

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕ-
СКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТАКАН»
В УСЛОВИЯХ ООО «Уральский пружинный завод»

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

Идентификационный код ВКР: 530

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 профессио-
нального обучения

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

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕ-
ХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТАКАН»
В УСЛОВИЯХ ООО «Уральский пружинный завод»**

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

Идентификационный код ВКР: 530

Исполнитель:
студент группы ЗТО-405С

В. С. Зайцев

Руководитель:
доцент, к.п.н.

Д. Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 121 лист печатного текста, 15 иллюстраций, 21 слайд, 37 таблиц, 30 использованных источников, 4 приложения.

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

Проектирование технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства ведется с учётом применения современного токарного центра с ЧПУ.

Выполнен анализ исходных данных.

Рассчитаны припуски и спроектирована заготовка для детали «Стакан».

Выбран металлорежущий инструмент для всех переходов технологической операции.

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

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

Разработан урок обучения операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ			
Из	Лис	№ докумен-	Подп.	Дата	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Стакан» в условиях ООО «Уральский пружинный завод»	Лит.		
Разраб.	Зайцев							
Пров.	Мирошин						3	95
Н. Контр.	Суриков					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405с		
Зав. каф.	Бородина							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	9
1.1. Анализ исходной информации	9
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	9
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали	11
1.1.3. Определение типа производства.....	15
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	16
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	16
1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования	19
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей.....	21
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Стакан»	23
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения.....	24
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования.....	24
1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания	28
1.3. Технологические расчеты	33
1.3.1. Расчет припусков.....	33
1.3.2. Расчет технических норм времени	38
1.4. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Стакан»	43
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	51
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	51

2.2. Расчет капитальных затрат	51
2.3. Расчет технологической себестоимости детали	55
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА	70
3.1. Сравнительный анализ профессиональных стандартов по профессиям «Станочник широкого профиля» и «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»	71
3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	94
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию	96
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Презентация к методической части	105

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Человеческое общество постоянно испытывает потребности в новых видах продукции, либо в сокращении затрат труда при производстве основной продукции. В общих случаях эти потребности могут быть удовлетворены только с помощью новых технологических процессов и новых машин, необходимых для их выполнения. Следовательно, стимулом к созданию новой машины всегда является новый технологический процесс, возможность которого зависит от уровня научного и технического развития. Путь создания машины сложен. Замысел к созданию, выражается в виде формулировки служебного назначения машины, являющегося исходным документом в проектировании машины.

Создавая машину, человек решает две задачи:

1. Сделать машину качественной и обеспечить экономию труда в получении производимой с ее помощью продукцией;
2. Затратить меньшее количество труда в процессе создания и обеспечения качества самой машины.

Ведущую роль в современном машиностроении играют станки с числовым программным управлением. Станки с программным управлением сейчас используются практически во всех направлениях машиностроения, выполняя разнообразные технологические операции – от токарных до шлифовальных.

Практически все современные станки с ЧПУ сочетают в себе высокую точность, надежность, скорость работы и простоту в использовании.

Вследствие широкого применения в станках ЧПУ электронных элементов, их специфических особенностей и условий работы, в большой мере повысилось значение грамотного техобслуживания и наладки, усложнились требования к условиям работы и настройки данных станков.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Предприятие ООО «Уральский пружинный завод» начинает выпуск нового роликового амортизатора в состав, которого входит деталь «Стакан».

Целью дипломного проекта является проектирование технологического процесса изготовления детали «Стакан» в условиях мелкосерийного производства на ООО «Уральский пружинный завод».

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

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

В проектируемом технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

Исходной информацией, согласно заданию, являются рабочий чертёж детали, рабочий чертёж заготовки. Для разработки технологического процесса будем использовать справочники и нормативы машиностроения.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь – «Стакан» представляет собой корпусную деталь и предназначена для установки и направления штока в сборочном узле роликового амортизатора.

Роликовый амортизатор служит для направления перемещаемых при прокате заготовок и поглощения ударных нагрузок.

Поверхностью Ø68h6 деталь устанавливается в расточку в корпусе амортизатора, в отверстие Ø62H6 устанавливаются подшипник скольжения и фиксируется в осевом направлении кольцом распорным, которое устанавливается в канавку Ø65H12. Шесть отверстий Ø6,5 предназначены для крепления детали к корпусу амортизатора. Фаски 1x45° и 0,6x45° предназначены для облегчения сборки узла. Поднутрения размерами 2x1мм предназначены для выхода абразивного инструмента при финишной обработке поверхности Ø68h6 и отверстия Ø62H6. Выемки между отверстиями Ø65H12 служат для снижения веса детали.

Деталь – «Стакан» изготовлена из стали конструкционной углеродистой качественной марки 45 ГОСТ 1050-88.

Сталь 45 марки широко используется в промышленности, в частности, она идет на изготовление валов (распределительных и коленчатых), шестерней, блиндажей, шпинделей, кулачков, цилиндров и т.п. 45-й металл позволяет получать нормализованные, улучшаемые поверхности, для которых характерна повышенная прочность.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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



Рисунок 1 – 3D модель детали «Стакан»

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В таблице 1 приведен, химический состав данной стали, а в таблице 2 механические свойства.

Таблица 1 – Химический состав стали 45, % [17]

C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
			не более				
0,42-0,50	0,17-0,37	0,5-0,80	0,040	0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,25

Таблица 2 – Механические свойства стали 45 [17]

σ_T , МПа	σ_B , МПа	σ_S , %	ψ , %	α_H , Дж/см ²	HB
275	530	17	38	34	156-197

Технологические свойства стали 45 [17]:

- удельный вес – 7640 кг/м³;
- термообработка: закалка и отпуск;
- температураковки, °C: начала 1250, конца 700. Охлаждение на воздухе.

- обрабатываемость резанием: при HB 170 – 179 и $\sigma_B = 640$ МПа,

$K_{\text{отв.спл}} = 1,0$ и $K_{\text{в б.ст}} = 1,0$;

- свариваемость материала: трудно свариваемая;

Способы сварки: РДС и КТС – необходим подогрев и последующая термообработка.

- склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

Сталь 45 идеально подходит для изготовления детали «Стакан».

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный.

Качественная оценка технологичности детали

Технологичность детали по материалу (стоимость и дефицитность материала, возможность применения других материалов или повышение физико-механических свойств имеющегося, обрабатываемость).

Материал – сталь 45 ГОСТ 1050 - 88.

Материал не является дефицитным или дорогостоящим, физико-механические свойства (предел прочности и твердость см. табл. 2) позволяют вести обработку как лезвийным, так и абразивным инструментом (коэффициенты обрабатываемости для твердосплавного инструмента и инструмента из быстрорежущей стали не ниже единицы). По материалу деталь можно считать технологичной.

Геометрические форма и размеры детали позволяют обрабатывать поверхности проходными резцами; фланцев и буртов больших диаметров нет; глухих отверстий, расположенных под тупыми и острыми углами, нет; недостаточная жесткость детали в виду наличия тонких стенок 2,5...4мм; все торцы детали перпендикулярны оси детали, внутренние цилиндрические поверхности детали удобны для использования их как установочные базы.

С точки зрения удобства подхода режущего инструмента к обрабатываемым поверхностям детали можно сказать, что большинство поверхностей являются открытыми.

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Количественная оценка технологичности детали

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

где T_i – квалитеты;

$Ш_i$ – значение параметра шероховатости;

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

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

- коэффициент точности $K_{T_{баз}} = 0,8$;

- коэффициент шероховатости $K_{Ш_{баз}} = 0,18$.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
6	2	12	12	7	84
9	1	9	13	10	130
11	1	11	14	3	42

$$\sum n_i = 24; \sum T_i \cdot n_i =$$

288

$$T_{CP} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{288}{24} = 12$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12} = 0,917$$

т. к. $K_{Tq} = 0,917 > K_{T_{баз}} = 0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

Ш_i	n_i	$\text{Ш}_i \cdot n_i$	Ш_i	n_i	$\text{Ш}_i \cdot n_i$
1,25	2	2,5	6,3	1	6,3
1,6	1	1,6	12,5	17	212,5
3,2	5	16			

$$\sum n_i = 26; \sum \text{Ш}_i \cdot n_i = 238,9$$

$$\text{Ш}_{CP} = \frac{\sum \text{Ш}_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{238,9}{26} = 9,188$$

$$K_{\text{Ш}} = 1 - \frac{1}{\text{Ш}_{CP}} = 1 - \frac{1}{9,188} = 0,891$$

т. к. $K_{\text{Ш}} = 0,891 > K_{\text{Ш}_{\text{баз}}} = 0,18$, следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [1]:

$$K_M = \frac{m_{\text{ДЕТ}}}{m_{\text{ЗАГ}}} = \frac{0,13}{0,171} = 0,760$$

В целом деталь является технологичной. Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что вариант получения заготовки штамповкой оптимален.

Формулировка основных технологических задач

Основные технологические задачи [5, с. 36-38]:

- обеспечить точность поверхности $\varnothing 70$ и отверстия $\varnothing 62$ по 6-му качеству; размер 18мм по 9-му качеству; размер 2,5мм по 11-му качеству; диаметр 82мм, размеры канавок 1мм и 2мм, размеры 21мм, 24мм по 12-му качеству; канавка $\varnothing 65$ мм, размеры 2,5мм и 1,9мм по 14-му качеству; точность остальных поверхностей и размеров по 13-му качеству;

- обеспечить шероховатость поверхности $\varnothing 70\text{h}6$ и отверстия $\varnothing 62\text{H}6$ по $R_a 1,25\text{мкм}$; левого торца по $R_a 1,6\text{мкм}$; канавки $\varnothing 65$, правого торца и левого торца в отв. $\varnothing 62\text{H}6$ по $R_a 3,2\text{мкм}$; наружный контур детали по $R_a 6,3\text{мкм}$;

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

остальных поверхностей по $R_a 12,5 \mu\text{м}$;

- обеспечить твёрдость в пределах HRC 32...37;
- обеспечить допуск позиционирования $\phi 6,5H13$ в пределах $0,16 \text{ мм}$ на радиус;
- обеспечить допуск соосности отверстия $\phi 62H6$ относительно базы А в пределах $0,15 \text{ мм}$;
- обеспечить допуск торцевого биения левого торца относительно базы А в пределах $0,05 \text{ мм}$;
- обеспечить допуск торцевого биения левого торца отверстия $\phi 62H6$ относительно базы Б в пределах $0,05 \text{ мм}$.

1.1.3. Определение типа производства

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

Тип производства	K_{30}
Массовое.....	1
Серийное:	
Крупносерийное.....	св. 1 до 10
Среднесерийное.....	св. 10 до 20
Мелкосерийное.....	св. 20 до 40
Единичное.....	св. 40

Таблица 5 – Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При массе детали $m_{\text{дет}} = 0,13$ кг и годовой программе выпуска $N = 965$ шт., примем тип производства – мелкосерийное.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Основные характеристики детали «Стакан»:

- масса детали 0,13 кг;
- габариты детали: $\varnothing 94 \times 24$ мм.;
- материал – сталь 45 ГОСТ 1050 – 88 ($\sigma_b = 930$ МПа);
- годовое число деталей $N = 965$ шт.

Для изготовления деталей машиностроительные предприятия используют различные виды проката черных и цветных металлов, стальные слитки, чугун, алюминий, порошковые металлургические материалы и пр. При избранном конструктором материале детали возможны различные пути превращения полуфабриката в готовую деталь. Чем короче будет путь такого превращения, тем более экономичным оказывается технологический процесс изготовления детали. Поэтому при разработке технологического процесса, прежде всего, необходимо оценить возможность изготовления детали непосредственно из полуфабриката.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Если для изготовления детали нельзя подобрать полуфабрикат, который сразу можно превратить в готовую деталь, то приходится сначала превращать полуфабрикат в заготовку, а затем – заготовку в готовую деталь. В таких случаях приходится выбирать полуфабрикат, обеспечивающий экономичное получение заготовки, и изыскать способ получения заготовки, позволяющий превратить ее в деталь с наименьшими затратами труда и материала.

В современном машиностроении для получения заготовок деталей используют разнообразные технологические процессы [19], [20]:

- способы литья (в землю, в опоках, кокильное, центробежное, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, под давлением и др.);
- способы пластического деформирования металлов (свободная ковка, ковка в подкладных штампах, штамповка на молотах и прессах, периодический и поперечный прокат, высадка, выдавливание и др.);
- резка;
- комбинированные способы штамповки – сварки, литья – сварки;
- порошковая металлургия и пр.;

Главными факторами, от которых зависит выбор технологического процесса получения заготовки, являются следующие [19], [20]:

- конструктивные формы готовой детали;
- материал, из которого должна быть изготовлена деталь;
- размеры и масса заготовки;
- количественный выпуск деталей в единицу времени и объемы партий;
- стоимость полуфабриката, используемого для получения заготовки;
- себестоимость заготовки, полученной выбранным способом;
- расход материала и себестоимость превращения заготовки в деталь.

Учитывая заданный материал – сталь 45, требуемой точностью изготовления заготовки – для данной детали «Стакан» мы выбираем способ получения заготовки – штамповка на горизонтально-ковочной машине.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

С целью повышения точности размеров и улучшению качества поверхностей применяют полугорячую штамповку, при которой ограничено окалинообразование.

Характеристика горизонтально-ковочной машины:

- масса получаемой заготовки до 30кг;
- усилие штамповки 1 - 2МН;
- предпочтительная форма заготовки – тела вращения и корпусные детали.

Штамповку на ГKM выполняют в штампах с двумя плоскостями разъема: одна – перпендикулярна оси заготовки между матрицей и пуансоном, а вторая – вдоль оси, разделяет матрицу на неподвижную и подвижную половины, обеспечивающие зажим штампуемой заготовки.

Благодаря осевому разъему матриц, уклоны в участках зажима не требуются. Стойкость пуансонов на ГKM 8-10 тысяч штук.

При годовой программе выпуска $N = 965$ деталей потребуются один комплект пуансонов. Данный способ получения заготовок соответствует крупносерийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

Определим массу детали по формуле [6, с. 33]:

$$m_d = V_{\text{общ}} \cdot \rho, \quad (1)$$

где $V_{\text{общ}}$ – общий объём детали, мм^3 $V_i = \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot l_i$;

ρ – удельный вес материала, для стали 45 $\rho = 0,078 \text{ г/мм}^3$.

Тогда:

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 + V_3 - V_4 - V_5 - 6 \cdot V_6 - V_7 = \frac{3,14 \cdot 70^2}{4} \cdot 18 + \frac{3,14 \cdot 82^2}{4} \cdot 2,5 + 4 \cdot \frac{3,14 \cdot 69^2}{4} \cdot 3,5 - \frac{3,14 \cdot 62^2}{4} \cdot 24 - \frac{3,14 \cdot 55^2}{4} \cdot 3 - 6 \cdot \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} \cdot 2,5 - \frac{3,14 \cdot (69^2 - 67^2)}{4} \cdot 1,5 = 16667 \text{ мм}^3$$

$$m_d = 16667 \cdot 0,0078 = 130 \text{ г} = 0,13 \text{ кг}$$

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим массу поковки по [6, с. 48]:

$$m_{np} = m_d \cdot Kp, \quad (2)$$

где Kp – расчётный коэффициент, примем по [6, с. 48-49 табл. 3.7] примем $Kp = 1,32$.

Тогда:

$$m_{заг} = 0,13 \cdot 1,32 = 0,171 \text{ кг}$$

Определим исходный индекс заготовки.

Масса заготовки $m_z = 0,171$ кг. По содержанию углерода сталь 45 относится к группе сталей М2. По соотношению объёма детали к объёму элементарной фигуры, в которую вписывается наша деталь $V_{дет}/V_{заг} = 16667/166470 = 0,1001$ степень сложности С4. Класс точности поковки Т4. При массе заготовке 0,171 кг исходный индекс заготовки равен 11.

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Технологической базой [5], используемой при обработке заготовок на станках, называется поверхность, линия или точка заготовки, относительно которых ориентируются ее поверхности, обрабатываемые на данном установе.

При назначении технологических баз для точной обработки заготовки в качестве технологических баз следует принимать поверхности, которые одновременно являются конструкторскими и измерительными базами детали, а также используются в качестве баз при сборке изделий.

С целью соблюдения принципа постоянства баз следует по возможности на всех операциях использовать одни и те же базы. Поверхности, выбранные в качестве баз должны быть достаточно протяженными и жесткими чтобы обеспечить устойчивость и надежность установки заготовки в приспособлении.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К основным технологическим базам относят левые торцы детали и поверхность $\varnothing 70h6$, к вспомогательным базам относят поверхность $\varnothing 62H6$ и 6 отверстий $\varnothing 6,5H13$.

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

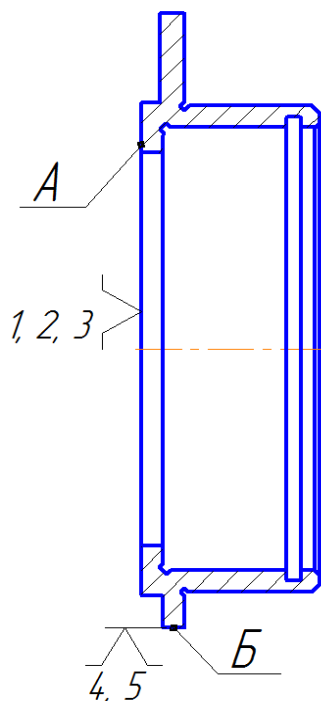


Рисунок 2 – Схема черного базирования детали

В проектируемом технологическом процессе черновой базой на первом установе будет торец «А» и поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь трёх степеней свободы (двух вращений и одного перемещения). Поверхность «Б» лишает деталь двух степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. Схема черного базирования показана на рисунке 2.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами являются торец «В» лишает деталь трёх степеней свободы (двух вращений и одного перемещения) и поверхность «Г» лишает деталь двух степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Чистовое базирование показано на рисунке 3.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

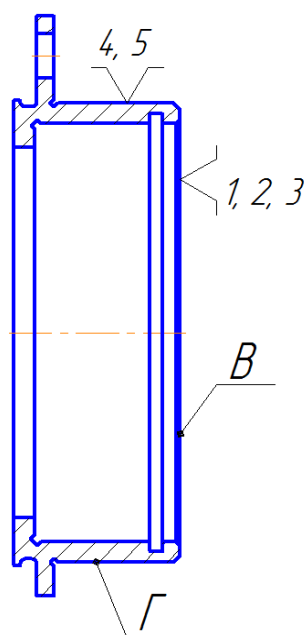


Рисунок 3 – Схема чистового базирования детали

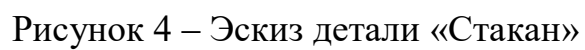
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунках 4 и 5 обозначим обрабатываемые поверхности.

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

- поверхность 1 – точение однократное;
- поверхность 2 – точение черновое, чистовое, тонкое;
- отверстие 3 – растачивание черновое, чистовое, тонкое;
- торец 4 – точение однократное;
- отверстие 5 – растачивание однократное;
- поверхности 6, 7 – точение однократное;
- торцы 8, 9, 10, 11 – точение однократное;
- поверхности 12, 13 – фрезерование однократное;
- отверстия 14 – сверление;
- канавка 15, 16 – точение однократное;
- канавки 17, 18, 19, 20 – точение однократное.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

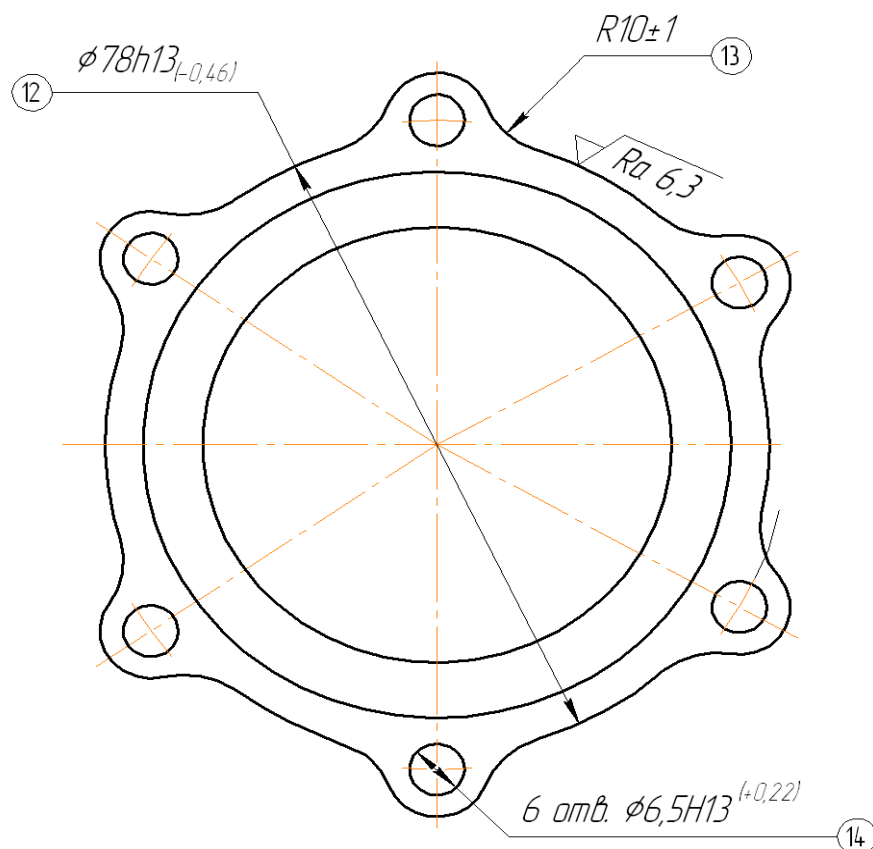


Рисунок 5 – Эскиз детали «Стакан»

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Стакан»

Технологический маршрут обработки детали «Стакан» представлен в таблице 6. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 4 и 5.

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки детали «Стакан»

№ операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
005	Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ Установ А Точить торец 11, точить пов. 2 предварительно и окончат., точить торец 10. Точить фаску 1 и поверхность 2. Расточить	Обрабатывающий центр с ЧПУ модели DOOSAN LYNX 220 LMSA

Окончание таблицы 6

1	2	3
	отверстие 3 предварит. и окончат, точить торец 8 предварит и окончат. Точить канавку 15, 16. Точить канавку 17, 18. Точить канавку 19, 20	
005	Установ Б Точить торец 9, точить поверхность 7, точить торец 4. Точить канавку 6. Расточить отверстие 5. Фрезеровать контур 12 и радиус 13. Сверлить 6-ть отверстий 14.	Обрабатывающий центр с ЧПУ модели DOOSAN LYNX 220 LMSA
010	Промывка	Камера моеющая
015	Контроль	Стол контрольный

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке техпроцесса механической обработки детали.

От правильности его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизацией и автоматизацией ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимости изделия [22].

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать [22]:

- характер производства;
- методы достижения заданной точности при обработке;
- соответствие станка размерам детали;
- мощность станка;
- габаритные размеры;
- удобства управления и обслуживания.

Чтобы правильно выбрать оборудование для изготовления детали необходимо ознакомиться с технической характеристикой станка.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели DOOSAN LYNX 220 LMSA (производство Ю. Корея).

Одно из главных преимуществ обрабатывающего центра – высокая производительность: она в 3-8 раз превышает производительность обычных станков. Это достигается за счет сокращения вспомогательного времени, а доля машинного времени в общем цикле обработки увеличивается на 60-70%.

Вспомогательное время уменьшается за счет таких факторов, как высокая скорость функционирования рабочих элементов, автоматическая смена инструментов и т.д.

Компактный высокоскоростной центр, выполняющий токарные и фрезерные операции. Токарный центр Lynx220LMSA с контр - шпинделем и с системой ЧПУ Siemens создан для производителей, которым нужен небольшой, надежный и высокоэффективный станок для обработки сложных деталей с одной установки [18].

Совмещение в одной операции токарной, фрезерной и сверлильно-расточных работ позволяет резко сократить количество необходимой оснастки и трудоемкость изготовления деталей, имеющих цилиндрическую форму. Технические возможности станков обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства [18].

Стандартная комплектация [18]:

- Система подачи СОЖ;
- Педаль управления патроном;
- Блокировка передней двери защитного ограждения;
- Полностью закрытое защитное ограждение;
- Комплект инструмента для обслуживания станка;

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Гидравлический патрон с зажимным гидроцилиндром;
- Гидравлическая станция;
- Выравнивающие винты и плиты;
- Система автоматической смазки;
- «Сырые» кулачки для гидравлического патрона;
- Стандартный комплект держателей инструмента;
- Датчик подтверждения зажима детали в патроне.

Дополнительные принадлежности и опции:

- Обдув кулачков патрона воздухом;
- Конвейер стружки;
- Бак для стружки;
- Калёные кулачки;
- Увеличенные или специальные патроны;
- Автоматический настройщик инструмента.

Технические характеристики обрабатывающего центра с ЧПУ LYNX 220 LMSA представлены в таблице 7 [18].

Таблица 7 – Характеристики ОЦ с ЧПУ модели LYNX 220 LMSA [18]

1	2
Диаметр обработки	170 мм
Длина обработки	510 мм
Скорость вращения основного шпинделя	6000 об/мин
Диаметр центрального отверстия основного шпинделя	61 мм
Мощность привода основного шпинделя	15 / 11 кВт
Скорость вращения протившпинделя	6000 об/мин
Диаметр центрального отверстия протившпинделя	61 мм

Окончание таблицы 7

1	2
Мощность привода revolverной головки	3,7 кВт
Количество инструмента в revolverной головке	12
Вращение	В обе стороны
Перемещение по оси X	170 мм
Перемещение по оси C	360 град
Перемещение по оси Z	550 мм
Ускоренное перемещение по оси X/Z	30/36 м/мин
Конвейер для удаления стружки	есть
Габаритные размеры станка	1600 x 1655 x 2630 мм

На рисунке 6 показан ОЦ с ЧПУ модели LYNX 220 LMSA [18].



Рисунок 6 – Обрабатывающий центр с ЧПУ модели LYNX 220 LMSA

1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «ISCAR».

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

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Материал сталь 45 относится к группе Р-3 [13, с. 398].

Установ А

Переход 1. Точить торец 11, точить поверхность 2 предварительно, точить торец 10.

Державка SCLCR 1212F-09 [13, с. 45],

где обозначено: S – система крепления (крепление винтом), C – форма пластины (ромб 80°), L – угол в плане (95°), C – задний угол сменной пластины (7°), R – направление резания (правое), 12 – высота хвостовика, 12 – ширина хвостовика, F – длина державки (80мм), 09 – размер пластины (рис. 7) [13, с. 10].

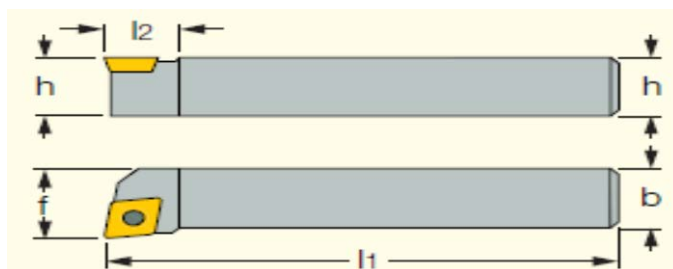


Рисунок 7 – Державка токарная

Размеры державки: $l_1 = 80\text{мм}$, $l_2 = 14\text{мм}$, $h = 12\text{мм}$, $b = 12\text{мм}$ [13, с. 45].

Пластина CCMT 09T308-SM IC8150 [13, с. 201],

где обозначено: C – форма пластины (ромб 80°), C – задний угол (равен 7°), M – класс точности, T – тип СМП (стружколом на одной стороне с отверстием и фаской), 09 – номинальная длина режущей кромки, T3 – толщина (3,97мм), 08 – радиус при вершине (0,8мм), SM – внутреннее обозначение,

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

IC8150– материал пластины [13, с. 149-150].

IC8150 – сплав с многослойным покрытием, используется для точения сталей и чугуна [13, с. 399-400].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p = 0,5...3\text{мм}$, $f = 0,07...0,25\text{ мм/об}$) [13, с. 201], $V_c = 140...250\text{м/мин}$ [13, с. L3].

Переход 2. Точить фаску 1 и поверхность 2 окончательно.

Державка SCLCL 1212F - 09 [13, с. 45].

Пластина CCMT 09T304 - SM IC8150 [13, с. 201].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p = 0,5...2,5\text{мм}$, $f = 0,06...0,25\text{ мм/об}$) [13, с. 201], $V_c = 140...250\text{м/мин}$ [13, с. L3].

Переход 3. Расточить отверстие 3 предварительно, точить торец 8 предварит.

Расточной резец S16Q SUXCR - 10 CM [13, с. 102] (рис. 8).

Размеры резца: $D = 16\text{мм}$, $l_1 = 180\text{мм}$, $l_2 = 45\text{мм}$, $h = 15\text{мм}$, $h_1 = 7,5\text{мм}$, $D_{\min} = 20\text{мм}$, $f = 11\text{мм}$ [13, с. 102] (рис. 8).

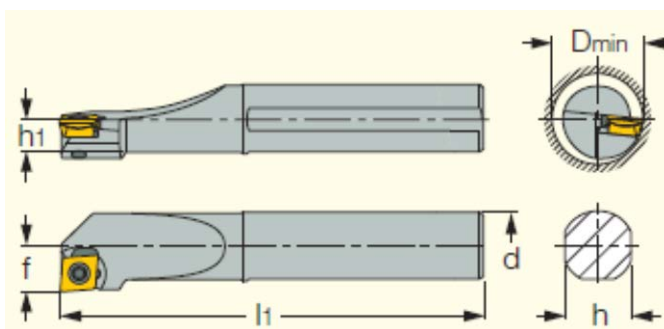


Рисунок 8 – Резец расточной

Пластина CC95MT 100504 - SM IC8150 [13, с. 200].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p = 0,5...3\text{мм}$, $f = 0,07...0,24\text{ мм/об}$) [13, с. 200], $V_c = 105...210\text{м/мин}$ [13, с. L3].

Переход 4. Точить фаску, расточить отверстие 3 торец 8 окончательно.

Расточной резец S16Q SUXCR-10 CM [13, с. 102] (рис. 8).

Пластина CC95MT 100504 - SM IC8150 [13, с. 200].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p = 0,5 \dots 3 \text{ мм}$, $f = 0,07 \dots 0,24 \text{ мм/об}$) [13, с. 200], $V_c = 105 \dots 210 \text{ м/мин}$ [13, с. L3].

Переход 5. Точить канавку 15, 16.

Резец канавочный GENIR 12SC - 14 - 2 [16, с. 83] (рис. 9).

Размеры резца: $W = 1,9 \dots 2,4 \text{ мм}$, $l_1 = 125 \text{ мм}$, $l_2 = 40 \text{ мм}$, $f = 9,1 \text{ мм}$, $h = 7,5 \text{ мм}$, $D_{\min} = 14 \text{ мм}$, $d = 12g7$, $A = 1,6 \text{ мм}$ [16, с. 83] (рис. 9).

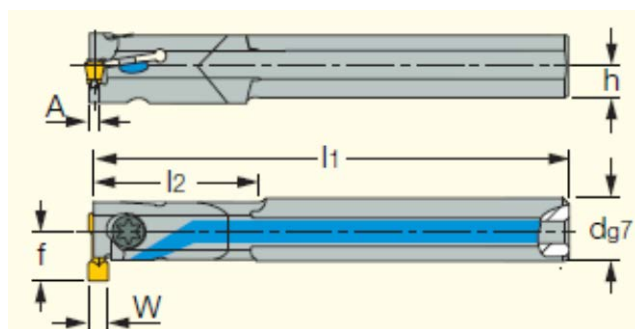


Рисунок 9 – Резец канавочный

Пластина GEP1 1.96 - 0.15 IC908 [16, с. 87].

Рекомендуемые режимы резания ($f = 0,03 \dots 0,05 \text{ мм/об}$) [16, с. 87], $V_c = 100 \dots 150 \text{ м/мин}$ [16, с. 144].

Переход 6. Точить канавку 17, 18.

Резец канавочный GENIUR 16U [16, с. 83] (рис. 10).

Размеры резца: $W_{\max} = 3,2 \text{ мм}$, $l_1 = 125 \text{ мм}$, $l_2 = 32 \text{ мм}$, $f = 9,7 \text{ мм}$, $h = 7,5 \text{ мм}$, $D_{\min} = 16 \text{ мм}$, $d = 16g7$, $A = 2 \text{ мм}$ [16, с. 83] (рис. 10).

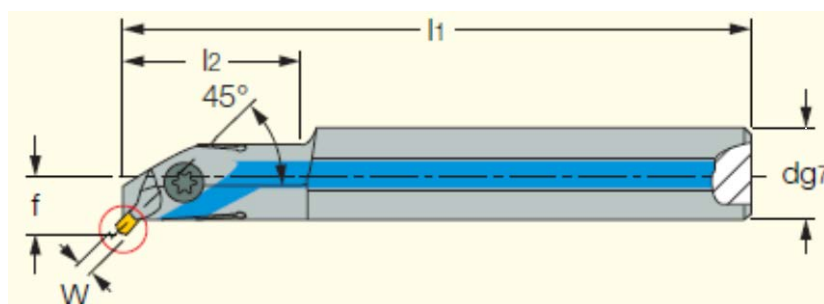


Рисунок 10 – Резец канавочный

Пластина GEP1 2.0 - 1.0 IC908 [16, с. 87].

Рекомендуемые режимы резания ($f = 0,04 \dots 0,07 \text{ мм/об}$) [16, с. 87],

$V_c = 100 \dots 150 \text{ м/мин}$ [16, с. 144].

Переход 7. Точить канавку 19, 20.

Резец канавочный GENIUL 16U [16, с. 83] (рис. 10).

Пластина GEP1 2.0 - 1.0 IC908 [16, с. 87].

Рекомендуемые режимы резания ($f = 0,04 \dots 0,07 \text{ мм/об}$) [16, с. 87],

$V_c = 100 \dots 150 \text{ м/мин}$ [16, с. 144].

Установ Б

Переход 1. Точить торец 9, точить поверхность 7, точить торец 4.

Державка SCLCL 1212F - 09 (рис. 7) [13, с. 45].

Пластина CCMT 09T308 - SM IC8150 [13, с. 201].

Рекомендуемые режимы резания ($a_p = 0,5 \dots 3 \text{ мм}$, $f = 0,07 \dots 0,25 \text{ мм/об}$) [13, с. 201], $V_c = 140 \dots 250 \text{ м/мин}$ [13, с. L3].

Переход 2. Точить канавку 6.

Державка канавочная RHGR 20 - 2.4 [16, с. 61] (рис. 11).

Размеры державки: $W = 2,4 \dots 3,18 \text{ мм}$, $l_1 = 120 \text{ мм}$, $l_2 = 33 \text{ мм}$, $f = 19,1 \text{ мм}$, $h = 20 \text{ мм}$, $b = 20 \text{ мм}$, $A = 1,9 \text{ мм}$ [16, с. 83] (рис. 11).

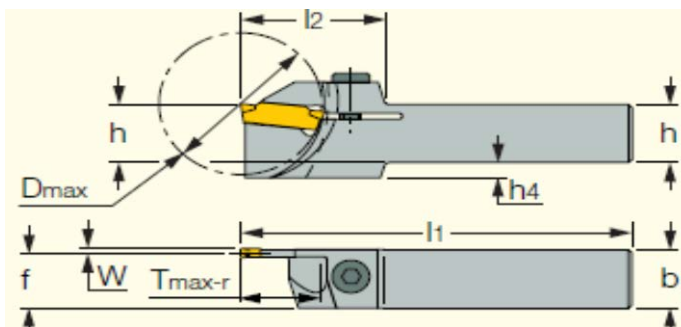


Рисунок 11 – Державка канавочная

Пластина GDMW 2.4 - 0.20 IC20N [16, с. 62].

Рекомендуемые режимы резания ($f = 0,05 \dots 0,08 \text{ мм/об}$) [16, с. 62],

$V_c = 160 \dots 240 \text{ м/мин}$ [16, с. 144].

Переход 3. Расточить отверстие 5.

Расточной резец S16Q SUXCL - 10 CM [13, с. 102] (рис. 8).

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Размеры сверла: $D = 6,5\text{мм}$, $L = 24\text{мм}$, $L_2 = 79\text{мм}$, $L_3 = 34\text{мм}$, $d = 8\text{мм}$, [14, с. 118] (рис. 13).

Рекомендуемые режимы резания $f = 0,15 \dots 0,28\text{мм/об}$, $V_c = 70 \dots 100\text{м/мин}$ [14, с. 152].

Для операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «ISCAR», а результаты занесем в таблицу 8.

Таблица 8 – Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	2,5	0,25	226	905	200
Переход 2	0,2	0,12	120	1001	220
Переход 3	2,1	0,22	216	982	190
Переход 4	0,2	0,10	108	1077	210
Переход 5	1,96	0,04	25	612	125
Переход 6	2,0	0,05	33	668	130
Переход 7	2,0	0,05	30	609	130
Установ Б					
Переход 1	2,5	0,25	418	318	200
Переход 2	2,4	0,07	73	1046	220
Переход 3	2,0	0,22	255	1158	200
Переход 4	1,8	0,32	917	2866	180
Переход 5	3,25	0,23	1014	4410	90

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом.

Заготовка – штамповка на ГKM.

Материал – сталь 45 ГОСТ 1050 – 88.

Масса заготовки $m_3 = 0,171\text{ кг}$.

Точность штамповки T4.

Определим припуски на размер поверхности $\varnothing 70h6(-0,019)$.

Технологический маршрут обработки поверхности Ø70h6:

- черновое точение;
- чистовое точение;
- тонкое точение.

Определим элементы припуска [7, с. 186 табл. 12, с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 9.

Определим пространственные отклонения заготовки [8, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (3)$$

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

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

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,8 \cdot 18 = 0,014 \text{ мм}. \quad (4)$$

Тогда:

$$\rho = \sqrt{2^2 + 0,014^2} \approx 2 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [8, с. 37]:

- после чернового растачивания:

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

- после чистового растачивания:

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

Погрешность установки определим по [8, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 9.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле и занесем в таблицу 9.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (5)$$

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

Графу $D_{\min}$ получаем по расчетным размерам, округленным до точно-

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сти допуска перехода.

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

Результаты занесем в таблицу 9.

Определим минимальные значения припусков по формуле:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np} \quad (6)$$

Максимальные значения припусков определим по формуле:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np} \quad (7)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 9.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{\text{оном}} = 2 \cdot Z_{\text{оmin}} + \frac{\delta_3}{2} - \delta_3 = 4,835 + \frac{2,5}{2} - 0,035 = 6,05 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (8)$$

$$6,65 - 4,37 = 2,5 - 0,22 = 2,28 \text{ мм}$$

$$0,422 - 0,256 = 0,22 - 0,054 = 0,166 \text{ мм}$$

$$0,228 - 0,209 = 0,054 - 0,035 = 0,019 \text{ мм}$$

На рисунке 14 изобразим графическую схему припусков и допусков.

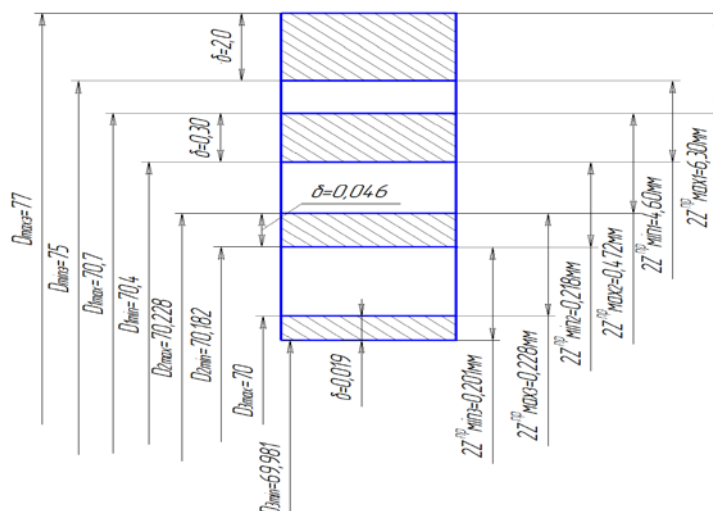


Рисунок 14 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\text{Ø}70\text{h}6\left(\begin{smallmatrix} +0 \\ -0,019 \end{smallmatrix}\right)$

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 - Расчет припусков и допусков на поверхность Ø70h6(-0,019).

Технологические переходы обработки пов. Ø70h6(-0,019)	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск 2·Z _{mini} , мкм	Расчетный р-р D _p , мм	Допуск δ, мм	Предельный р-р, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R _z	H	ρ	E				D _{min} ^{пр} мм	D _{max} ^{пр} мм	2·Z _{min} ^{пр}	2·Z _{max} ^{пр}
Заготовка	200	300	2000			75,672	2,0	75,0	77,0		
Точение черновое	45	45	100	200	2·2510	70,652	0,30	70,40	70,70	4,60	6,30
Точение чистовое	20	20	40	50	2·212	70,228	0,046	70,182	70,228	0,218	0,472
Точение тонкое	5	5		50	2·114	70	0,019	69,981	70,0	0,201	0,228

$$2 \cdot Z_{\text{omin}} = 5,019\text{мм}; 2 \cdot Z_{\text{omax}} = 7,0\text{мм}$$

Табличный метод расчета припусков

На рисунке 15 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на них припуски и допуски по [6, с. 184-189 табл. 27-28], а результаты занесем в таблицу 10.

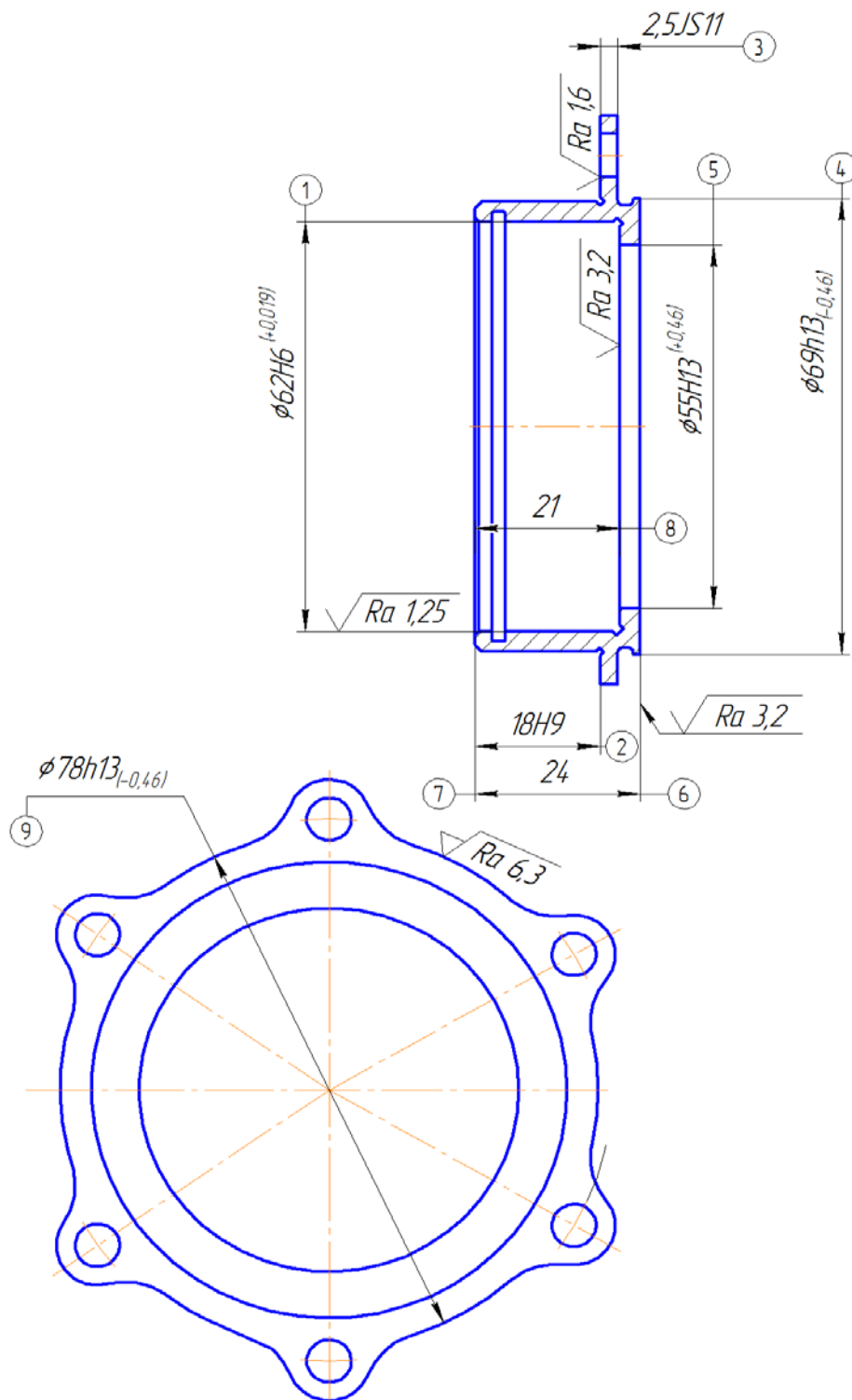


Рисунок 15 – Эскиз детали «Стакан»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.530.ПЗ

Лист

37

Таблица 14 – Припуски и допуски на обработку

Технологические переходы	поверхность	припуск на сторону	допуск	размер	ВО	НО
Заготовка-штамповка	1	1,8	2,0	65,6	+0,7	-1,3
	2	1,5	2,0	18	+1,3	-0,7
	3	1,2	1,6	5,2	+1,1	-0,5
	4	1,8	2,0	72,6	+1,3	-0,7
	5	1,8	2,0	51,4	+1,3	-0,7
	6	1,5	1,6	27	+1,1	-0,5
	7	1,5	1,6	27	+1,1	-0,5
	8	1,5	1,6	21	+1,1	-0,5
	9	1,6	2,0	81,2	+1,3	-0,7
Точение одно-кратное	1	1,6	0,046	61,6	+0,046	-0
	2	1,3	0,18	17,8	+0,18	-0,0
	3	1,2	0,60	2,5	+0,03	-0,03
	4	1,8	0,46	69	+0	-0,46
	5	1,8	0,46	55	+0,46	-0
	6	1,5	0,20	24	+0,10	-0,10
	7	1,5	0,20	24	+0,10	-0,10
	8	1,3	0,20	20,8	+0,10	-0,10
Точение чистовое	1	0,2	0,019	62	+0,19	-0
	2	0,2	0,043	18	+0,043	-0
	8	0,2	0,20	21	+0,10	-0,10
Фрезерование однократное	9	1,6	0,46	78	0	-0,46

1.3.2. Расчет технических норм времени

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

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{ом}, \quad (9)$$

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

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

n – количество деталей в партии, $n=29$ шт;

t_0 – основное время, мин.;

t_B – вспомогательное время, мин.;

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

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

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

$$t_{в} = t_{ус} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (10)$$

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

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

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

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

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

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (11)$$

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

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

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_m} \cdot i, \quad (12)$$

где l – расчетная длина, мм;

i – число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (13)$$

где l_0 – длина обработки поверхности, мм.;

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

$l_{пер}$ – величина перебега, мм.

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Точить торец 11, точить пов. 2 предварительно, точить торец 10.

Длина обрабатываемой поверхности: $\ell_o = 26,5\text{мм}$.

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

$$\ell_{вр} + \ell_{пер} = 5\text{мм}.$$

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 26,5 + 5 = 31,5\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{31,5}{226} = 0,14\text{мин}$$

Переход 2. Точить фаску 1 и поверхность 2 окончательно.

$$\ell_o = 19\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 5\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 19 + 5 = 24\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{24}{120} = 0,2\text{мин}$$

Переход 3. Расточить отверстие 3 предварительно, точить торец 8 предварит.

$$\ell_o = 26,8\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 6\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 26,8 + 6 = 32,8\text{мм}.$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{32,8}{216} \cdot 1 = 0,15\text{мин}$$

Переход 4. Точить фаску, расточить отверстие 3 торец 8 окончательно.

$$\ell_o = 28,1\text{мм}, \ell_{вр} + \ell_{пер} = 6\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 28,1 + 6 = 34,1\text{мм}.$$

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{04} = \frac{34,1}{108} \cdot 1 = 0,32\text{мин}$$

Переход 5. Точить канавку 15, 16.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\ell_o = 1,5\text{мм}$, $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3\text{мм}$, $\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 1,5 + 3 = 4,5\text{мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o5} = \frac{4,5}{25} \cdot 1 = 0,18\text{мин}$$

Переход 6. Точить канавку 17, 18.

$\ell_o = 1\text{мм}$, $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4\text{мм}$, $\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 1 + 4 = 5\text{мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o6} = \frac{5}{917} \cdot 1 = 0,01\text{мин}$$

Переход 7. Точить канавку 19, 20

$\ell_o = 1\text{мм}$, $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4\text{мм}$, $\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 1 + 4 = 5\text{мм}$.

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o7} = \frac{5}{1014} \cdot 1 = 0,01\text{мин}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{oA} = 0,14 + 0,20 + 0,15 + 0,32 + 0,18 + 0,01 + 0,01 = 1,01\text{мин}$$

Установ Б

Переход 1. Точить торец 9, точить поверхность 7, точить торец 4.

Длина обрабатываемой поверхности: $\ell_o = 23\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]: $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 6\text{мм}$.

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 23 + 6 = 29\text{мм}.$$

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{o1} = \frac{29}{418} = 0,07\text{мин}$$

Переход 2. Точить канавку 6.

Длина обрабатываемой поверхности: $\ell_o = 1\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]: $\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 14,5\text{мм}$.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 1 + 14,5 = 15,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{O2} = \frac{15,5}{73} = 0,21 \text{ мин}$$

Переход 3. Расточить отверстие 5.

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

Число проходов равно $i = 1$.

$$t_{O3} = \frac{8}{255} = 0,03 \text{ мин}$$

Переход 4. Фрезеровать контур 12 и радиус 13.

$$\ell_o = 18,7 \text{ мм, } \ell_{вр} + \ell_{пер} = 7,5 \text{ мм, } \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 18,7 + 7,5 = 26,2 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i = 6$.

$$t_{O4} = \frac{26,2}{917} \cdot 6 = 0,17 \text{ мин}$$

Переход 5. Сверлить 6-ть отверстий 14.

$$\ell_o = 2,5 \text{ мм, } \ell_{вр} + \ell_{пер} = 5,4 \text{ мм, } \ell = \ell_o + \ell_{вр} + \ell_{пер} = 2,5 + 5,9 = 7,9 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i = 6$.

$$t_{O5} = \frac{70,9}{1014} \cdot 6 = 0,05 \text{ мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{OB} = 0,07 + 0,21 + 0,03 + 0,17 + 0,05 = 0,53 \text{ мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_O = 1,01 + 0,53 = 1,54 \text{ мин}$$

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

$$t_{ус} = 2,16 \text{ мин; } t_{уп} = 8,56 \text{ мин; } t_{изм} = 13,5 \text{ мин.}$$

$$t_B = 2,16 + 8,56 + 13,5 = 24,22 \text{ мин.}$$

Оперативное время [7, с. 101]:

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{оп} = t_o + t_b = 1,54 + 24,22 = 25,76 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{мех} = \frac{6 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{6 \cdot 25,76}{100} = 1,55 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 25,76}{100} = 2,06 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{от} = \frac{2,5 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{2,5 \cdot 25,76}{100} = 0,65 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 25,76 + 1,55 + 2,06 + 0,65 = 30,02 \text{ мин}$$

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

$$T_{пз} = 29 \text{ мин}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{29}{34} + 30,02 = 30,87 \text{ мин}$$

1.4. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Стакан»

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Стакан» предполагает использование токарного центра с ЧПУ модели Lynx220LMSA. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

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

позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

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

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

1. Точить торец 11, точить пов. 2 предварительно, точить торец 10.
2. Точить фаску 1 и поверхность 2 окончательно.
3. Расточить отверстие 3 предварительно, точить торец 8 предварит.
4. Точить фаску, расточить отверстие 3 торец 8 окончательно.
5. Точить канавку 15, 16.
6. Точить канавку 17, 18.
7. Точить канавку 19, 20.

Для разработки управляющей программы необходимо:

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

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.5.2.2.

Элементы режимов резания представлены в таблице 8.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакатах 3 и 4.

Инструментам присвоим номера T1...T5.

Управляющая программа для операции 005 установ А представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор резца
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z

Продолжение таблицы 15

1	2
G96 S170 Lims=500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
G0 X56 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95 ("contur",2.5, , , , 0.25, , , , 2.5)	Цикл снятия припуска: 2.5 – максимально снимаемый припуск, 0.25 – рабочая подача, 2.5 – расстояние отвода инструмента
"contur"	подпрограмма
G90 G18 DIAMON	Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально
G0 X56 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z0	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X70.4	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-18	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z97	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M17	Конец подпрограммы
G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G0 X68	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
CYCLE95 ("contur1", , 0, 0.2, 0, , , 0.12 , , ,)	Цикл снятия припуска: 0.2 – припуск под чистовое точение, 0.12 – рабочая подача при чистовом точении
"contur1"	подпрограмма
G90 G18 DIAMON	Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально

Продолжение таблицы 15

1	2
G0 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
X68	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z0	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X70 Z-1	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-18	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M17	Конец подпрограммы
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X150 Z310	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T2 D1	Выбор расточного резца
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S190 Lims=450 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке.
G0 X61.6 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95 ("contur2",2.1,0.2 ,0.2 ,0 , 0.22, ,0.1, , ,2.5)	Цикл снятия припуска: 2.1 – максимально снимаемый припуск при черновой обработке, 0.2 – снимаемый припуск при чистовой обработке, 0.22 – рабочая подача при черновом точении, 0.1 – рабочая программа при чистовом точении, 2.5 – расстояние отвода инструмента
"contur2"	подпрограмма
G90 G18 DIAMON	Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально

Продолжение таблицы 15

1	2
G0 X61.6 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z-20.8	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X47.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
X62	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z-21	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X47.5	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M17	Конец подпрограммы
G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
X65.7	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X62 Z-0.6 F0.1	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X150 Z310	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T3 D1	Выбор канавочного резца.
G96 S125 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z,
G0 X60 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами

Продолжение таблицы 15

1	2
X-4.4	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X65 F0.04 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X60	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X150 Z310	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T4 D1	Выбор канавочного резца
G96 S130 Lims=500 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X51 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z-20	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X53 Z-22 F0.05 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X51 Z-20	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X150 Z310	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T5 D1	Выбор расточного резца
G96 S130 M3	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя по часовой стрелке

Окончание таблицы 15

1	2
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X59.8 Z-17.6	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X58.1 Z-18.5 F0.05 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X59.8 Z-17.6	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
X50 Z-2	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X150 Z310	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
M30	Окончание программы

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Стакан» на участке механической обработки в условиях мелкосерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 965 штук в год.

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

При разработке проекта были учтены: тип производства – мелкосерийное; свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа.

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – разрабатываемому варианту и по альтернативному варианту.

По проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный центр модели Lynx220LMSA и режущий инструмент фирмы «Iscar». По альтернативному варианту применяем токарно-фрезерный центр модели CTX beta 800 и инструмент фирмы «Pramet». Оба станка имеются на предприятии и позволяют выполнить обработку детали «Стакан».

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [12]:

$$K = K_{об} + K_{прс} ,$$

(14)

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

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [12]:

$$g = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{ВН}} \cdot k_3}, \quad (15)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа производства деталей, по проектируемому варианту $N_{\text{год}}=965$ шт.;

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

$k_{\text{ВН}}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{\text{ВН}} = 1,02$;

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

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

$$F_{\text{об}} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (16)$$

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

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

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

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (16), составляет:

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

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 1.3.2 по формуле (15). Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту и таблицу 17 по альтернативному варианту.

$$C_{220LMSA} = \frac{0,52 \cdot 965}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,11 \text{ шт.}$$

$$C_{beta800} = \frac{1,07 \cdot 965}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,22 \text{ шт.}$$

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

Таблица 16 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
220LMSA	0,52	0,11	1	0,11
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,52$	0,11	$\Sigma C_n = 1$	

Таблица 17 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени по альтернативному варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
Beta800	1,07	0,22	1	0,22
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 1,07$	0,22	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 18 по проектируемому варианту и в таблице 19 по альтернативному варианту.

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	220LMSA	1	15	15	10563,4	-	-	-	10563,4
Итого		1		15					10563,4

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 11% составляют $0,11 \cdot 10563,4 = 1161,9$ т. руб.

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	Beta800	1	13	13	11433,5	-	-	-	11433,5
Итого		1		13					11433,5

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 22% составляют $0,22 \cdot 11433,5 = 2515,4$ т. руб.

2.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

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

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (17)$$

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

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

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

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

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

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

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

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (18)$$

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{ми}}{F_p}, \quad (19)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени одного рабочего, 1970 ч.;
 $k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,
 $k_{\text{мн}}=1$;
 t – штучно-калькуляционное время операции, ч;
 $N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам
 $N_{\text{год}}=965$ шт.

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

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

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (19).

Результаты вычислений сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и в таблицу 21 по альтернативному варианту.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	0,52	61,9	0,30
Итого				61,9	0,30

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$Ззп = 61,9 \cdot 965 = 59733,5$ руб.

$$K_{\text{MH}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_p = 1,15.$$

$$\text{Ззп} = 59733,5 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 79684,5 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по альтернативному варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	119,2	1,07	127,5	0,61
Итого				127,5	0,61

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$\text{Ззп} = 127,5 \cdot 965 = 123037,5 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{MH}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_p = 1,15.$$

$$\text{Ззп} = 123037,5 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 164132,0 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot \chi_{\text{всп}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_p}{N_{\text{год}}} \quad (20)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 965$ шт.;

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

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

$$K_{\text{доп}} = 1,23;$$

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

$\chi_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, руб.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$\chi_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (21)$$

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $g_{\text{п}}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_{\text{п}} = 0,11$ шт.;

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

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

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,11 \cdot 3}{8} = 0,04 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 6-ти станков:

$$Ч_{\text{элек}} = \frac{0,11 \cdot 3}{6} = 0,06 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,30 = 0,02 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,30 = 0,02 \text{ чел.}$$

По формуле (20) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{75,4 \cdot 1682 \cdot 0,04 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 7,7 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{66,9 \cdot 1682 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 3,4 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{65,7 \cdot 1682 \cdot 0,02 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{965} = 3,4 \text{ руб.}$$

Данные сводим в таблицу 22 по проектируемому варианту и в таблице 23 по альтернативному варианту.

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
1	2	3	4
Наладчик	75,4	0,04	7,70

Окончание таблицы 22

1	2	3	4
Транспортный рабочий	66,9	0,02	3,40
Электронщик	90,1	0,06	13,9
Контролер	65,7	0,02	3,40
Итого		0,14	28,4

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 28,4 \cdot 965 = 27406,0 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (18):

$$З_{зп} = 79684,5 + 27406,0 = 107090,5 \text{ руб.}$$

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	75,4	0,08	15,5
Транспортный рабочий	66,9	0,03	5,10
Электронщик	90,1	0,12	27,8
Контролер	65,7	0,04	6,70
Итого		0,27	55,1

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 55,1 \cdot 965 = 53171,5 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (18):

$$З_{зп} = 164132 + 53171,5 = 217303,5 \text{ руб.}$$

Страховые взносы

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

Проектируемый вариант $107090,5 \cdot 0,3 = 32127,2 \text{ руб.}$

Альтернативный вариант $217303,5 \cdot 0,3 = 65191,1 \text{ руб.}$

Затраты на электроэнергию

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

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (22)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $k_N = 0,2 \div 0,4$;

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

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

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

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (22):

$$З_э(220LMSA) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,52}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 5,1 \text{ руб.};$$

$$З_э(\text{Beta}800) = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,07}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 8,9 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 24 по проектируемому варианту и в таблицу 25 по альтернативному варианту.

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
220LMSA	15	0,52	5,1
Итого			5,1

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по альтернативному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
Beta800	13	1,07	8,9
Итого			8,9

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 5,1 \cdot 965 = 4921,5 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_э = 8,9 \cdot 965 = 8588,5 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

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

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (23)$$

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

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

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

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{ви}}, \quad (24)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

$F_{обНОВ} = 5910$ ч.;

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,85$;

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (24):

$$C_{ам}(220LMSA) = \frac{10563400 \cdot 0,08 \cdot 0,52}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 85,8 \text{ руб.}$$

$$C_{ам}(Beta800) = \frac{11433500 \cdot 0,08 \cdot 1,09}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 194,6 \text{ руб.}$$

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

$C_{РЕ} = 901,5$ руб. Вычисления производим по формуле [12]:

$$C_{рем} = \frac{C_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}} \quad (25)$$

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (25):

$$C_{рем}(220LMSA) = \frac{901,5 \cdot 0,11}{0,52 \cdot 965} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{рем}(Beta800) = \frac{901,5 \cdot 0,22}{1,07 \cdot 965} = 0,20 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 26 по проектируемому варианту, а в

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

таблицу 27 по альтернативному варианту.

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

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
220LMSA	10563,4	1	8	0,52	85,8	0,20

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

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Beta800	11433,5	1	8	1,07	194,6	0,20

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (23):

$$З_{п} = 85,8 + 0,2 = 86,0 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$З_{п} = 194,6 + 0,2 = 194,8 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

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

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

(26)

где $З_{эи}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$Ц_{пл}$ – цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

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

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

В таблицу 28 внесем параметры инструмента.

Таблица 28 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

Опера-ция	Инстру-мент	Ма-шин-ное время, мин	Цена едини-цы ин-стру-мента, руб.	Сум-марн. период стойко-сти ин-стру-мента, мин	Затраты на переточку инстру-мента, руб.	Коэф-фици-ент убыли	Итого затра-ты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Державка SCLCR 1212F-09	0,41	23561		-	0,90	5,56
005	СМП CCMT 09T308-SM IC8150		422,2	296			
	Расточ-ной резец S16Q SUXCR-10 CM СМП CC95MT 100504-SM IC8150	0,50	25631 431,5	301	-	0,90	5,63
	Резец ка-навочный GENIR 12SC-14-2 СМП GEPI 1.96-0.15	0,18	21563 489,3	285	-	0,90	3,12

	IC908						
--	-------	--	--	--	--	--	--

Окончание таблицы 28

1	2	3	4	5	6	7	8
	Резец канавочный GENIUR 16U СМП GEPI 2.0-1.0 IC908	0,02	22563 478,4	 207	-	0,90	1,05
	Державка канавочная PHGR 20- 2.4 СМП GDMW 2.4- 0.20 IC20N	0,21	24631 410,7	178 215	-	0,90	5,21
	Сверло SCD 065- 024-080 AP3	0,05	5634,2	179	-	0,90	0,78
	Фреза EFS- B44 20- 42C20-104 IC900	0,17	12563,9	156	-	0,90	1,96
Итого							23,31

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта

Для альтернативного варианта будем использовать инструмент фирмы «Pramet». Стоимость инструмента фирмы «Pramet» на 16,82% ниже чем стоимость инструмента фирмы «Iscar» применяемого в проектируемом варианте. Расчетное время обработки по альтернативному варианту определено и по сравнению с проектируемым, на 51,41% выше. Учитывая все вышеперечисленные факторы, определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта:

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{\text{эл(альт)}} = 23,31 \cdot 0,8318 \cdot 1,5141 = 29,36 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант	Сумма, руб. Альтернативный вариант
Заработная плата с начислениями	144,3	292,7
Затраты на технологическую электроэнергию	5,1	8,9
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	86,0	194,8
Затраты на инструмент	23,31	29,36
Итого	258,7	525,8

Определение экономической целесообразности от применения ОЦ модели 220LMSA

Экономическую целесообразность от спроектированного варианта технологического процесса определим по годовой экономии:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (C_{\text{альт}} - C_{\text{пр}}) \cdot N_{\text{год}}, \quad (27)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год. б.}} = (512,5 - 252,6) \cdot 965 = 250803,5 \text{ руб.}$$

Применение ОЦ модели 220LMSA более экономически целесообразно по сравнению с применением ОЦ модели Beta 800.

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [12]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^{\text{т}}}{T} \cdot 100\%, \quad (28)$$

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;
 T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.
 Производим расчеты удельного веса операции по формуле (28):

$$Y_{\text{оп}}(220\text{LMSA}) = \frac{0,52}{0,52} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

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

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (29)$$

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

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

Определим производительность труда на программной операции [12]:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (30)$$

где F_p – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;
 $K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм;
 t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (30):

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{30,87} = 3923,1 \text{ шт./чел.год}$$

В таблице 30 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 30 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей по проектному варианту
1	2	3
Годовой выпуск деталей	шт.	965

Окончание таблицы 30

1	2	3
Количество видов оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	1
Сумма инвестиций	тыс. руб.	1161,9
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,52
Технологическая себестоимость одной детали,		258,7
в том числе:		
- затраты на инструмент	руб.	23,31
- заработная плата рабочих		144,3
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	3923,1
Коэффициент загрузки оборудования		0,11

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Стакан», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением ОЦ 220LMSA, в сумме 252,6 руб., что на 50,7% ниже, чем в альтернативном варианте с применением ОЦ модели CTX Beta 800.

Экономически целесообразно применить ОЦ модели 220LMSA по сравнению с ОЦ модели CTX Beta 800.

3.МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

Вводная часть

В дипломном проекте рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления корпусной детали. Среди операций по ее изготовлению есть комплексные операции, выполняемые на станках с числовым программным управлением.

В связи с проектированием технологического процесса в серийном производстве появляется необходимость переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» Так как станки подобного типа применяются в технологическом процессе обработки деталей, разрабатываемом в настоящем проекте, то следует предусмотреть повышение квалификации рабочих, способных выполнять работы станках с программным управлением – рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Переподготовка производится на базе учебного центра ООО «Уральский пружинный завод».

ООО «Уральский пружинный завод» - уникальное, высокотехнологичное предприятие, которое совмещает производство широкого ассортимента пружин сжатия, растяжения, кручения холодной и горячей навивки из проволоки, прутка диаметром от 0,6 мм до 55 мм и пружин цилиндрических винтовых для подвижного состава железных дорог. По объемам производства и продаж этого вида продукции мы занимаем существенную долю российского рынка.

Контроль качества всей продукции производится на уникальном лабораторном оборудовании, позволяющем проводить исследования продукции по всем параметрам и обеспечить качество на уровне мировых стандартов.

Постоянно наращиваемые производственные мощности, современные технологии, постоянное расширение ассортимента, эффективный менеджмент, сертифицированная по международным стандартам, в том

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

числе по стандартам для автомобильной промышленности, система управления качеством, высокая культура производства позволяют нашему предприятию эффективно работать по всем направлениям деятельности, делая Уральский пружинный завод – лидером в производстве пружин.

Переподготовка производится на базе учебного центра ООО «Уральский пружинный завод», который обладает достаточной учебно-методической и материальной базой для такой подготовки.

Поэтому, в методической части дипломного проекта будут рассмотрены вопросы организации переподготовки высококвалифицированных операторов станков с программным управлением в учебном центре ООО «Уральский пружинный завод»».

Целью методической части является разработка занятия теоретического обучения для переподготовки станочников широкого профиля по профессии оператора-наладчика обрабатывающих центров с программным управлением, а также методического обеспечения для переподготовки.

3.1. Сравнительный анализ профессиональных стандартов по профессиям «Станочник широкого профиля» и «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Рассмотрим два профессиональных стандарта - Профессиональный стандарт, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 22 апреля 2015г. № 239н, «Станочник широкого профиля» и Профессиональный стандарт, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением».

В таблице 31 приведем сравнение обобщенных трудовых функций станочника широкого профиля и оператора-наладчика обрабатывающих цен-

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 31 – Сравнение трудовых функций

Станочник широкого профиля		Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением	
Наименование ТФ	Наименование ОТФ	Наименование ОТФ	Наименование ТФ
1	2	3	4
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 14-11 качеству	Обработка заготовок, простых деталей, изделий из различных материалов на металлорежущих станках	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 14-11 качеству			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 16-12 качеству			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 10-7 качеству	Обработка заготовок, деталей, изделий средней сложности из различных материалов на металлорежущих станках	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7-8 квалитетам
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 10-9 качеству			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 11-10 качеству			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках шлифовальной			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам

Окончание таблицы 31

1	2	3	4
группы с точностью размеров по 8-7 качеству и шероховатостью поверхности Ra 1,25 ...0,63			
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 7 качеству	Обработка сложных деталей, изделий из различных материалов на металлорежущих станках	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 8-7 качеству			
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 9-8 качеству			
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках шлифовальной группы с точностью размеров по 7-6 качеству и шероховатостью поверхности Ra 0,63 ...0,32			

Сравнение комплекса обобщенных трудовых функций и трудовых функций по данным профессиям показало, что в целом подготовка отличается

ся оборудованием и операциями, но практически не отличается по номенклатуре изготавливаемых изделий. У оператора-наладчика станков с ЧПУ доминирует наладка станка и обработка деталей на нем, а у станочника широкого профиля – обработка деталей на станке. Значит, переподготовку можно осуществить в достаточно короткие сроки.

Деталь «Стакан», технологический процесс которой проектируется в выпускной квалификационной работе, относится к деталям средней сложности и изготавливается преимущественно на токарных и фрезерных станках.

Поэтому сравнительно проанализируем обобщенные трудовые функции «Обработка заготовок, деталей, изделий средней сложности из различных материалов на металлорежущих станках» и «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Для станочника широкого профиля в данном случае имеется две трудовые функции, которые приведены в таблице 32. Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации.

Таблица 32 – Трудовые функции станочника

Наименование	Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 10-9 качеству	Код	В/02.4	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Анализ исходных данных (техническая документация, заготовки, детали, изделия) для проведения токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Подготовка и обслуживание рабочего места для проведения токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Ведение технологического процесса токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности в соответствии с технической документацией				
	Контроль качества токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				

Продолжение таблицы 32

1	2
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, с правилами организации рабочего места станочника (токаря)
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ
	Проверять соответствие заготовок и вспомогательных материалов требованиям технической документации (карты)
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа (эскиза) и определять годность заданных действительных размеров
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент
	Производить текущую наладку токарного станка
	Определять и устанавливать оптимальный режим обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Воспроизводить заданный технологический маршрут токарной обработки
	Производить измерения обработанных поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом
	Предупреждать и устранять возможный брак при выполнении работ
	Соблюдать правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при проведении работ
Необходимые знания	Требования к планировке и оснащению рабочего места токаря
	Порядок ежесменного технического обслуживания станка
	Правила построения технологического маршрута обработки детали
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, квалитетов, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, квалитеты и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, режущего и измерительного инструмента
	Устройство, назначение, правила применения металлорежущих станков токарной группы
	Порядок текущей наладки токарного станка
	Правила определения оптимального режима обработки в зависимости от материала заготовки, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Правила, последовательность и способы обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках токарной группы
	Правила и последовательность проведения измерений

Продолжение таблицы 32

1	2				
	Основные виды и причины брака, способы его предупреждения и устранения				
	Правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при ведении работ				
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты				
Наименование	Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 11-10 качеству	Код	В/03.4	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия	Анализ исходных данных (техническая документация, заготовки, детали, изделия) для проведения фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Подготовка и обслуживание рабочего места для проведения фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Ведение технологического процесса фрезерования металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности в соответствии с технической документацией				
	Контроль качества фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, с правилами организации рабочего места станочника (фрезеровщика)				
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ				
	Проверять соответствие заготовок и вспомогательных материалов требованиям технической документации (карты)				
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа (эскиза) и определять годность заданных действительных размеров				
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент				
	Производить текущую наладку фрезерного станка				
	Определять и устанавливать оптимальный режим обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа станка				
	Воспроизводить заданный технологический маршрут обработки				
	Производить измерения обработанных поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом				
	Предупреждать и устранять возможный брак при выполнении работ				
	Соблюдать правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при проведении работ				

Окончание таблицы 32

1	2
Необходимые знания	Требования к планировке и оснащению рабочего места фрезеровщика
	Порядок ежедневного технического обслуживания станка
	Правила построения технологического маршрута обработки детали
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, квалитетов, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, квалитеты и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, режущего и измерительного инструмента
	Устройство, назначение, правила применения металлорежущих станков фрезерной группы
	Порядок текущей наладки фрезерного станка
	Правила определения оптимального режима обработки в зависимости от материала заготовки, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Правила, последовательность и способы обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы
	Правила и последовательность проведения измерений
	Основные виды и причины брака, способы его предупреждения и устранения
	Правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при ведении работ
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты

Для оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ имеется одна соответствующая трудовая функция – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам				
Необходимые умения	Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам				

Окончание таблицы 33

1	2
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
	Необходимые знания по трудовым функциям А/01.2 – А/05.2
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам

Возможные наименования должностей:

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

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

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

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда.Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет уровень квалификации -2.

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

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

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

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

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

- Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

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

- Инструктаж рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

В результате сравнительного анализа трудовых функций, необходимых знаний и умений мы можем установить, что переподготовка станочника на оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ должна включать актуализацию сведений о резании металлов и режущем инструменте, об основах технологии машиностроения, о материалах и их применении, