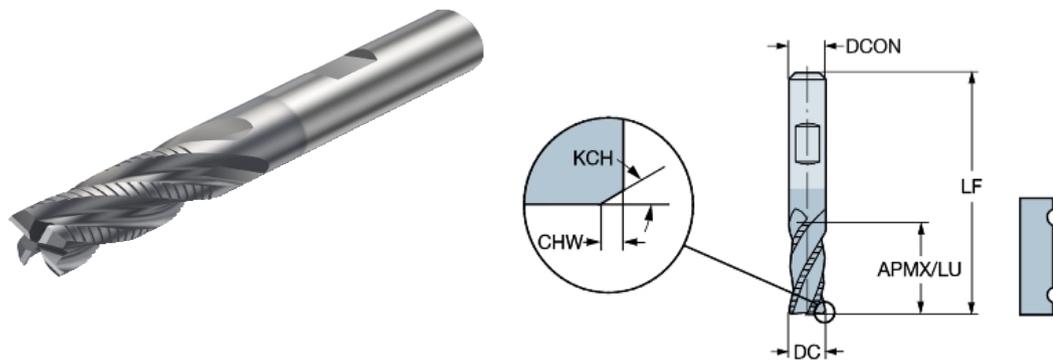


Рисунок 17- фреза R216.34-14030-BC26B

Фреза CoroMill Plura $\varnothing 14$ R216.35-25030-BC45B «Sandvik» [27, с. D181]

Характеристики фрезы: DC= $\varnothing 14$ мм, LF=181мм, DCON= $\varnothing 14$ мм,
APMX=54мм, RE=3мм, LU=125мм, сплав-GC 1630.

Цанговый патрон с хвостиком по ГОСТ 25827-93(DIN 6971/A)[40, с. A35] в соответствии с рисунком 18.

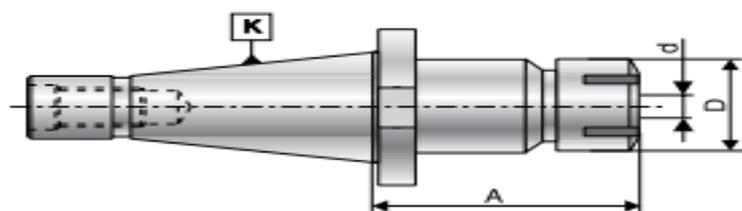


Рисунок 18– Цанговый патрон

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		36

Переход 5. Фрезеровать полу отверстия 6,7 на хвосте в размер $\varnothing 16,5$

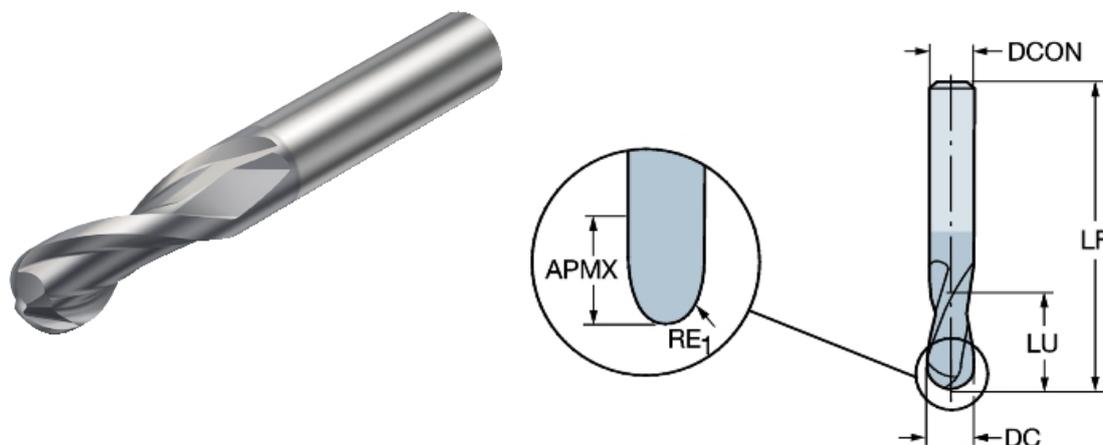


Рисунок 19- фреза с феерическим концом

Фреза 1B230-1600-ХА 1630

Характеристика фрезы: LF=92мм, DC=16.5мм, APMX=26мм,

DCON=16мм,

Цанговый патрон с хвостиком по ГОСТ 25827-93(DIN 6971/A)[40, с. А35] в соответствии с рисунком 20

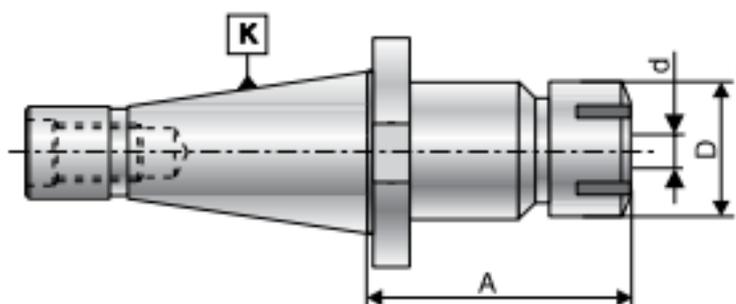


Рисунок 20– Цанговый патрон

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

37

Операция 025 Фрезерная ЧПУ OKUMA 66-VB. УСТАНОВ В.

Переход 1. Фрезеровать внутренний профиль 11, наружный профиль 12 вкруговую с получением пов.13,14,15,16.

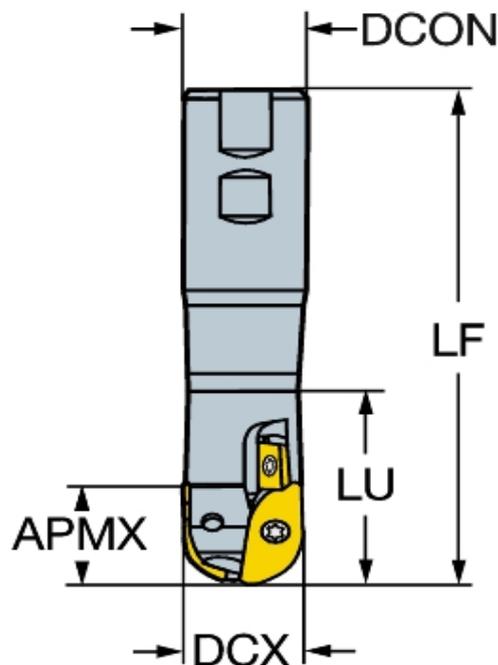


Рисунок 21- сферическая фреза со сменными пластинами

Ø32 R216-32B32-070

Характеристики фрезы: DC= Ø32мм, LF=50мм, APMX_{EFW}=6мм, APMX_{FFW}=4мм, AZ=1,9мм, DCON= Ø35мм, DCX=52мм, кол-во пластин=4, вес=0,500г.

Пластина R216-16 03 E-M 2040

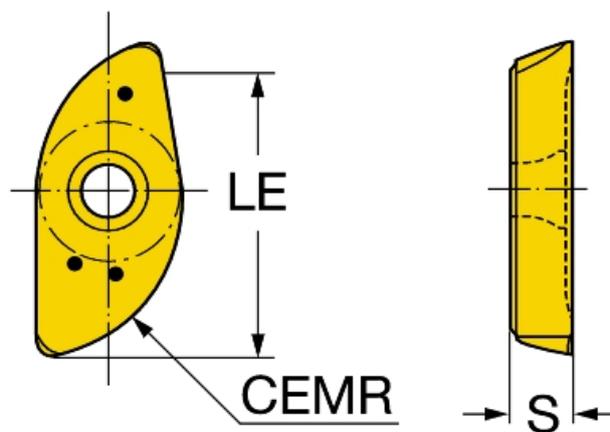


Рисунок 22-Пластина

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		38

Размеры пластины: $S= 3,175\text{мм}$, $L_f= 14,4\text{мм}$, $CEMR=7.84\text{мм}$, [38, с. D150].

Патрон – В250.4.32.100.25 [38, с. G32] в соответствии с рисунком 23.

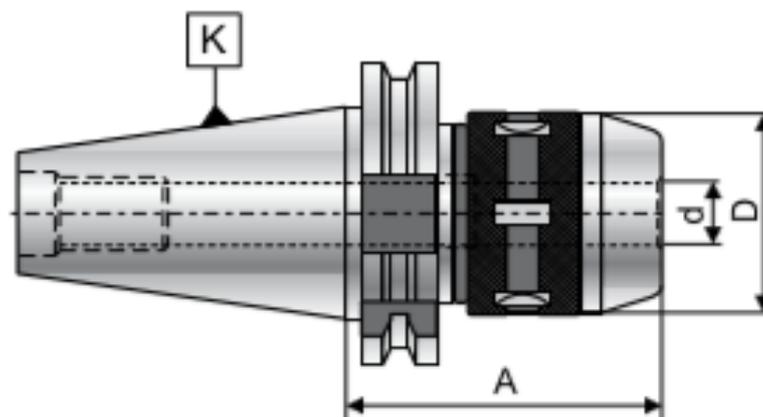


Рисунок 23 - Патрон

К- размер конуса, D – размер патрона, d – размер сверла, А – рабочая часть .

Переход 2. Сверлить отв.4,5 в размер $\varnothing 12$

Сверло R840-0300-50-A1A 1220 $\varnothing 12$

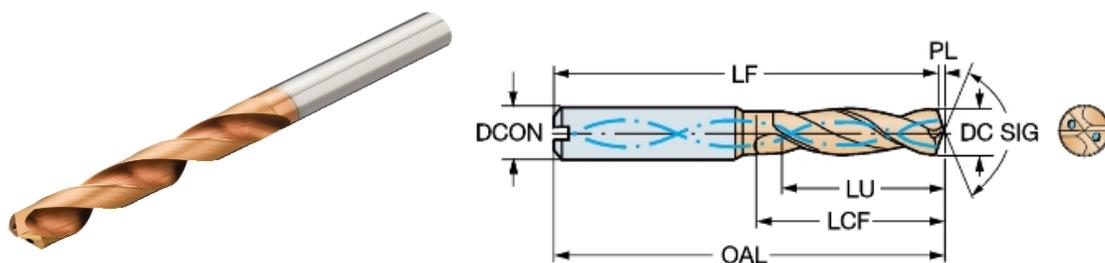


Рисунок 24- Сверло твёрдосплавное

Характеристики сверла: $DC_1=12\text{мм}$, $DC_2=12\text{мм}$, $DCON=12\text{мм}$, $SDL=18,85\text{мм}$, $OAL=102\text{мм}$, $LCF=56,мм$, $PL=1,39\text{мм}$, $SIG=143^0$, $STA=90^0$, сплав-4234. [28, с. E13].

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		39

Цанговый патрон с хвостиком по ГОСТ 25827-93(DIN 6971/A)[40, с. А35] в соответствии с рисунком 25

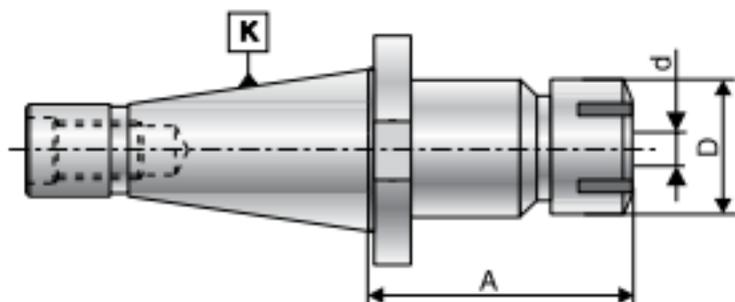


Рисунок 25– Цанговый патрон

Оправка - В215.4.40.070.16ER [27, с. G8],

В215 - тип крепления, 4.40 - тип адаптера, К- размер конуса, 070 - рабочая длина (70 мм), D – размер патрона, d – размер сверла, А – рабочая часть .

Калибр-пробка $\varnothing 12H12$ 8133-0926 H12 ГОСТ 14810-69

Операция 020. Шлифовально-полировальная

Переход 1.Шлифовать внутренний профиль 11, наружный профиль 12, галтели по пов.13,14,5,16

Р.И.: Шлифовальный круг 300x32x3,2 14A40-Н 27Б 80м/с 2кл. ГОСТ 21963-82.



Рисунок 26- Шлифовальный круг ГОСТ 21963-82.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		40

Операция 030. Фрезерная с ЧПУ

Переход 1. Фрезеровать торец хвоста по пов .2 в размер 84, торец по пов.1

Фреза концевая $\varnothing 50$ ГОСТ 17025-71

Обозначения: 50-диаметр резания (50мм);.

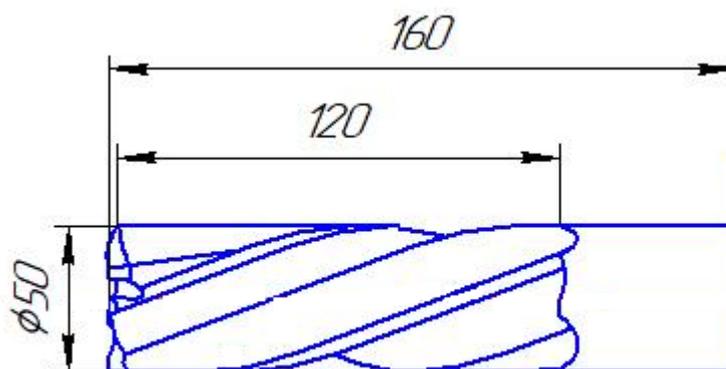


Рисунок 27 - Фреза торцевая

Размеры фрезы: $D=50\text{мм}$; $L=160\text{мм}$; $z=120\text{мм}$

D -диаметр фрезы; L -вылет фрезы; Z -длина режущей кромки;

Оправка с хвостовиком по ГОСТ 25827-93 исп.2 (DIN 69871/A+AD)с. 24], в соответствии с рисунком 28

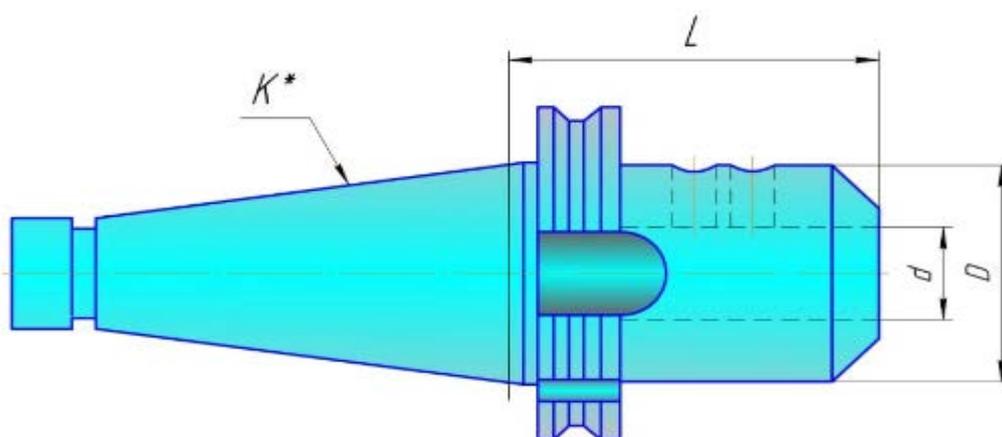


Рисунок 28 – Оправка для концевых фрез

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

41

Характеристика оправки: $D=100\text{мм}$; $L=130$; $d=50$; $K^*=7:24$

Мерительный инструмент: Штангенциркуль Horex ABS II-125-0,1
ГОСТ 166-89

Штангенциркуль с цифровым отсчетным устройством ABS с разъёмом для вывода данных.

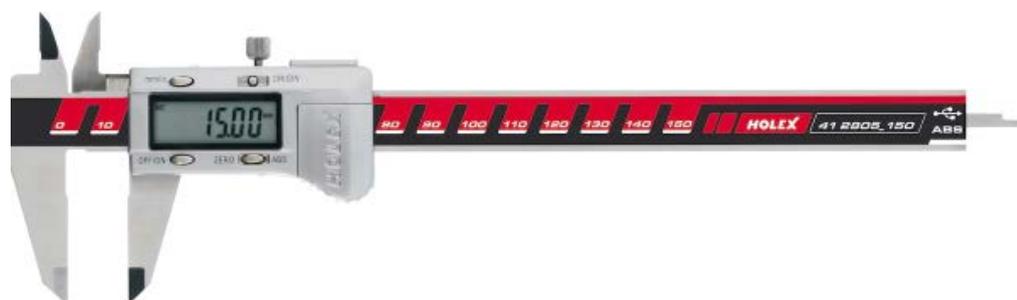


Рисунок 29 - Штангенциркуль Horex ABS II-125-0,1 ГОСТ 166-89

Характеристика штангенциркуля: Элементы считывания без бликов, с матовым хромовым покрытием. Четкая, контрастная градуировка. Измерительные плоскости притёртые. Глубиномер-плоский, измерительный инструмент - аналоговый, материал- спец сталь, нерж. стал.

2.6. Расчёт припусков

При проектировании технологического процесса механической обработки детали нужно устанавливать оптимальные припуски, которые обеспечили бы точность и качество обрабатываемых поверхностей, и экономию материалов.

Существует две методики определения припусков на поверхность: аналитический и статистический.

Выполним расчет аналитическим методом для поверхности, у которой есть требования точности и качества .

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		42

Маршрут обработки детали обрабатывается черновая поверхность и чистовая поверхность. Деталь обрабатывается в трех кулачковом патроне поджатая центром.

Заготовка – штамповка

Материал - 15X11МФ ГОСТ 18968-73

Масса заготовки $m=8,25$ кг

1. Качество и шероховатость поверхности заготовки ($R_Z + h$) определяются по таблице и равны 400. [, стр.85]

Черновая обработка должна быть выполнена шероховатостью $R_Z 30$ мкм.

2. Минимальное значение припуска Z_{min} для i -перехода определяется по формуле:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6)$$

Погрешность ε вычисляется погрешность базирования и установки. Сама заготовка установлена и используется принцип совмещение баз, погрешность базирование заготовки равна нулю. Погрешность установки для предварительной обработки заготовки в трех кулачковый патрон с зажимом центром в отверстие заготовки $\varepsilon_3 = 300$ мкм.

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0^2 + 300^2} = 300 \text{ мкм}. \quad (7)$$

Минимальное значение припуска для черновой обработки можно определить по формуле 6:

$$2Z_{1min} = 2(400 + 0 + \sqrt{0^2 + 300^2}) = 1400 \text{ мкм}$$

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		43

3. Величина пространственного отклонения $r_{ЗАГ}$ для поверхности $L=113,05$ равна нулю, т.к. обработка производится с использованием чистовых баз. Расчет погрешности установки для чистовой обработки, учитываем, что обработка идет без переустановки детали при одном закреплении, и погрешность установки $\varepsilon_y = K_y * \varepsilon_1$, тогда:

$$\varepsilon_1 = 0,04 * 300 = 12 \text{ мкм.} \quad (8)$$

Минимальное значение припуска для чистового растачивания определяется по формуле 6:

$$2Z_{2min} = 2(60 + 0 + \sqrt{0^2 + 12^2}) = 144 \text{ мкм.}$$

4. Расчет расчетного размера D_p последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого технологического перехода по формуле 8,9

$$D_{зчист} = L + TL, \quad (9)$$

$$L_{рзаг} = 120,13 - 2,8 = 117,33 \text{ мкм.}$$

$$L_{рчерн} = 117,33 - 0,144 = 115,891 \text{ мкм.}$$

$$L_{рчист} = 113 + 0,05 = 113,05 \text{ мкм.}$$

Графа в таблице L_{max} получаем расчетные размеры, до точности допуска перехода. Результаты заносим в таблицу.

Графа в таблице L_{min} определяем вычитание допусков из наибольших размеров.

5. Предельные значения припусков определяются по формулам 10 и 11:

$$2Z_{2min}^{pp} = L_{2min} - L_{1min} = 120,13 - 119,22 = 0,91 \text{ мм.}$$

(10)

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		44

$$2Z_{1min}^{пр} = L_{1min} - L_{3min} = 119,22 - 115,891 = 3,33 \text{ мм.}$$

$$2Z_{2max}^{пр} = L_{2max} - L_{1max} = 115,891 - 113,05 = 2,8 \text{ мм.} \quad (11)$$

$$2Z_{2max}^{пр} = L_{1max} - L_{3max} = 115,9 - 113,923 = 1,97 \text{ мм.}$$

Общие припуски Z_{min} и Z_{max} рассчитаем, суммируя промежуточные припуски и записывая их значения внизу соответствующих граф:

$$Z_{min} = 0,91 + 3,33 = 4,24 \text{ мм.}$$

$$Z_{max} = 2,8 + 1,97 = 4,77 \text{ мм.}$$

Полученные значения расчетной поверхности занесем в таблицу 12

Таблица 12- Расчет припусков на обработку

Технологические Переходы Обработки Поверхности 17,18 (L=113,05H3)	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер L_p , мм	Допуск T, мкм	Предельный размер, мм		Предельный значения припусков, мм	
	R_z	h	p	ϵ				L_{min}	L_{max}	$2Z_{min}^{пр}$	$2Z_{max}^{пр}$
Заготовка	400	0	0	300	-	120,13	1000	120,13	120,3	-	-
Черновая обработка	60	0	0	12	2x800	115,891	150	115,891	117,91	3,33	1,97
Чистовая обработка	6.3	-	-	0,72	2x62	113,05	20	113,05	113,8	0,91	2,8
Итого:										4,24	4,77

2.7. Расчёт режимов резания

Режимы резанья заключаются в выборе сочетания глубины резанья, скорости резанья, которые обеспечивают большую производительность. Соблюдая требования, предъявляемых к обработке детали.

Режимы резания выбираются в соответствии ГОСТом 17025-71

Операция 010: Комплексная с ЧПУ ГОСТ 17025-71

1.Фрезеровать поверхность 1

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

Обработка центр с ЧПУ OKUMA 66-VB

Фреза концевая $\varnothing 50$

Рекомендуемые режимы резания:

$a_{p\max} = 120 \text{ мм}$

$f = 0,20 \dots 0,50 \text{ мм/зуб}$

$V_c = 50 \text{ м/мин}$

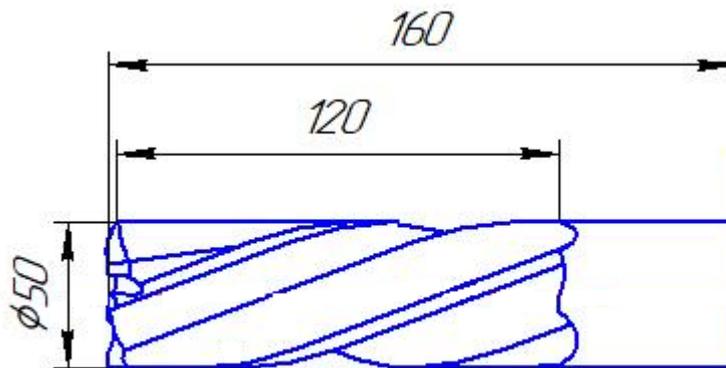


Рисунок 30- Фреза концевая

Выбор назначения режимов резания согласно ГОСТ 17025-71

Пояснения выбора инструмента и режимов резания:

1. Согласно ГОСТу 17025-71 соответственно с рисунком 33 выбираю фрезу $\varnothing 50$ ГОСТ 17025-71. Максимальная глубина резания фрезы $a_{p\max} = 120$ мм, приведена в рисунке 33.

2. Для выбранной фрезы согласно ГОСТу 17025-71 производитель рекомендует сплав 6520, ГОСТ 17025-71 указывает диапазон подач $f = 0,20 \dots 0,50$ мм/зуб. Принимаю значение $f = 0,10$ мм/зуб. Исходя из данных условий, выбираю скорость резания $V_c = 50$ м/мин.

Обработка детали ведется по штамповке, выбор коэффициента (т.е. коррекция) $k_{vx} = 0,80 - 0,90$ $k_{vx} = 0,5$.

Материал обработки: 15X11МФ. Выбирается коррекция выбранный режим резания относительно твердости $k_{vHB} = 2,34$.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		46

По выбранным коэффициентом, определяется окончательная скорость резания: $V = V_c \cdot kvx \cdot kvNB = 50 \cdot 0,5 \cdot 2,34 = 58,5$ м/мин.

Обороты шпинделя определяется по формуле 12:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{58,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 50} = 372,6 \approx 373 \text{ об/мин.}$$

Минутная подача определяется по формуле 13:

$$F = Z_n \cdot n \cdot f_z, \quad (13)$$

$$F = Z_n \cdot n \cdot f_z = 12 \cdot 373 \cdot 0,10 = 447,6 \approx 448 \text{ мм/мин.}$$

Режимы резанья для современного инструмента приведены в таблице 13.

Таблица 13 –Режимы резанья для зарубежного инструмента.

Инструмент	F , мм/мин	V , м/мм.	a_p ,мм.	n , об/мин.	T_o ,мин.
1	2	3	4	5	6
Сверло Ø 4 2317-0107 ГОСТ14952-75	410	250	49,27	1200	4.35
CoroMill Plura Ø25 R216.35-25030-BC45B «Sandvik»	1000	425	45	600	15.5
Фреза для обработки CoroMill 490-063A32-14L	800	600	10	1200	14.3
Фреза CoroMill Plura Ø14 R216.34-14030-BC26B	850	425	54	1000	2.35
Фреза 1B230-1600-ХА 1630	750	450	25	1500	5.35

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6
Фреза $\varnothing 32$ R216-32B32-070	1000	600	15	1500	40,35
Сверло R840-0300-50-A1A 1220 $\varnothing 12$	550	315	56	750	10,25

2.8. Расчет технических норм времени

Суммарное машинное время на одну операцию определяется по формуле 14 [7, с.5]:

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}, \quad (14)$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин.;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время по программе.

Подставляем значения в формулу 14, получаем суммарное машинное время:

$$T_{ца} = (40,35) + (0,040 \cdot 30 + 0,10 \cdot 14) = 40,35, + 2,6 = 42,95 \text{ мин.}$$

$$t_{х.х.} = 0,040 \cdot 30 \text{ – время холостых ходов инструмента, мин.};$$

$$t_{си} = 0,10 \cdot 13 \text{ – время смены инструмента, мин.}$$

Норма штучного калькуляционного времени в серийном производстве определяется $T_{ш-к}$ по формуле 15[7, с. 4]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт}, \quad (15)$$

где $T_{п-з}$ – Партия деталей подготовительного заключительного времени определяется по формуле 16:

$$T_{п-з} = T_{орг.} + T_{нал.} \quad (16)$$

где $T_{\text{орг}}$ – время на организационную подготовку;

$T_{\text{нал}}$ – время на наладку.

Используем справочник для общемашиностроительных нормативов времени и режимы резания для всех видов станков и станков с ЧПУ, можно найти составляющие подготовительно-заключительное время [7, с. 102]:

1. Получаем технологический процесс, режущий инструмент, измерительный инструмент, приспособление, заготовку - 10 мин;
2. Познакомится с работой и технологическим процессом и осмотреть заготовку на наличие раковин – 4 минуты;
3. Получить инструктаж мастера – 3 минуты;
4. Установить приспособление – 15 минут;
5. Отрегулировать приспособление – 3 минуты;
6. Ввести программу с флешки – 0,5 минут.

Все найденные значения можно вставить в формулу 16, найдем подготовительно-заключительное время

$$T_{\text{п-з}} = (10 + 4 + 3) + (14 * 2 + 3 + 0,5) = 17 + 37,5 = 47,5 \text{ мин.}$$

Норма штучного времени $T_{\text{шт}}$ [7, с. 5]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} * K) * \left(1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{отл}}}{100}\right), \quad (17)$$

где Σt_0 – общее основное время, мин.;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин;

K – коэффициент на время выполнения ручной работы [7, с. 50]

$K = 0,76$;

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		49

Вспомогательное время, определяемое по формуле 18, состоит из затрат времени на отдельные приемы [7, с. 5]:

$$T_{в} = T_{у.с} + T_{из}, \quad (18)$$

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

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.;

Используем справочник для общемашиностроительных нормативов времени и режимы резания для всех видов станков и станков с ЧПУ, находим подготовительное заключительное время :

1. Измеряем размер 42Н14 штангенциркулем и принимаем время 0,30 мин [7, с. 84];
2. Измеряем размер 52Н14– , штангенциркулем и принимаем время 0,30 мин. [7, с. 84];
3. Измеряем размер штангенциркулем 76Н14 и принимаем время 0,30 мин. [7, с. 84];
4. Измеряем размер штангенциркулем 103Н14 и принимаем время 0,30 мин . [7, с. 86];
5. Измеряем размер угломером R15 и принимаем время 0,22 мин. [7, с. 86];
6. Измеряем размер штангенциркулем 1.6 и принимаем время равное 0,15 мин. [7, с. 86];
7. Измеряем размер R60,789 угломером и принимаем время 0,50 мин. [7, с. 89];
8. Измеряем размер угломером R25.6 и принимаем время 0,35 мин. [7, с. 89];

Используем справочник для общемашиностроительных нормативов времени и режимы резания для всех видов станков и станков с ЧПУ, находим составляющие время на установку детали и снятие детали :

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

1. Для детали массой до 5,80 кг., установленной в трех кулачковый патрон в вертикальной оси поджатой центром в отверстие $\varnothing 4$ принимается время, равное 1,8 мин. [7, с. 77];
2. Для закрепления детали и открепление детали ключом для трехкулачкового патрона . принимается время равное 0,30 мин. [7, с. 78];
3. Для закрепления детали и открепления детали в трех кулачковый патрон и поджатием центром в отверстием $\varnothing 4$ время равное 0,35 мин. [7, с. 78];

Подставляем все данные в формулу 18:

$$T_B = (1,8 + 0,1 + 0,30 + 0,35) + (0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,22 + 0,15 + 0,50 + 0,35) = 2,55 + 2,42 = 4,97 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места $t_{\text{тех}}$ и время перерывов на отдых и личные надобности $t_{\text{отл}}$ [7, с. 90,93]:

$$t_{\text{тех}} = 14\%, t_{\text{отл}} = 2\%$$

Рассчитанные значения подставляем в формулу 17:

$$T_{\text{шт}} = (42,95 + 4,97 * 0,76) * \left(1 + \frac{16}{100}\right) = 36,41 * 1,16 = 42,24 \text{ мин.}$$

Определение норм штучно-калькуляционного времени $T_{\text{ш-к}}$ по формуле 15:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{47,5}{1000} + 42,24 = 42,28 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов подставлены в таблицу 14.

Таблица 14 – Таблица технических норм времени по операциям

Номер операции	T _о , мин	t _в		t _{тех}	t _{отл}	t _{шт}	t _{п-з}	n	t _{ш-к}
		t _{yc}	t _{из}						
025 Комплексная с ЧПУ	40,35	2,55	2,42	14%	2%	42,24	47,5	1000	42,28

2.9. Коэффициент загрузки оборудования

Располагая штучным временем, затраченным на каждую операцию, по формуле можно определить количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}}, \quad (18)$$

где N - годовая программа, шт;

$T_{шт}$ - штучное или штучно - калькуляционное время, мин;

F_d - действительный годовой фонд времени,

$F_d = 5268,9$ ч. (при трехсменной работе);

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

$k_{вн} = 1,0 \div 1,2$);

$\eta_{з.н.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования (Среднее значение нормативного коэффициента загрузки оборудования на участке цеха при двухсменной работе следует принимать: для мелкосерийного производства - $0,8 \div 0,9$; серийного - $0,75 \div 0,85$; крупносерийного и массового - $0,65 \div 0,75$.)

Затем вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (19)$$

где m_p – расчетное количество станков;

P – количество рабочих мест.

Количество операций определяется по следующей формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф}}, \quad (20)$$

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования ;

$\eta_{з.ф}$ – фактический коэффициент загрузки оборудования.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

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

где F_n - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

k_p - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

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

365 – календарное количество дней;

117 – количество выходных и праздничных дней;

242 – количество рабочих дней, из них:

6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч).

Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1820 \cdot 3 = 5460 \text{ ч.}$$

Потеря времени на ремонт оборудования равны 8.0% для обрабатывающего центра ЧПУ, фонд рабочего времени составляет:

$$F_{об} = 5460 \cdot \left(1 - \frac{8}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Для операции 025 «Комплексная с ЧПУ» количество станков можно определить по формуле 19:

$$m_{Р_{025}} = \frac{1000 \cdot 42,28}{60 \cdot 5023,2 * 0,75 * 1,0} = 0,187.$$

Принимаем $P_{025} = 1$

Рассчитаем коэффициент загрузки по формуле 19:

$$\eta_{з.ф.025} = \frac{0,187}{1} = 0,187$$

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		53

Рассчитаем количество операций по формуле 20:

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,187} = 4,01$$

Принимаем $O_{025} = 4$

Результаты расчетов сведем в таблицу 14.

Таблица 15 –Тип производства

Операция	$T_{шт},$ МИН	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
025 Комплексная с ЧПУ	42,28	0,18	1	0,18	4
	$\Sigma=42,28$		$\Sigma=1$		$\Sigma=4$

По форме госта ГОСТ 14.312-74 организация производства может потоком и быть групповой . Определяется порядок выполнения операций в технологических процессов, идет движения деталей в процессе их изготовления, расположение автоматизированного оборудования и рабочих мест.

Количество деталей в каждой партии для запуска может определится упрощённым способом :

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (21)$$

a - периодичность запуска в днях (периодичность запуска деталей рекомендуется : 4, 7, 14, 26 дня);

360 - количество рабочих дней в году.

Определяем количество деталей в партии, подставив найденные значения в формулу 22:

$$n = \frac{1000 \cdot 26}{360} = 72,22 \approx 73$$

Вывод: Рекомендуется догружать станок другими деталями, что бы повысилась экономическая эффективность использования станка.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		55

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ

Важнейшим достижением научно-технического прогресса является комплексная автоматизация промышленного производства. В своей высшей форме - гибком автоматизированном производстве - автоматизация предполагает функционирование многочисленных взаимосвязанных технических средств на основе программного управления и групповой автоматизации производства. В связи с созданием и использованием гибких производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

В результате замены универсального неавтоматизированного оборудования станками с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Блок обработки – это фрагмент управляющей программы, выполняемый одним инструментом на одной или нескольких поверхностях.

Подрезка торца.

Наружная черновая обработка

Наружная чистовая обработка

Центрование

Сверление

Внутренняя расточка

Цикл резьбы

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

Канавка

Отрезка и т.д.

Циклы обработки

Циклы обработки - это параметрические программы системы управления ЧПУ, которые служат для облегченного программирования G - кода.

Каждый блок содержит:

Координаты точки смены инструмента

Подход к контрольной точке

Обработку

Отход в точку смены инструмента

Структурную единицу УП составляет кадр. Кадр является последовательностью символов (слов) языка программирования (G - кода). Элементом кадра является слово, которое состоит из адреса и числового значения или переменной, глобальной переменной. Основные адреса, используемые в ЧПУ ОКУМА приведены в таблице 11.

Таблица 11- Основные адреса, используемые в ЧПУ ОКУМА

Адрес	Значение
1	2
0	номер программы
O	номер подпрограммы
N	порядковый номер кадра
G	подготовительная функция

Окончание таблицы 11

1	2
X,Z	определяет перемещение
U,W	определяет перемещение осей
R	радиус дуги, радиус скругления
I, K	координаты центра дуги
C	фаска, округление
F	рабочая подача, шаг резьбы
S	скорость вращения шпинделя
T	номер инструмента
M	команды ВКЛ/ВЫКЛ станка
R X	выдержка времени G04
A K D Z	применяемые адреса постоянных циклов
P	определение номера под программы
Lk	количество повторений подпрограмм

В системе ЧПУ OKUMA подготовительные функции G разбиты на 2 группы.

В первую группу входят построчные G функции не требующие буквенных адресов в качестве параметров, во вторую G функции, требующие буквенных адресов в качестве параметров, а также постоянные циклы.

Вспомогательные функции M также делятся на 2 группы. В первую группу входят M функции, выполняемые до перемещения, во вторую

после перемещения. Некоторые M функции должны быть запрограммированы в электронной автоматике.

В кадре под адресом L можно указать вызов управляющей программы. До 4 цифр следующих после L, указывают номер УП.

В одном кадре можно записать:

F, E- значение подачи (шаг резьбы);

Любое количество G функций из группы настроенных;

Функции T или функции D;

До шести M-функций, выполняемых до перемещения;

S функцию;

Одну функцию G из группы основных;

До четырех M-функций, выполняемых после перемещения;

L- функцию (вызов подпрограммы) и после нее любые буквенные адреса в качестве параметров.

Функции шпинделя относятся к отдельным шпинделям или шпиндельным группам. Максимальное число шпинделей равно восьми, и каждый из них может быть придан любой из четырех предусмотренных групп с помощью машинных параметров. Примеры отношений вспомогательных M-функций и шпинделей: M03 относится к первой шпиндельной группе; M103 относится к первому шпинделю; M203 относится ко второму шпинделю. Все эти вспомогательные функции включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке.

Аналогичным образом, вспомогательные функции M13, M113, M213 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) по часовой стрелке с одновременной активизацией функции охлаждения.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		59

Вспомогательные функции M04, M104, M204 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки. Аналогичным образом, вспомогательные функции M14, M114, M214 включают вращение шпинделя (или шпиндельной группы) против часовой стрелки с одновременной активизацией функции охлаждения. Вспомогательные функции M05, M105, M205 останавливают вращение шпинделя.

Систему координат станка, выбранную в соответствии с рекомендациями ISO (Международной организации по стандартизации) принято называть стандартной. Стандартная система координат представляет собой правую прямоугольную декартову систему координат, в которой положительные направления осей координат определяются правилом правой руки: большой палец указывает положительное направление оси абсцисс X, указательный - оси ординат Y, и средний - оси аппликат Z.

Особенность системы в том, что ось координат Z принимают всегда параллельной оси главного шпинделя станка, независимо от того, как он расположен - вертикально или горизонтально. Эта особенность позволяет при ЧПУ для наиболее распространенной плоской обработки использовать в программах обозначения координат через X и F независимо от расположения шпинделя.

В качестве положительного направления оси Z принимают направление от заготовки к инструменту. Ось X - всегда горизонтальна. Дополнительные движения, параллельные осям X, Y, Z обозначают соответственно U, V, W (вторичные) и P, Q, R (третичные). Вращательные движения вокруг осей X, Y, Z обозначают соответственно буквами A, B, C. Положительные направления вращений A, B, C вокруг координатных осей X, Y и Z по часовой стрелке со стороны шпинделя. Для вторичных угловых перемещений вокруг специальных осей используются буквы D и E.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

Начало стандартной системы координат станка обычно совмещается с базовой точкой узла, несущего заготовку и зафиксированного в таком положении, при котором все перемещения рабочих органов станка описываются в стандартной системе положительными координатами.

Системой координат токарного станка служит двухкоординатная система X, Z. Начало этой системы принимается в базовой точке шпиндельного узла. Положительные направления осей системы координат токарного станка определяются расположением основного рабочего диапазона перемещений инструмента.

Для станков сверлильной, сверлильно-расточной и фрезерной групп применяется трехкоординатная система X, Y, Z. Начало этой системы координат принимается преимущественно в базовой точке стола, расположенного в одном из крайних положений. Направления координатных осей этой стандартной системы связаны с конструкцией станка.

Движения рабочих органов станка задаются в программе координатами или приращениями координат базовых точек в системе координатных осей, определенных в стандартной системе координат. Система координатных осей рабочих органов станка представляет собой совокупность отдельных управляемых по программе координат, каждая из которых закреплена за конкретным рабочим органом станка и имеет индивидуальное обозначение, направление и начало отсчета.

Станок для реализации такого резания должен иметь высокие силовые и скоростные характеристики привода главного движения; высокие жесткость и виброустойчивость; способность изменять по программе в широких пределах, лучше всего бесступенчато, скорость шпинделя и подачу.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Точность станков повышают в результате специальных конструктивных решений и более точного исполнения механической части станка.

В наивысшей степени достижению точности способствует оснащение станков устройствами обратной связи.

Заготовка – штамповка. Параметры заготовки приближены к параметрам детали. Конфигурация заготовки приведена на рисунке 34.

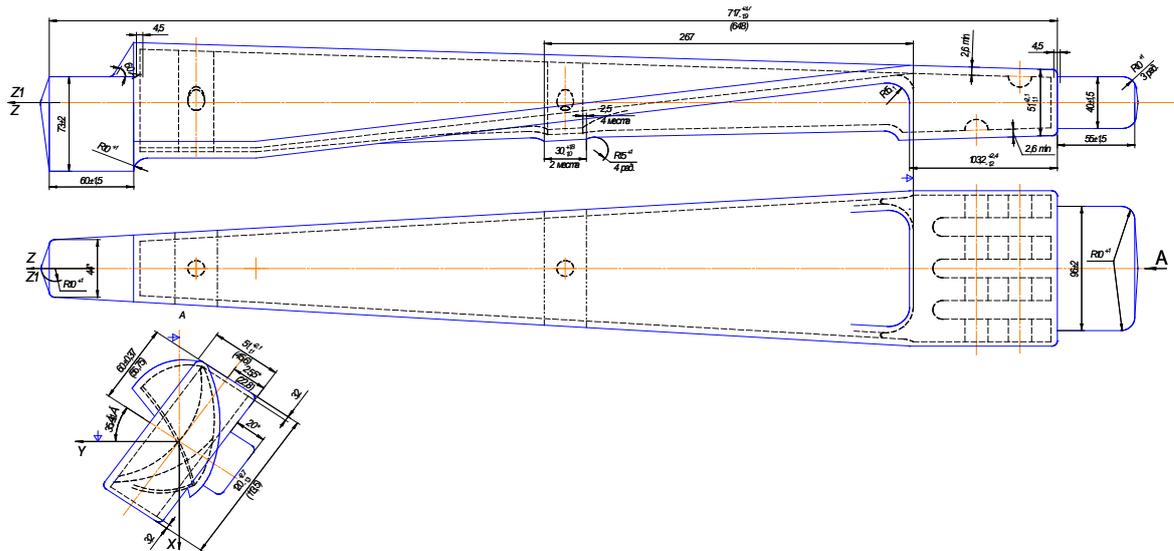


Рисунок 33 – Конфигурация заготовки

Базовая точка мастер-шпинделя – Ось центров и правый торец детали (G54) программа фрезерной обработки детали.

Таблица 11 - Расшифровка фрагмента УП

Кодирование информации содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
; LOPAPKA	После символа ; приведена справочная информация о детали LOPAPKA
; T01 FREZA D50	После символа ; приведена справочная информация об инструменте T01 - FREZA D50

Продолжение таблицы 11

1	2
;ZAGOTOVKA SCHTAMPOVKA	После символа ; приведена справочная информация о заготовке ZAGOTOVKA SCHTAMPOVKA
10=12000 (F - uskorennaja podacha)	10=19999 (F - uskorennaja podacha) – задана величина ускоренной подачи
11=550(F - 1-ya rabochaja podacha)	11=550(F - 1-ya rabochaja podacha) - задана величина первой рабочей подачи
12=300(F - 2-ya rabochaja podacha)	12=300(F - 2-ya rabochaja podacha) - задана величина второй рабочей подачи
T01	T01 – выбор инструмента FREZA D50 R8
M6	M6 – смена инструмента
G90 G17 G56	G90 - абсолютный отсчет размеров G17 – программирование в плоскости XOY G56 – активация смещения нулевой точки детали
S1000 M3	S1000 – число оборотов шпинделя = 1000 об/мин M3 – вращение шпинделя по часовой стрелке
;chernovaya obrabotka vnutr. torca u galteli	После символа ; приведена справочная информация chernovaya obrabotka vnutr. torca u galteli
G1 X-23.023 Y65.360 A72.2268 M15 F=10	G1 - линейная интерполяция X-23.023 Y65.360 – координаты исходной точки по осям X и Y A72.2268 – угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 72,2268° M15 – включение СОЖ для смыва стружки в поддон F=VC10 – активация вышезаданной подачи F = 19999 мм/мин

Продолжение таблицы 11

1	2
G1 Z=2.5	G1 - линейная интерполяция Z=2.5 – координата по оси Z
Z-38.084	Z-38.084 – координата по оси Z
M8	M8- включение подачи СОЖ в зону резания
G1 Y60.599 Z-39.610 F=VC12	G1 - линейная интерполяция Y60.599 Z-39.610 - координаты конечной точки по осям X и Z F=12 активация вышезаданной подачи F = 300 мм/мин
G1 G64 X-23.039 Y57.921 Z-37.740 A71.6136 M16	G1 - линейная интерполяция G64 – включение режима обработки резанием X-23.039 Y57.921 Z-37.740 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A71.6136 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 71, 6136° M16 – отключение СОЖ для смыва стружки в поддон
X-23.061Y55.579Z-35.482A70.3791	X-23.061Y55.579 Z-35.482 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A70.3791 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 70, 3791°
X-23.101Y54.575Z-34.153A69.4236	X-23.101Y54.575Z-34.153 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A69.4236 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 69,4236 °
X-23.163Y53.753Z-32.691A68.1902	X-23.163Y53.753Z-32.691 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A68.1902 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 68,1902 °

Продолжение таблицы 11

1	2
X-23.255Y53.031Z-31.100A66.7119	X-23.255Y53.031Z-31.100 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A66.7119 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 71, 6136°
X-23.373Y52.352Z-29.404A65.0349	X-23.373Y52.352Z-29.404 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A65.0349 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 65,0349 °
X-23.506Y51.686Z-27.736A63.3313	X-23.506Y51.686Z-27.736 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A63.3313 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 63,3313 °
X-23.653Y50.951Z-26.067A61.6112	X-23.653Y50.951Z-26.067 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A61.6112 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 61, 6112°
X-23.802Y50.155Z-24.436A59.9159	X-23.802Y50.155Z-24.436 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A59.9159 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 59, 9159°
X-23.881Y49.709Z-23.593A59.0351	X-23.881Y49.709Z-23.593 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A59.0351 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 59,0351°
X-23.938Y49.362Z-22.738A58.269	X-23.938Y49.362Z-22.738 - координаты конечной точки по осям X, Y и Z A58.2690 - угол поворота мастер-шпинделя вокруг оси A на угол 58.2690°
M9	M9 – отключение подачи СОЖ в зону резания

Окончание таблицы 11

1	2
G10	G10 – задание новых координат для начала координат
G0 Z200	G0 – ускоренное перемещение Z200 – координата точки по оси Z

4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В дипломном проекте разрабатывается технологический процесс механической обработки детали «Лопатка» для производственных условий ООО «Пумори-энергия» и рассматривается вопрос экономической целесообразности разработки технологического процесса. Идет внедрение высокотехнологического оборудования, оптимизация режимов резанья, для повышения более безопасного внедряемого оборудования, снижение затрат на материалы, энергоносителей, соответственно должно снизиться себестоимость изделия.

Технологический процесс был разработан на базе чертежа, который был предоставлен организацией для деталей в условиях средне – серийного производства.

Исходные данные для производства детали представлены в таблице 16.

Таблица 16 - исходные данные для производства детали

Показатели	Данные
1. Годовая программа выпуска деталей, шт.	500
2. Штучно-калькуляционное время обработки детали по операциям, мин	92,45
3. Годовой фонд времени работы оборудования (при трехсменной работе), час	5472,2
4. Коэффициент загрузки оборудования	0,18
5. Коэффициент использования металла	0,84

Целью технико-экономических расчётов в дипломном проекте является расчет себестоимости изготовления детали.

4.2. Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (22)$$

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

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

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

Так как оборудование и программное обеспечение приобретено предприятием ранее, капитальные вложения в оборудование и программное обеспечение не учитывается.

Размер капитальных вложений в приспособления определяют по формуле:

$$K_{прс} = \sum q_p * N_{прс} * Ц_{прс} * K_{осн}, \quad (23)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, где применяется приспособление, шт.;

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособления, руб.;

$K_{осн}$ – коэффициент занятости технологической оснастки при выполнении каждой операции обработки детали. При использовании специальной оснастки, рассчитанной на обработку только этих изделий, коэффициент $K_{осн} = 1,0$.

Для проектируемого варианта приобретаем новые приспособления для «OKUMA 66-VB» находим в соответствии с формулой 19:

$$Ц_{прс} = 1 \cdot (1 \cdot 90000 + 1 \cdot 300000) \cdot 1 = 390000 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения $K = K_{прс} = 390000$ руб.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		68

Количество технологического оборудования было рассчитано ранее по формуле 20 и равно 0,18.

Полученные данные сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Количество оборудования по проектному варианту

№ операции	Состав оборудования механического участка	Модель оборудования	Количество станков	
			Расчетное	Принятое
010	Многоцелевой Обрабатывающий центр	«OKUMA66 VB»	0,18	1
Итого:				1

4.3. Определение технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_э + Z_{зп} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u, \quad (24)$$

где Z_m – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

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

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

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

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

Z_u – затраты на малоценный инструмент, руб.

4.3.1. Затраты на материалы

Затраты на основные материалы рассчитываем по формуле 26:

$$Z_3 = K \cdot (Q_3 \cdot M_3 - Q_{отх} \cdot M_{отх}), \quad (25)$$

где K – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, $K = 1,04\%$;

$Q_3 = 104$ р. – цена материала заготовки за кг., руб.;

$M_3 = 8,25$ кг – масса заготовки;

$Q_{отх} = 12,5$ р. -цена за один кг отходов., руб.;

$M_{отх}$ – масса отходов, кг;

Подставив значения в формулу 26, определим затраты на материалы проектируемого варианта:

$$Z_3 = 1,04 \cdot (104 \cdot 30 - 12,5 \cdot 8) = 3140,6 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала характеризует технологичность заготовки и определяется по формуле:

$$K_{им} = M_d / M_3; \quad (26)$$

где M_d, M_3 – масса соответственно детали и заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{5,80}{8,25} = 0,70$$

Затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, определяется по формуле:

$$Z_p = k_{есн} \cdot k_{пр} \cdot k_{доп} \cdot k_p \cdot T_{шт-к} \cdot C_i, \text{ руб.}, \quad (27)$$

где $k_{есн}$ – коэффициент, учитывающие страховые взносы ($k_{есн} = 1,4$);

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий премиальные выплаты;

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{доп} = 1,3$);

k_p – районный коэффициент ($k_p = 1,20$);

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение заготовки, час;

C_i – часовая тарифная ставка рабочего, изготавливающего заготовку ($C_i = 92,45$), руб.

Подставив значения в формулу 28, определим затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку:

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

$$Z_p = 1,4 \cdot 1,6 \cdot 1,3 \cdot 1,20 \cdot 1,33 \cdot 92,45 = 429,66 \text{ руб.}$$

Затраты на материал на одну заготовку определяются по формуле:

$$Z_M = Z_3 + Z_p, \quad (28)$$

$$Z_M = 3140,6 + 643,39 = 3570,26 \text{ руб.}$$

Затраты на материал по годовой программе:

$$Z_M = 3783,99 \cdot 500 = 1891500 \text{ руб.}$$

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

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{пр} = Z_n + Z_{эл} + Z_k + Z_{тр}, \quad (29)$$

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

Z_n – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

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

Z_k – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

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

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{пр} = C_{тар} \cdot T_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{соц} \cdot k_n, \text{ руб.} \quad (30)$$

где $C_{тар}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, 370 руб.;

$T_{шт-к}$ – норма времени на операцию, час;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$k_{\text{мн}} = 1;$$

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

$$k_{\text{доп}} = 1,3;$$

$k_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий страховые взносы 30%,

$$k_{\text{соц}} = 1,3;$$

$k_{\text{н}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{н}} = 1,20$

Определим основную и дополнительную заработную плату с отчислениями на соц.страхование по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = 370 \cdot \left(\frac{92,45}{60}\right) \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,20 = 750,71 \text{ руб.}$$

Численность станочников (операторов) вычислим по формуле:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N \cdot K_{\text{мн}}}{\Phi_{\text{р}} \cdot 60}; \quad (31)$$

где $\Phi_{\text{р}}$ – годовой фонд времени одного рабочего;

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

$T_{\text{шт-к}}$ = норма времени на операцию, час;

N – годовая программа выпуска детали, шт.

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{92,45 \cdot 500 \cdot 1}{1820 \cdot 60} = 0,42 \text{ чел.}$$

Принимаем 1 оператора.

Затраты на заработную плату производственных рабочих заносятся в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату производственных рабочих

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.
010	370	92,45	1948,71	0,42
Итого:				1

Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков) найдём по формуле:

$$Z_n = \frac{C_{\text{тар}} \cdot \Phi_p \cdot \chi_n \cdot K_{\text{дон}} \cdot K_{\text{соц}} \cdot K_n}{N}, \quad (32)$$

где $C_{\text{тар}}$ – часовая тарифная ставка, руб.;

Φ_p – годовой фонд времени одного рабочего;

N – годовая программа выпуска детали, шт;

χ_n – численность рабочих соответствующей категории, чел.

Численность рабочих соответствующей категории определим по формуле:

$$\chi_n = \frac{q \cdot n}{N}, \quad (33)$$

где q – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком или электронщиком.

Подставив в формулы 32 и 33 данные, найдем число наладчиков и оплату труда наладчиков:

$$\chi_n = \frac{(0,18 \cdot 3)}{3} = 0,18 \text{ чел.}$$

$$Z_n = \frac{212,6 \cdot 1820 \cdot 0,18 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,20}{500} = 282,49 \text{ руб.}$$

Подставив в формулы 32 и 33 данные, найдем число электронщиков и оплату труда электронщиков:

$$\chi_n = \frac{(0,18 \cdot 3)}{8} = 0,067$$

$$Z_{\text{э}} = \frac{112,15 \cdot 1820 \cdot 0,067 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,20}{500} = 55,4 \text{ руб.}$$

Численность слесарей составляет 7% от числа станочников, тогда:

$$\chi_{\text{тр.р}} = 0,42 \cdot 0,07 = 0,0294 \text{ чел}$$

$$Z_{\text{тр}} = \frac{100 \cdot 1820 \cdot 0,0294 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,20}{500} = 21,70 \text{ рубля.}$$

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

Численность контролеров составляет 7% от числа станочников, тогда:

$$C_{mp.p} = 0,42 * 0,07 = 0,0294 \text{ чел}$$

$$З_k = \frac{80 \cdot 1820 \cdot 0,0175 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,20}{500} = 10,334 \text{ рублей.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь сведены в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Оператор	370	0,42	1948,71
Наладчик	212,06	0,187	292,64
Электронщик	112,15	0,070	57,95
Слесаря	100	0,0294	21,70
Контролер	80	0,0294	10,334
Итого:		0,735	2331,334

4.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываю по формуле:

$$З_{эл} = \frac{N_y \cdot k_n \cdot k_{ep} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot T_{шт-к}}{\eta} \quad (34)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_n – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности (для металлообрабатывающего станка $k_N = 0,6$);

k_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени ($k_{ep} = 1,08$);

k_w – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия ($k_w = 1,2$);

η – коэффициент полезного действия оборудования ($\eta = 0,8$);

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт/ч. электроэнергии, руб., ($\Pi_э = 3,56$ руб.)

$$З_{эл} = \frac{32 \cdot 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 92,45}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 60} = 28,75 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

Результаты расчетов сводятся в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, р.
«OKUMA66 VB»	32	92,45	28,75
Итого:			28,75

4.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываю по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (35)$$

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

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

Амортизационные отчисления по оборудованию определяю по формуле:

$$C_{ам} = \frac{C_{обр} \cdot N_{ам} \cdot T_{шт-к}}{F_{д} \cdot \eta_{з.н} \cdot \eta_{в.н} \cdot 60}, \quad (36)$$

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

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений для обрабатывающего центра с ЧПУ = 10% ;

$F_{д}$ – годовой фонд времени работы оборудования, час; ($F_{д} = 5474,2$ ч.);

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, ($\eta_{з.н.} = 0,8$);

$\eta_{в.н.}$ – коэффициент выполнения работ, ($\eta_{в.н.} = 1$).

$$C_{ам} = \frac{15000000 \cdot 0,1 \cdot 92,45}{5474,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 60} = 527,759 \text{ руб.}$$

Определение затрат на текущий ремонт оборудования

Затраты на текущий ремонт оборудования определяю по формуле 36,
норма отчислений на ремонт = 1 - 2%;

$$C_{\text{рем}} = \frac{15000000 \cdot 0,01 \cdot 92,45}{5474,2 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 60} = 52,775 \text{ руб.}$$

Применяя формулу 35 рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{рем}} = 527,759 + 52,775 = 580,534 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизации, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизация, руб.	Затраты на ремонт, руб.
«OKUMA66 VB»	15000000	1	10	92,45	527,759	52,775

4.3.5. Затраты на эксплуатацию оснастки

Затраты на эксплуатацию приспособления определяю по формуле:

$$Z_{\text{пр}} = \frac{q_{\text{р}} \cdot N_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}}{N \cdot 100}, \quad (37)$$

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

$N_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, шт.;

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособления, руб.;

$N_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления, % (по сроку полезного использования $N_{\text{ам}}=10$);

N – приведенная программа выпуска деталей.

Подставляя необходимые значения в формулу 37, определяем затраты на эксплуатацию приспособления:

$$Z_{\text{пр}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 390000 \cdot 10}{500 \cdot 100} = 78 \text{ руб.}$$

4.3.6. Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляются по формуле:

$$Z_{\text{инс}} = \frac{C_{\text{п}} * n + \frac{C_{\text{и}} + k * C_{\text{компл}}}{Q}}{T_{\text{ст}} * b_{\text{фи}} * N} * T_{\text{маш}}, \quad (38)$$

где $C_{\text{п}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

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

$C_{\text{и}}$ - цена корпуса сборного инструмента (корпус сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{\text{компл}}$ - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, , , винтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт. ($k_{\text{компл}} = 2$)

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

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

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фи}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 2,35 при черновой обработке до 40,35 при чистовой обработке;

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

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

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента применяя формулу 38:

$$Z_{\text{инс}} = \frac{700 * 16 + \frac{35000 + 5000 + 2 * 68000 * 0,06}{450}}{35 * 0,9 * 2} * 4,88 = 247,5 \text{ руб.}$$

Применяя формулу 38 рассчитываем затраты на каждый инструмент в таблицу 22.

Таблица 22 – Параметры инструмента

№	Инструмент	Маш.время, мин	Цена, руб.	Стойкость, мин	Итого зарплаты, руб
1	2	3	4	5	6
1.	Фреза для обработки 490-063A32-14L	6,87	35000	40	179,47
	V250.4.32.100.44		5000		
	Пластина 490-140412M 1020		700		
2.	Сверло Ø 4 2317-0107	4,35	15000	40	63,2
	V250.4.32.100.44		25000		
3.	Фреза Ø25 R216.35-25030-BC45B	15,5	600	40	42,1
	V250.4.32.100.44		25000		
4.	Фреза 2223-0525 ГОСТ 17025-71	14,3	26000	40	52,4
	V250.4.32.100.25		25000		
	Пластина 490-140412M 1020		700		
5.	Фреза Ø14 R216.34-14030-BC26B	2,35	15000	40	63,2
	V250.4.32.100.44		25000		
6.	Фреза 1И230-1600-ХА 1630	5,35	17000	40	68,3
	V250.4.32.100.44		25000		
7.	Фреза Ø32 R216-32B32-070	40.35	35000	40	168,5
	Пластина R216-16 03 Е-М 2040		700	40	
	V250.4.32.100.25		25000	40	

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5	6
8.	Сверло R840-0300-50-A1A 1220 Ø12	10.25	14000	40	35,2
	B250.4.32.100.44		25000	40	
Итого:					672.37 руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 23.

Таблица 23 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Затраты на материалы	3140,6
Заработная плата с начислениями	2331,334
Затраты на технологическую электроэнергию	28,75
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	527,759
Затраты на эксплуатацию оснастки	78
Затраты на инструмент	672,37
Итого	7018,894

4.4. Анализ уровня технологии производства

Технологическая оснащенность может характеризоваться оснащенностью операций обычным инструментом и унифицированным.

Коэффициент технологической оснащенности инструментом:

$$k_{\text{оси}} = \frac{\partial_{\text{ин}}}{\partial_{\Sigma}}, \quad (39)$$

где $\partial_{\text{ин}}$ - количество инструмента, шт;

∂_{Σ} - общее количество переходов.

Определим коэффициент технологической оснащённости инструментом по формуле 41:

$$k_{\text{оси}} = \frac{8}{14} = 0,72$$

Коэффициент оснащённости унифицированным инструментом:

$$k_{\text{осу}} = \frac{\partial_{\text{ун}}}{\partial_{\Sigma}}, \quad (40)$$

где $\partial_{\text{ун}}$ - количество переходов с применением унифицированного инструмента;

∂_{Σ} - общее количество переходов.

Определим коэффициент оснащённости унифицированным инструментом по формуле 40:

$$k_{\text{осу}} = \frac{3}{11} = 0,27$$

Коэффициент технологической оснащённости:

$$k_{\text{ос}} = \frac{C_{\text{осн}}}{C_{\text{дет}}}, \quad (41)$$

где $C_{\text{осн}}$ – стоимость применяемой оснастки, р;

$C_{\text{дет}}$ – стоимость обработки одной детали, р.

Определим коэффициент технологической оснащённости по формуле 41:

$$k_{\text{ос}} = \frac{672,37 + 78}{7018,894} = 0,106$$

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (42)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим производительность труда по формуле 44:

$$V_{\text{тр.}} = \frac{1820 \cdot 1 \cdot 60}{92,45} = 1181,17 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 24 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 24 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Проектный вариант
Годовой выпуск деталей	шт.	500
Количество оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Сумма капиталовложений	тыс. руб.	390
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,48
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	Тыс руб.	7018.894
- затраты на инструмент		672.37
- заработная плата рабочих		233,334
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	1187.17
Себестоимость годового выпуска	Тыс.руб.	3509447
Коэффициент загрузки оборудования		0.18

Вывод: по приведённым результатам видно, себестоимость детали составила 7018.894 руб.

Исходя из результатов, что оборудование нужно загружать деталями такого типа , и есть шанс повисить коэффициент загрузки оборудования.

Стоимость режущего инструмента составляет 672,37 руб., что является не большой ценой для современного режущего инструмента.

По приведённым результатам можно рекомендовать данный технологический процесс в внедрению на производстве или быть принятым в качестве типового процесса для разработки технологических процессов на похожие детали.

5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В дипломном проекте рассматривается проектирование технологического процесса изготовления детали «Лопатка левая» в условиях завода СИЗ в организации «Пумори-энергия».

Технологический процесс изготовления детали «Лопатка левая» изготавливается на станках с ЧПУ 66 VB OKUMA, где необходима квалификация рабочих 3 разряда и выше.

Внедрение нового технологического процесса существует потребность в повышении квалификации рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Переподготовка производится в ОАО «Учебный центр СИЗ «Пумори-энергия» повышения квалификации.

5.1. Анализ учебного плана и программы повышения квалификации по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Анализ содержания профессиональной деятельности токаря-расточника был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор ЧПУ», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 24 декабря 2015г. № 1138н, регистрационный номер 740 [15].

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор ЧПУ» 3 разряда представлены в таблице 25.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		82

Трудовая функция «Обработка заготовок на станках с программным управлением» В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 26.

Таблица 26 - Трудовые функции Оператора ЧПУ

Выполнения технологических операций при изготовлении детали на фрезерном станке с ЧПУ	C/01.1
---	--------

Выбрана трудовая функция C/01.1 «Выполнения технологических операций при изготовлении детали на фрезером станке с ЧПУ», ее анализ приведен в таблице 24.

Таблица 27 - Анализ трудовой функции C/01.1

Наименование	Выполнения технологических операций при изготовлении детали на фрезером станке с ЧПУ	Код	C/01.1	Уровень (подуровень квалификации)	4
1	2				
Трудовые действия	Изучение рабочих заданий в соответствии с требованиями технологической документации				
	Обработка деталей с учетом соблюдения и контроля размеров деталей				
	Изготовление деталей в соответствии с технологическим процессом				
	Контролирование соблюдения технологического процесса изготовления деталей				
	Осуществление контроля над работой основных механизмов оборудования, приспособлений и оснастки, их подналадка для обеспечения бесперебойной работы				

Продолжение таблицы 27

1	2
	Проверка качества изготовления деталей
	Изготовление партии деталей согласно производственного задания
Необходимые умения	Проверять состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, правилами организации рабочего места
	Проверять исправность элементов управления оборудования и кнопок аварийной остановки оборудования
	Проверять состояние приспособлений, оснастки и инструмента
	Проверять наличие смазочно-охлаждающих жидкостей
	Проверять наличие и уровень масла в гидравлической системе оборудования и техническое состояние системы смазки
	Проверять надежность креплений заготовок в приспособлениях и прилегание заготовок к базовым плоскостям
	Применять средства индивидуальной и коллективной защиты
	Проверять соответствие заготовок и вспомогательных материалов требованиям технологической карты
	Организовывать рабочее место
	Вносить коррективы в настроечные параметры станка с целью компенсации износа режущего инструмента.
Производить корректировку настроечных параметров режущего инструмента в соответствующем режиме работы комплекса "Станок- ЧПУ"	

Окончание таблицы 27

1	2
Необходимые знания	Правила технической эксплуатации и ухода за оборудованием
	Правила по охране труда при работе со смазочно-охлаждающими жидкостями
	Инструкции по эксплуатации оборудования, инструмента и приборов
	Правила рациональной организации рабочего места
	Способы проверки параметров заготовок на соответствие конструкторской документации
	Условия хранения и эксплуатации ручных контрольно-измерительных приборов, универсальных, специализированных мерительных инструментов и приспособлений
	Приемы корректировки режущего инструмента
	Допустимые величины износа режущего инструмента

5.2. Анализ рабочей программы

Учебным планом предусмотрено изучение 7 тем. По окончании образовательной программы учащиеся сдают экзамен. Общая трудоемкость программы «Оператор станков с ЧПУ» составляет 112 часов, состоит из 3 разделов и представлена в таблице 28.

Таблица 28- Учебный план

№ п/п	Название дисциплин	Всего часов	В том числе		Форма контроля
			Теория	Практические занятия (лабораторные работы)	
1	2	3	4	5	6
1.	Теоретическое обучение	66	34	32	
	1. Изображения на чертежах: виды, сечения, разрезы. Простановка размеров. Чтение чертежей. Выполнение чертежей	30	12	18	Зачет
	2. Устройство металлорежущих станков с программным управлением. Механическая и электромеханическая наладка станка	8	8	-	Зачет
	3. Подналадка, проверка на точность и работоспособность обрабатывающих центров с ЧПУ	8	4	4	Зачет
	4. Заточка, доводка и установка универсального и специального режущего инструмента на обрабатывающие центры с ЧПУ	8	4	4	Зачет
	5. Универсальные и специальные приспособления, контрольно-измерительные инструменты, приборы и инструменты	8	4	4	Зачет
	6. Параметры и установки системы ЧПУ станка	10	4	6	Зачет
	7. Управляющие программы обрабатывающих центров с ЧПУ	12	6	6	Зачет
	8. Осуществление обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Зачет

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6
2.	Практическое обучение	42	-	42	Зачет
3.	Квалификационный экзамен	4			Экзамен
	ИТОГО:	142			

Выбрана тема «Нанесение размеров на чертежах». Тематический план изучения данной темы состоит из 3 разделов, представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Тематический план темы «Изображения на чертежах: виды, сечения, разрезы. Простановка размеров. Чтение чертежей. Выполнение чертежей»

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	В том числе:		Формы контроля
			Лекции	Практические занятия	
1	Изображения на чертежах: виды, сечения, разрезы.	2	2	0	Тестирование
2	Простановка размеров на чертежах	4	4	0	Тестирование
3	Чтение чертежей, Выполнение чертежей	4	0	6	Выполнение практической работы
	Итого:	10	6	6	Зачет

В соответствии с тематическим планом изучения программы «Простановка размеров на чертежах» на лекции отводится 6 часов, на практические занятия – 4 часов.

Выбран 2 раздел «Простановка размеров на чертежах». Перспективно-тематический план изучения данной темы приведен в таблице 30.

Таблица 30 - Перспективно-тематический план темы «Простановка размеров на чертежах»

Номер урока п/п	Тема урока (занятия)	Цели урока (занятия)	Методы обучения	Тип урока (занятия)	Вид занятия	Способ организации	ДС и ВСО	МПС и ВПС	Д/З
1 занятие	«Изображение на чертежах». (2 часа.)	<p>Образовательная цель: формирование знаний у слушателей об основных занков на чертежах;</p> <p>Развивающая цель: развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;</p> <p>Воспитательная цель: воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению;</p>	Рассказ, беседа, объяснение	Лекция, ориентированная на усвоение новых знаний	Групповые	Лекция-монолог с применением мультимедийных технологий	Ноутбук, мультимедиа-проектор, слайды, таблицы, доска, мел.	Теоретическое обучение . Тема: «Изображение на чертежах».	Перечитать конспект, выучить новые понятия и формулировки.
2 занятие	«Простановках размерах на чертежах». (2 часа.)	<p>Образовательная цель: формирование знаний у слушателей об основах программирования обработки обрабатывающих центров с ЧПУ;</p> <p>Развивающая цель: развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;</p> <p>Воспитательная цель: воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению;</p>	Рассказ, беседа, объяснение	Лекция, ориентированная на усвоение новых знаний	Групповые	Лекция-монолог с применением мультимедийных технологий	Ноутбук, мультимедиа-проектор, слайды, таблицы, доска, мел.	Теоретическое обучение . Тема: «Простановках размерах на чертежах».	Перечитать конспект, выучить новые понятия и формулировки.

Далее в дипломном проекте приведен план конспект урока теоретического обучения на тему «Простановка размеров на чертежах»

5.3. Разработка занятия теоретического обучения

Тема занятия : «Простановка размеров на чертежах»

Цели:

1. Образовательная: Формирование знаний у слушателей об правильном нанесении размеров на чертежах;
2. Развивающая: Развитие у обучаемых логического мышления и умений обобщать полученные сведения и делать выводы;
3. Воспитательная: Воспитание у обучаемых интереса к выбранной профессии, с целью положительной мотивации обучаемых к дальнейшему обучению.

Тип урока: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний

Метод обучения: рассказ, беседа, объяснение

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

Продолжительность урока: 90 минут

Занятие проходит в учебном классе.

Ход урока представлен в таблице 31.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						90
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

Таблица 31 - Деятельность преподавателя и учащегося на уроке (рассчитана на 2 академических час)

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
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
5	Сообщение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	45	Слушают, конспектируют, изучают слайды
6	Закрепление новых знаний	Тестирование Раздаёт вопросы теста	15	Отвечают на вопросы, сдают преподавателю

Организационная часть: Поприветствовать учащихся. Сообщить тему занятия: «Простановка размеров на чертежах» и план изложения нового материала:

Виды размеров (размеры конструктивных элементов, координирующие, габаритные).

Основные правила нанесения размеров на чертежах.

Мотивация учащихся: Тема «Простановка размеров на чертежах» очень важна оператору станков с ЧПУ для дальнейшего умения читать чертежи во время практической работы .

Изложение нового учебного материала:

Основные положения стандарта

Основанием для определения величины изделия и его элементов служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Размеры всегда указывают истинные независимо от того, в каком масштабе и с какой точностью выполнено изображение. Размеры должны быть назначены и нанесены так, чтобы по ним можно было изготовить деталь, не прибегая к подсчетам.

Размеров должно быть минимальное количество, но достаточное для изготовления и контроля изделия. Отсутствие хотя бы одного из размеров делает чертеж практически непригодным. Размеры должны быть нанесены так, чтобы при их чтении не возникало никаких неясностей или вопросов.

Согласно ГОСТ 2.307-2011 — «Нанесение размеров и предельных отклонений» *линейные размеры* на чертеже приводят в миллиметрах, без обозначения единицы измерения. *Угловые размеры* указывают в градусах, минутах, секундах с обозначением единицы измерения. Каждый размер наносят на чертеже, в основной надписи только один раз, повторять его недопустимо.

При указании размеров прямолинейных отрезков размерные линии проводят параллельно этим отрезкам на расстоянии не менее 10 мм от линии контура и 7 мм друг от друга, а выносные линии проводят перпендикулярно размерным. Выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм. Стрелка размерной линии должна иметь длину не менее 2,5 мм и угол при вершине около 20° (Рисунок 3.1). Размеры и форма стрелок должна быть одинаковыми на всем чертеже.

Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

Нанесение размеров

На чертежах деталей размеры проставляют, исходя из технологии изготовления данной детали и из того, какими поверхностями данная деталь соприкасается с другими деталями сборочной единицы.

При указании размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии – радиально (Рисунок 31).

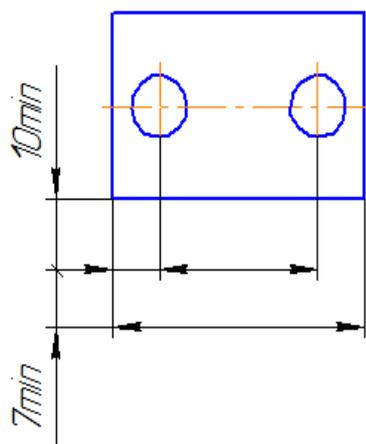


Рисунок 31

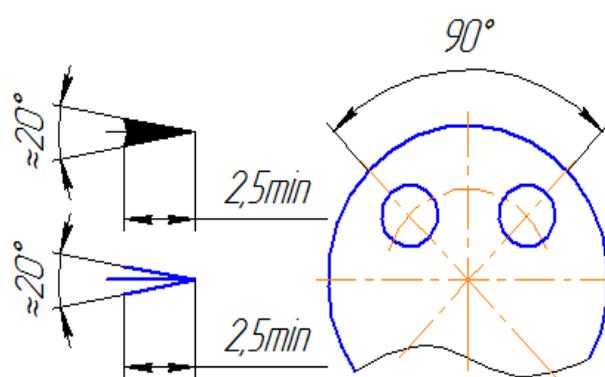


Рисунок 32

Размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения.

Не допускается использование линии контура, осевые, центровые и выносные линии в качестве размерных. Недопустимо пересечение размерных и выносных линий, показанное на зачеркнутом рисунке 33, а. Правильное нанесение размеров для этого случая приведено на Рисунке 33, б.

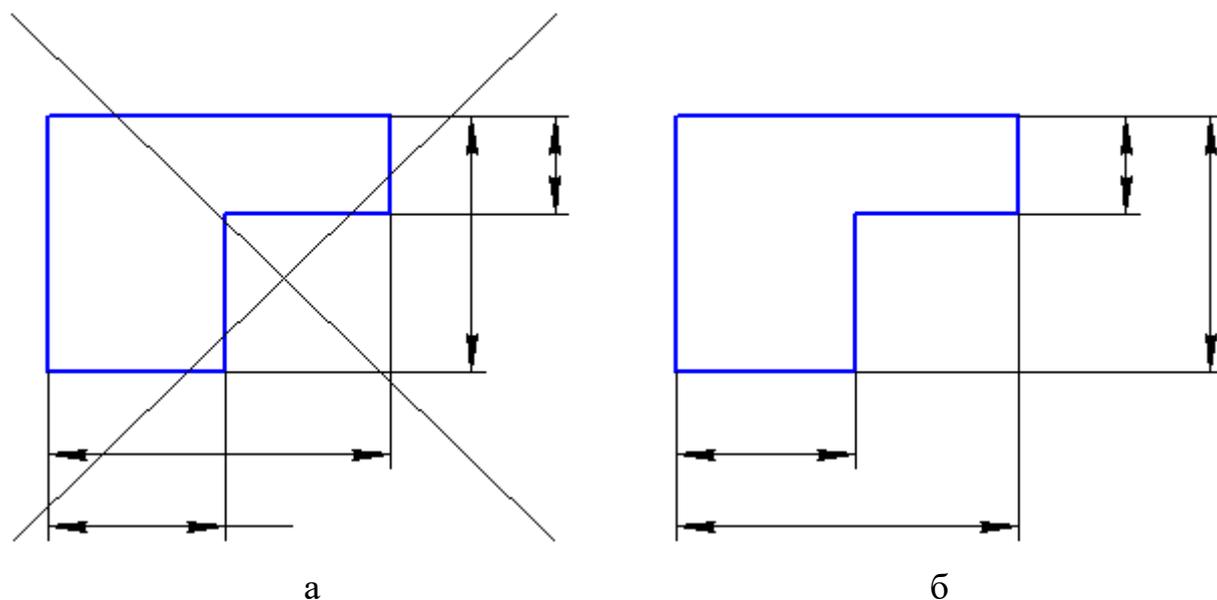


Рисунок 33

Как видим, меньшие размеры следует размещать ближе к контуру детали, число пересечений размерных и выносных линий при этом сократится, что облегчит чтение чертежа.

Размерную линию проводят с обрывом, если с одной стороны изображения нет возможности провести выносную линию, например, в случае совмещения вида и разреза (рисунок 36, а), а также, если вид или разрез симметричного предмета изображают только до оси или с обрывом (рисунок 34, б). Обрыв размерной линии делают дальше оси или линии обрыва предмета.

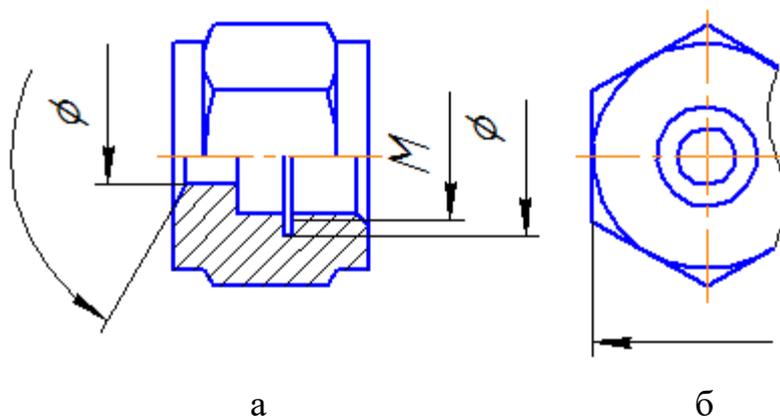


Рисунок 34

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

Размерные линии допускается проводить с обрывом в следующих случаях:

- при указании размера диаметра окружности; при этом обрыв размерной линии делают дальше центра окружности (Рисунок 35);
- при нанесении размеров от базы, не изображенной на данном чертеже (Рисунок 36).

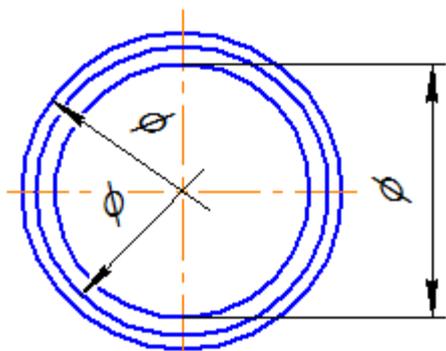


Рисунок 35

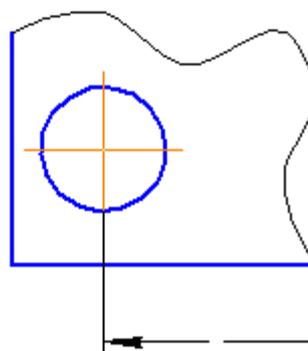


Рисунок 36

Основная линия должна быть прервана, если она пересекается со стрелкой (Рисунок 36).

При изображении изделия с разрывом размерную линию не прерывают (Рисунок 37). Размерное число, при этом, должно соответствовать полной длине детали.

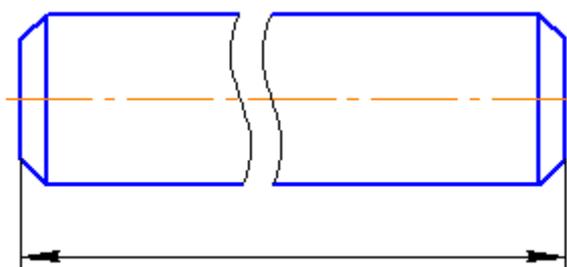


Рисунок 37

Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

Если нет возможности разместить размерные числа и стрелки между близко расположенными сплошными основными или тонкими линиями, их наносят снаружи (Рисунок 38). Аналогично поступают при нанесении размера радиуса, если стрелка не помещается между кривой и центром радиуса (Рисунок 39).

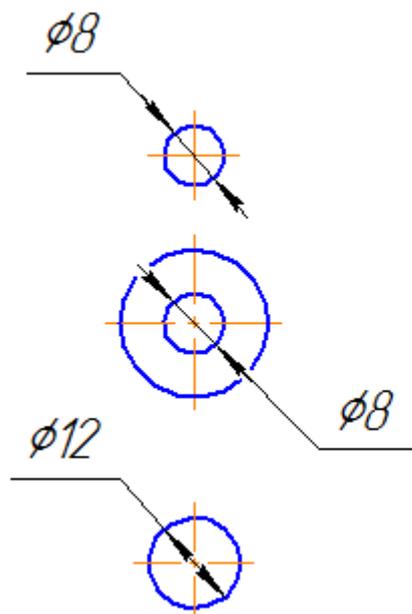


Рисунок 38

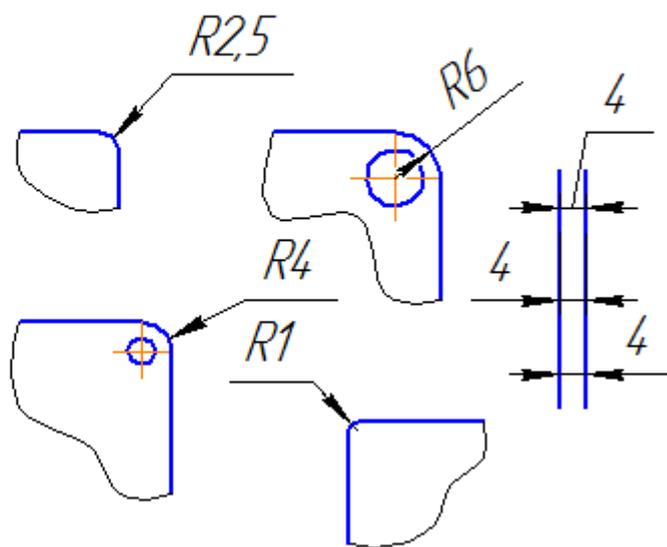


Рисунок 39

Допускается заменять стрелки точками или засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, если между выносными линиями невозможно разместить стрелку (Рисунок 40).

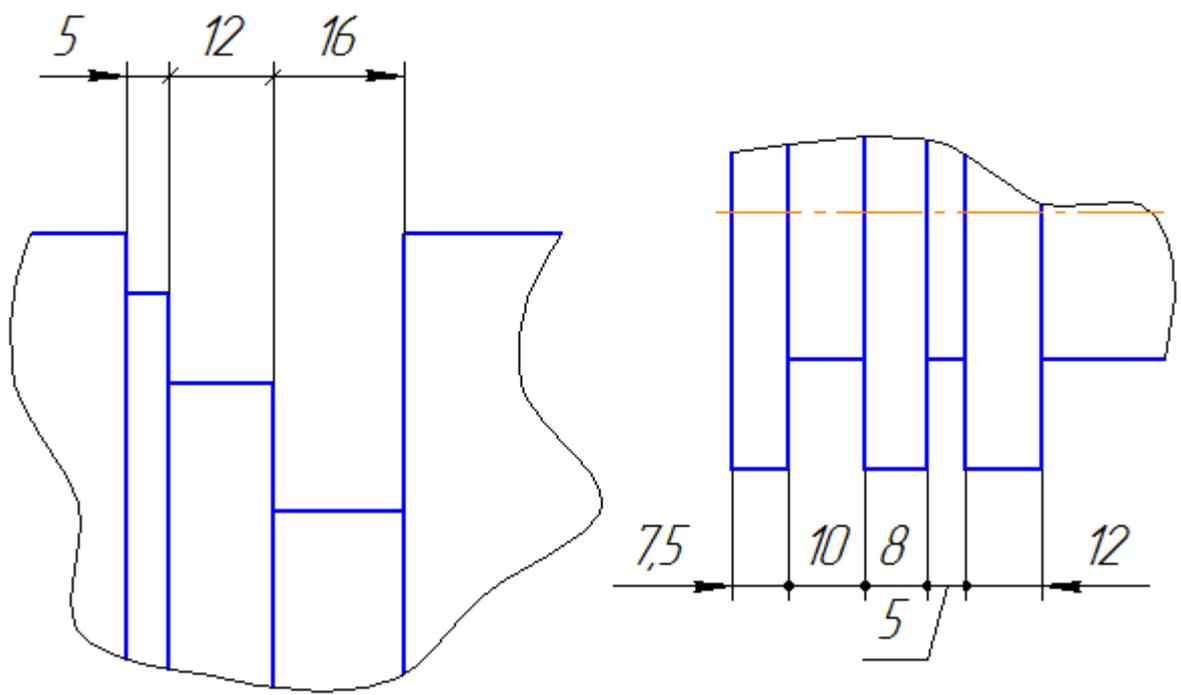


Рисунок 40

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими-либо линиями чертежа. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии или линии штриховки прерывают (Рисунок 41).

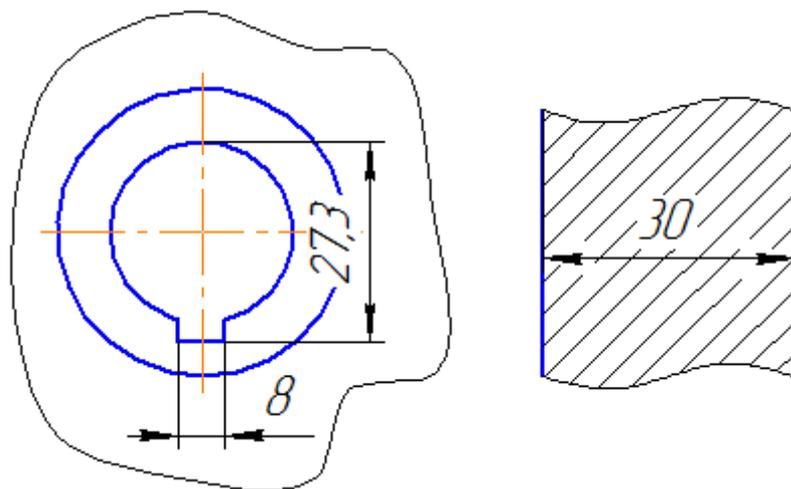


Рисунок 41

Размерные числа следует наносить над размерной линией, по возможности ближе к её середине (Рисунок 42).

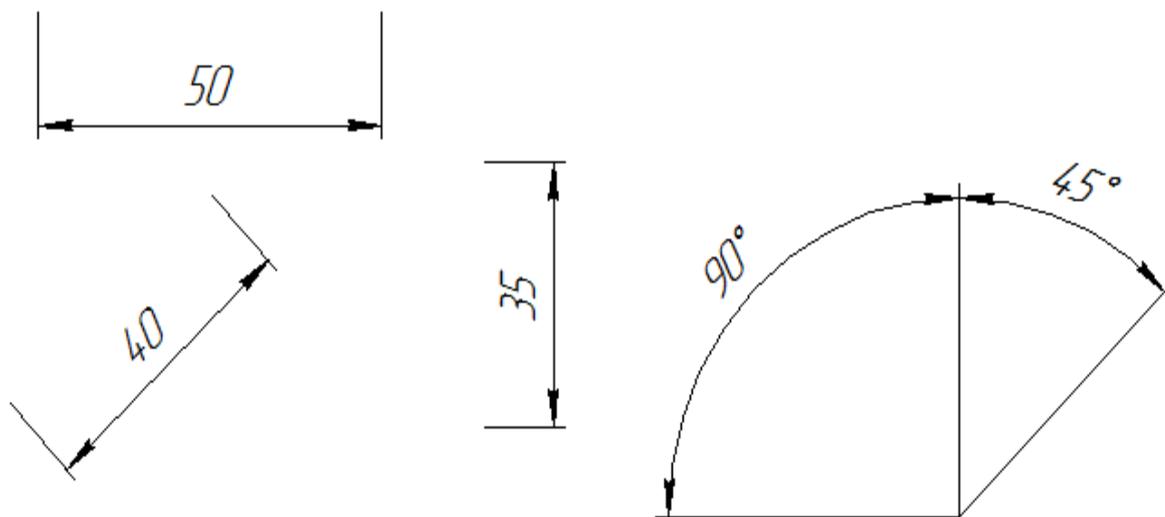


Рисунок 42

Размерные числа линейных размеров при различных наклонах размерных линий располагают, как показано на Рисунке 43.

Если необходимо нанести размеров заштрихованной зоне, соответствующее размерное число наносят на полке линии – выноски.

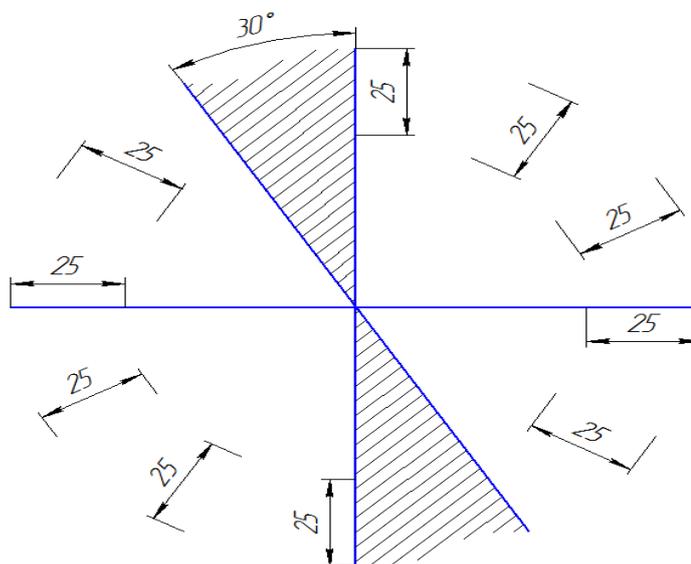


Рисунок 43

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

Угловые размеры наносят так, как показано на Рисунке 44.

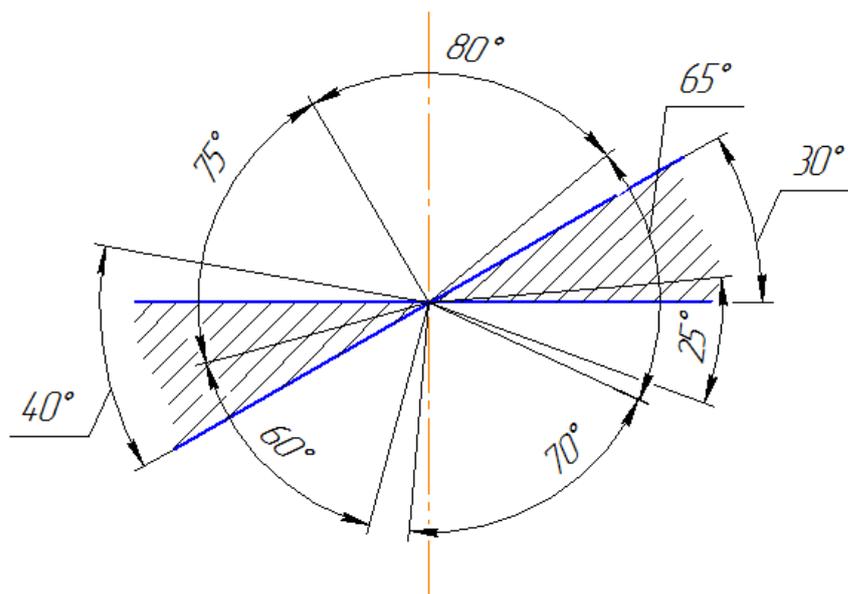


Рисунок 44

В зоне расположенной выше горизонтальной осевой линии, размерные числа помещают над размерными линиями со стороны их выпуклости, в зоне расположенной ниже горизонтальной осевой линии – со стороны вогнутости размерной линии.

Размерные числа над параллельными размерными линиями следует располагать в шахматном порядке (Рисунок 45).

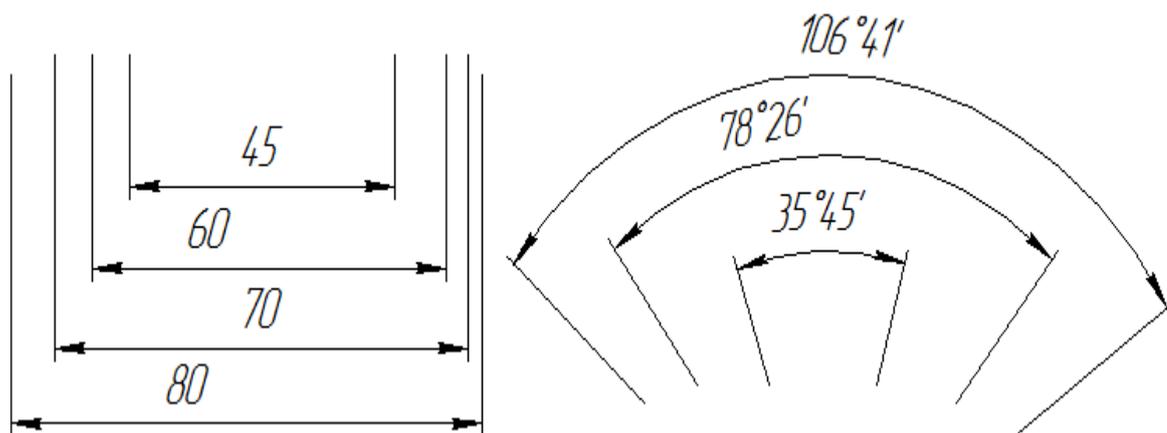


Рисунок 45

При указании размера диаметра во всех случаях перед размерным числом наносят знак \emptyset . Перед размерным числом диаметра (радиуса) сферы также наносят знак «O» \emptyset (R) без надписи «Сфера» (Рисунок 46).

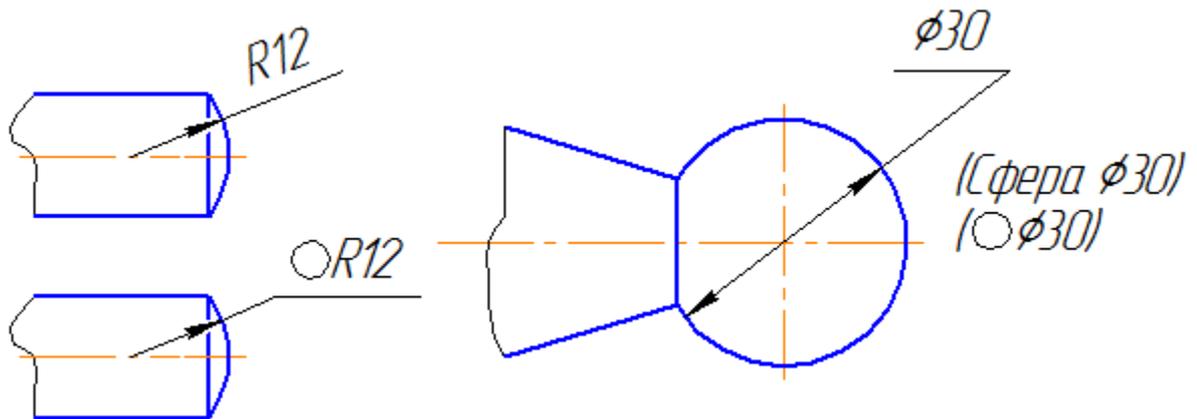


Рисунок 46

Если на чертеже трудно отличить сферу от других поверхностей, допускается наносить слово «Сфера» или знак «O», например, «Сфера \emptyset 18, OR12». Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел на чертеже.

Размеры квадрата наносят, как показано на чертеже (Рисунок 47).

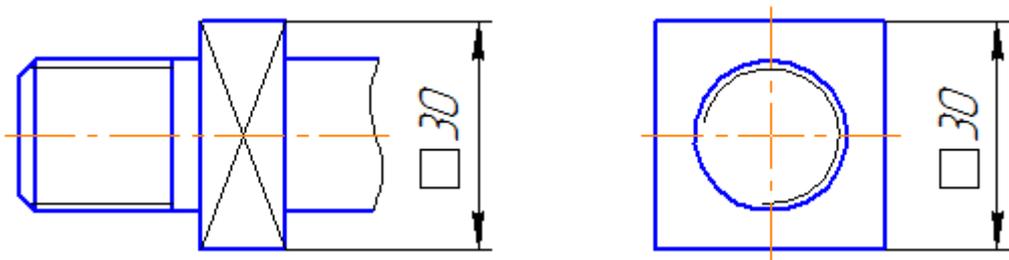


Рисунок 47

Высота знака должна быть равна высоте размерных чисел на чертеже.

При нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву *R*. При большей величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывать с изломом под углом 90° (Рисунок 48). Если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (Рисунок 49).

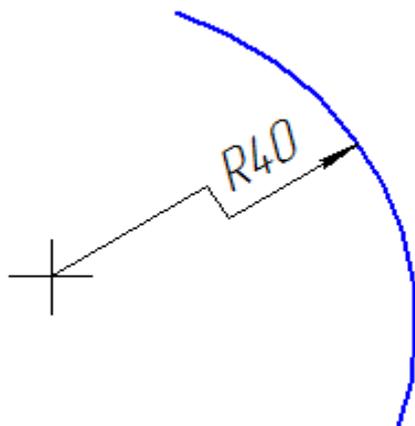


Рисунок 48

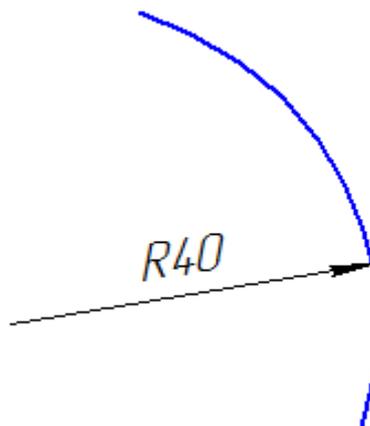


Рисунок 49

Радиусы скруглений, размер которых в масштабе чертежа 1 мм и менее, на чертеже не изображают и размеры их наносят, как показано на Рисунке 49

При нанесении размера дуги окружности размерную линию проводят concentрично дуге, а выносные линии – параллельно биссектрисе угла, и над размерным числом наносят знак « \circ » (Рисунок 50).

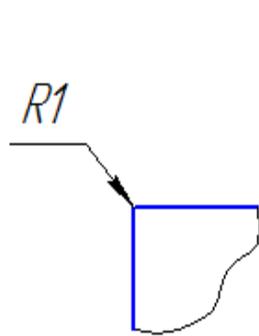


Рисунок 50

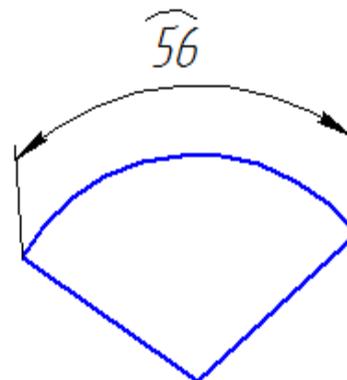
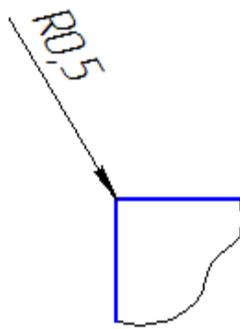


Рисунок 51

Размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на Рисунке 52, а. Допускается фаску под углом 45° , размер которой в масштабе чертежа 1 мм и менее, не изображать и размеры ее указывать на полке линии – выноски, как показано на Рисунке 53, б.

Размеры фасок, имеющих другие углы, наносят по общим правилам – двумя линейными размерами или линейным и угловым размерами (Рисунок 55).

Вопрос, какие размеры следует наносить на чертеже, решается с учетом технологии изготовления деталей и контроля изготовления.

Как правило, размеры полных окружностей ставятся диаметром, неполных окружностей – радиусом.

Когда требуется задать расстояния между окружностями, например, изображающими отверстия, задают, расстояния между центрами окружностей и расстояние от центра любой окружности до одной из поверхностей детали.

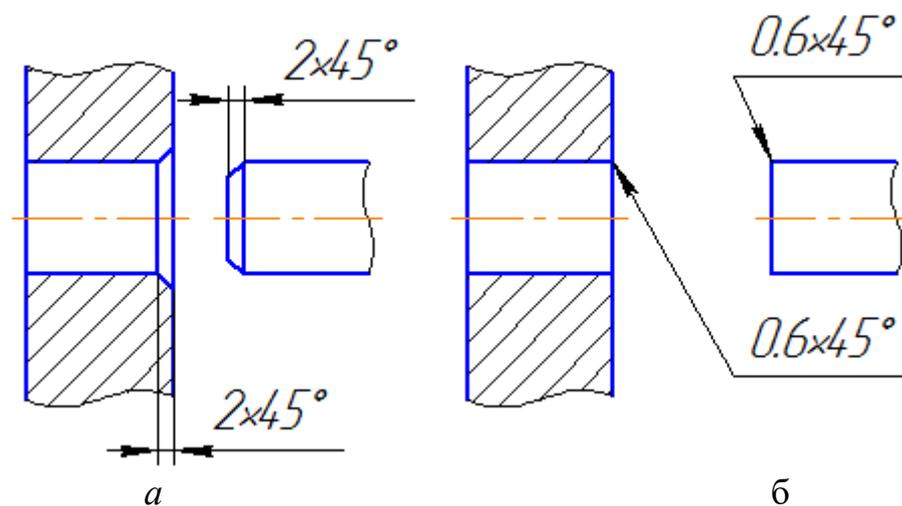


Рисунок 52

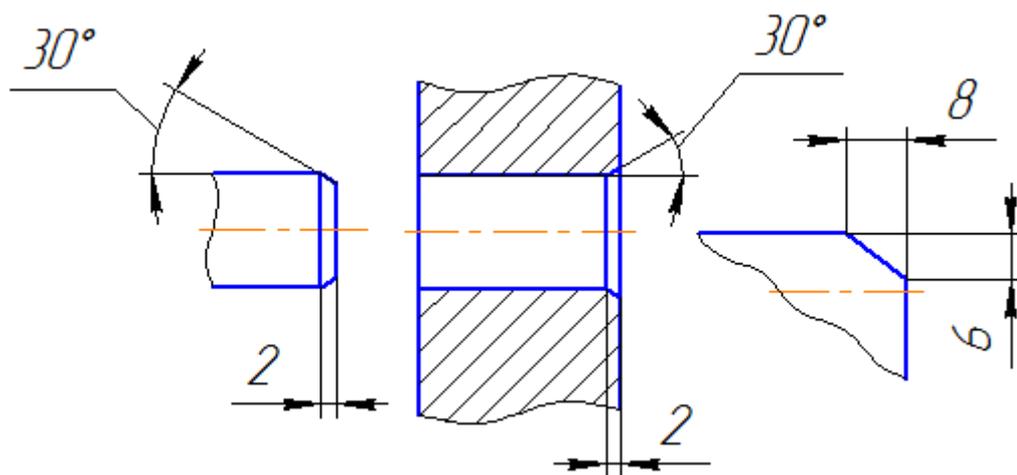


Рисунок 53

Поверхности, от которых задают размеры других элементов детали, называют *базовыми поверхностями* или *базами*.

Существует несколько способов нанесения размеров:

1. От общей базы (Рисунок 54); в качестве базовой поверхности выбрана левая поверхность планки, от которой проставлены размеры всех отверстий. Такая система имеет преимущество, но при этом размеры являются независимыми друг от друга, ошибка одного из них не отражается на других.
2. От нескольких баз (Рисунок 55);
3. Цепочкой (Рисунок 3.26).

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

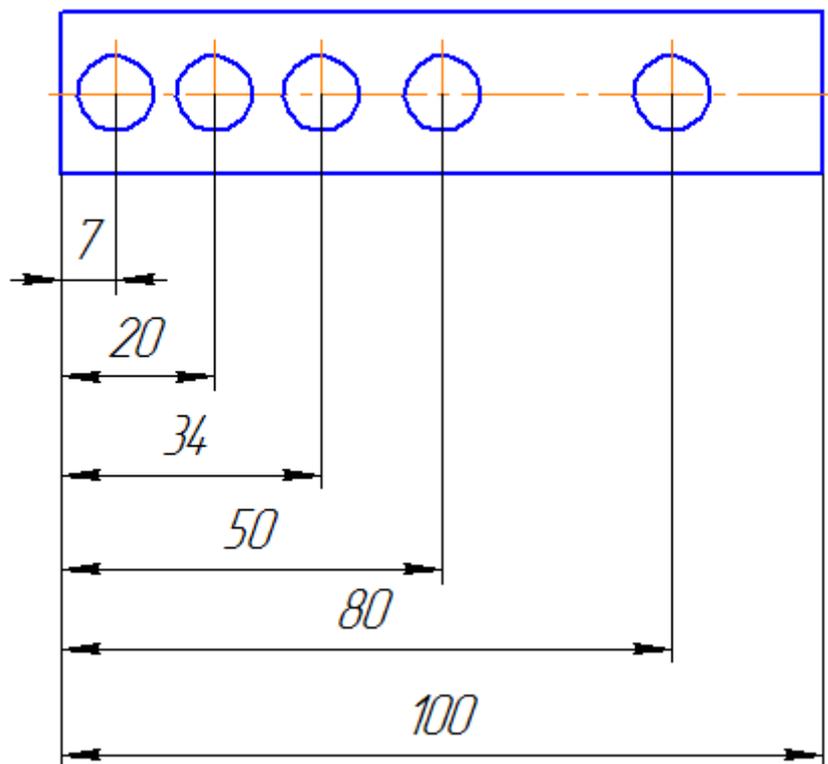


Рисунок 54

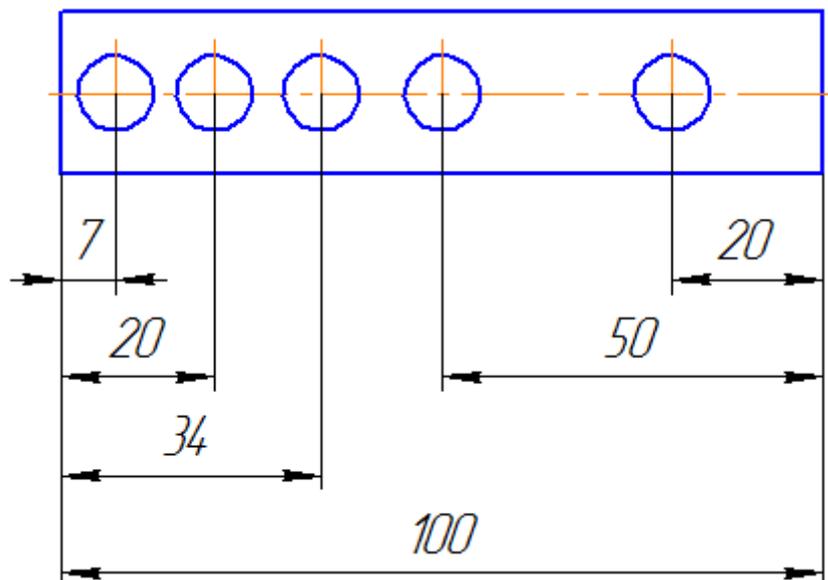


Рисунок 55

Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

104

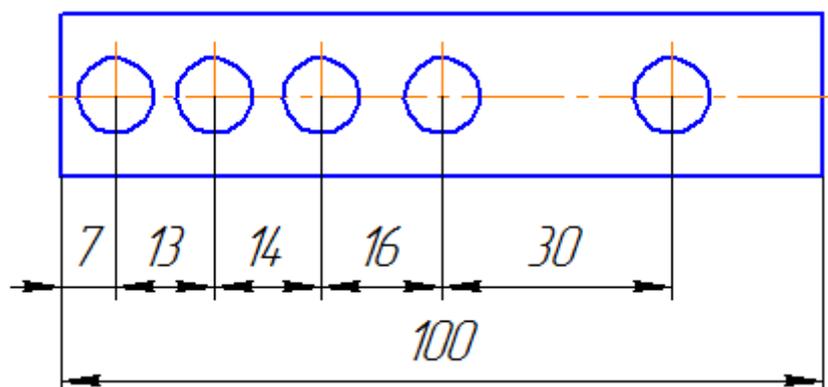


Рисунок 56

При нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (Рисунок 57).

При большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные и угловые размеры, как показано на Рисунке 62, при этом проводят общую размерную линию от отметки «0» и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов.

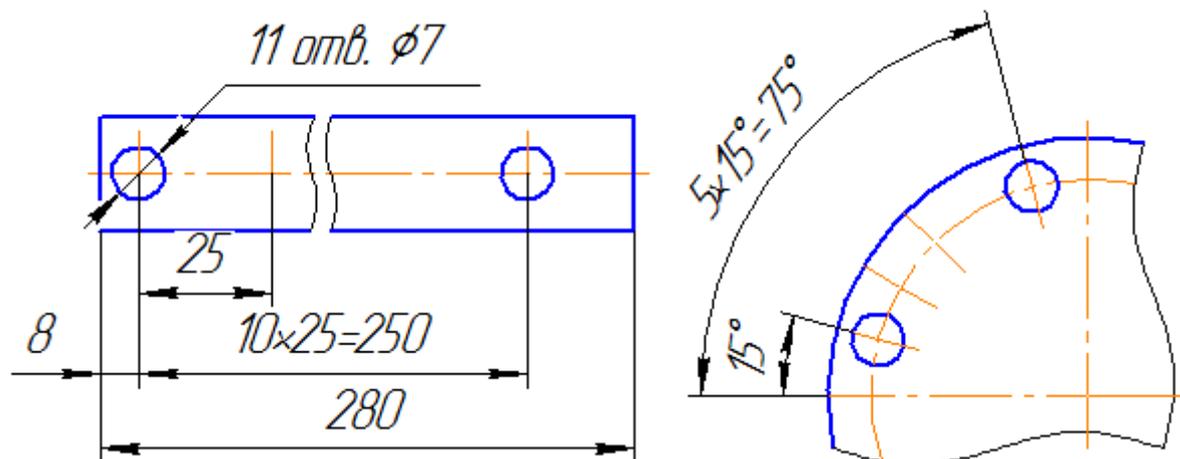


Рисунок 57

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

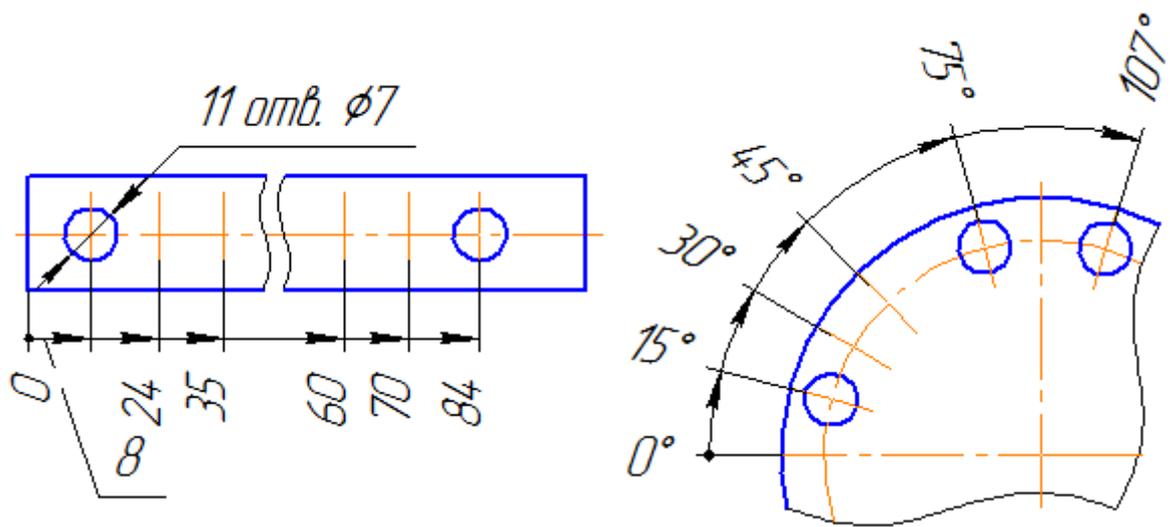


Рисунок 58

Допускается не наносить на чертеже размеры радиуса сопряжения параллельных линий (Рисунок 59).

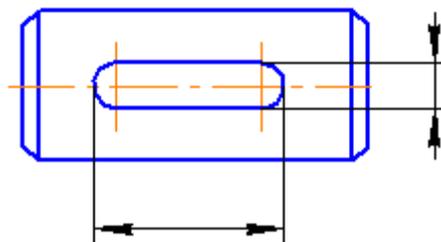


Рисунок 59

Наружные и внутренние контуры деталей при изготовлении и контроле измеряют отдельно, поэтому на чертеже их размеры следует наносить раздельно (Рисунок 60).

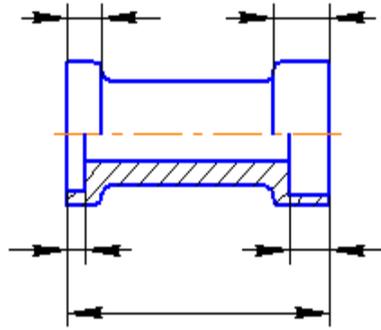


Рисунок 60

Размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т.п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая их на том изображении, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно (Рисунок 61).

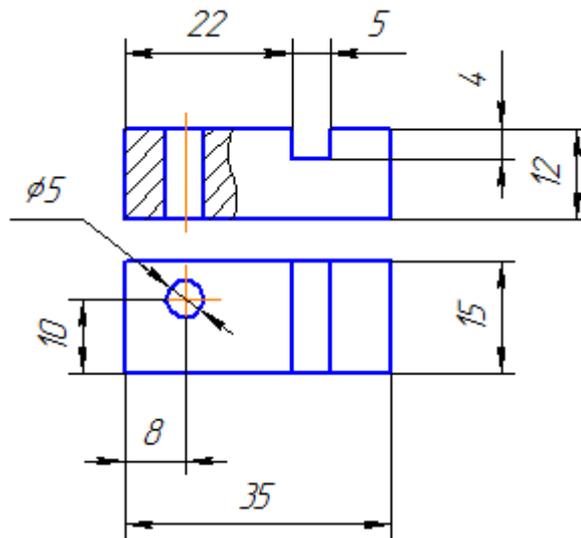


Рисунок 61

При наличии у детали скруглений размеры частей детали наносят без учета скруглений с указанием радиусов скруглений (Рисунок 62).

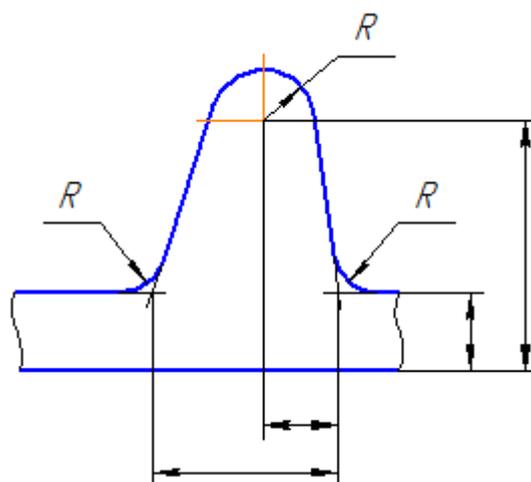


Рисунок 62

Размеры симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (Рисунок 63).

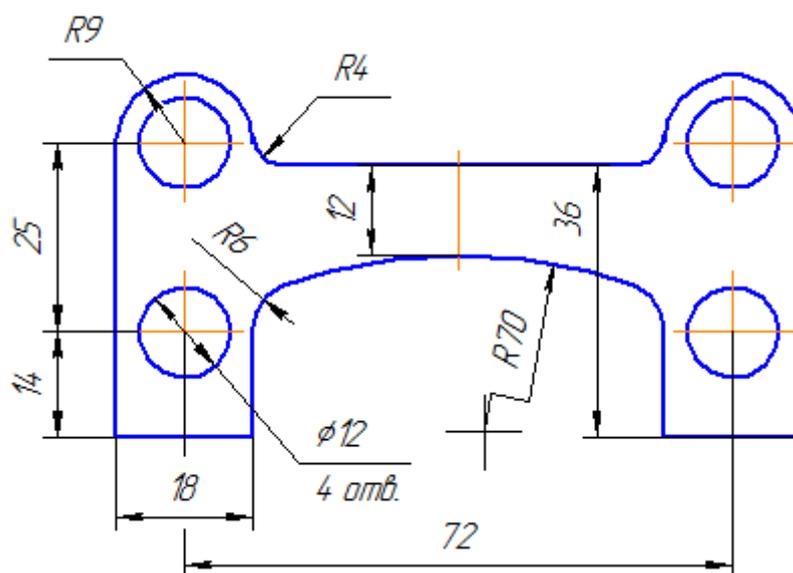


Рисунок 63

Одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия) рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка (Рисунок 64, а) или, если эти элементы соединены тонкими сплошными линиями (Рисунок 64, б).

При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов (Рисунок 64, в).

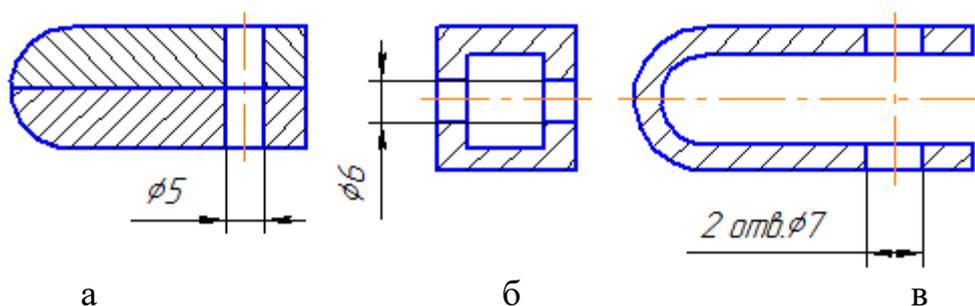


Рисунок 64

Размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз, с указанием на полке линии – выноски количества этих элементов (Рисунок 65).

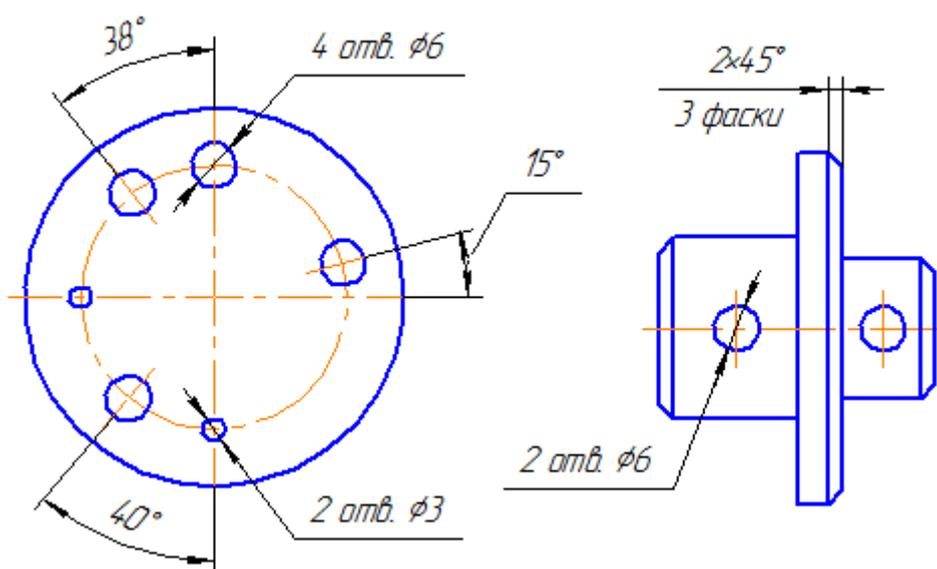


Рисунок 65

При нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (Рисунок 66 - 68).

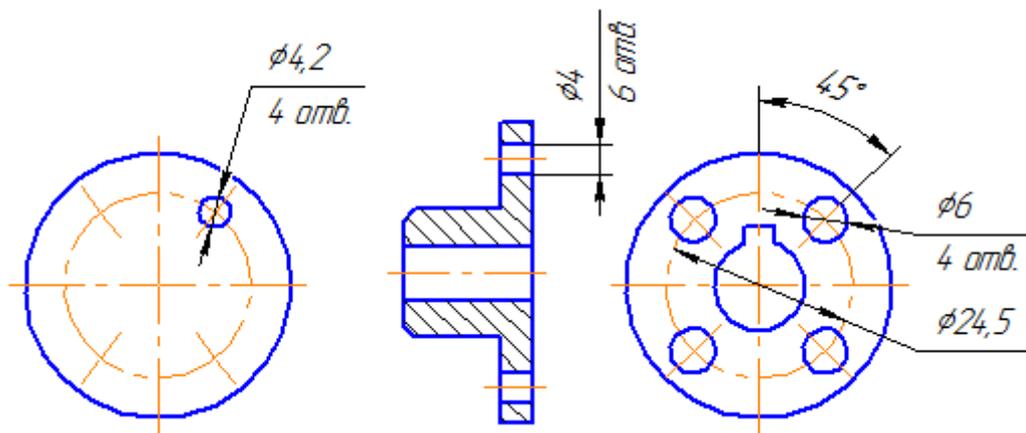


Рисунок 66

Рисунок 67

Рисунок 68

При изображении детали в одной проекции размер ее толщины или длины наносят, как показано на Рисунке 69.

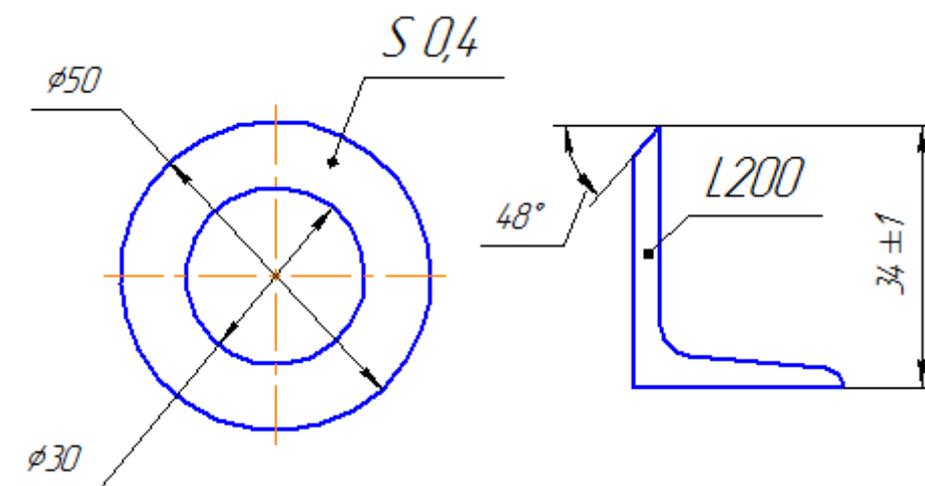


Рисунок 69

Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.535.ПЗ

Лист

110

Ответы на тест:

1а, 2а, 3в, 4б, 5б, 6в, 7б, 8а, 9а, 10б, 11а, 12в, 13б, 14а.

Вывод: в методической части дипломного проекта был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации операторов с ЧПУ 3 разряда . Разработан учебно-тематический план дисциплины «Нанесения размеров на чертежи» а также разработан урок теоретического обучения с последующим закреплением новых знаний в виде тестирования.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		113

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

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

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 3509447 т. руб. в год.

В методической части проекта была разработана методика проведения занятия теоретического обучения для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ 3 разряда .

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		114

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блюменштейн В.Ю., Клепцов А.А. Проектирование технологической оснастки: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2011, 2011. – 224 с.

2. Бородина Н.В. Дипломное проектирование: Учеб. пособие для вузов / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков. Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. – 90 с.

3. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. - 169 с.

4. Кувалдин Ю.И. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Ю.И. Кувалдин, В.Д. Перевошиков. –Изд-во ВятГУ, 2005. – 163 с.

5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1. Нормативы времени. М.: Экономика, 1990. - 207 с.

6. Электронный каталог Sandvik Coromant 2015.

7. 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.

8.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.

9. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст]: учеб. пособие / Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос.гос.проф.-пед.ун-т», 2006. – 66 с.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		115

10. Электронный каталог Риногі оснастка 2014г.
11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.
12. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
13. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
14. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
15. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
16. Фельдштейн Е.Э. Обработка деталей на станках с ЧПУ: учеб.пособие / Е.Э.Фельдштейн, М.А. Корниевич. – 3-е изд., доп. – Минск: Новое знание, 2008. – 299 с.
17. Электронное руководство по эксплуатации OKUMA OSP 200 для системы многоцелевого станка.
18. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием [Текст]: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 2004. – 526 с.
19. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс]. //Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. (Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues /2014/05/33059>).
20. <http://www.splav.kharkov.com>
21. <http://www.itmstanki.com/index.pl?act=PRODUCT&id=19>

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

22. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

23. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

24. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.

25. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

26. Электронный каталог «Sandvik», Фрезерование, 2015 г.

27. Электронный каталог «Sandvik», Обработка отверстий, 2015 г.

28. Электронный каталог «Sandvik», Цельные концевые фрезы, 2015 г.

29. <https://infourok.ru>

30. http://smolavtokol.ru/college/str_prep/files/bervin/f4.pdf

31. <https://kopilkaurokov.ru/tehnologiyam/uroki/mietodichieskaia-razrabotka-uchiebnogho-zaniatiia-mietod-proiektiv-proietsirovaniie-tochki-komplieksnyi-chiertiezh>

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		117

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						118
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

1. Чертеж детали;
2. Чертеж заготовки;
3. Операционные эскизы (3 листа);
4. Плакат. Управляющая программа (Фрагмент);
5. Электронная презентация.

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						119
Изм.	Лист	Недокум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.535.ПЗ	Лист
						120
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата		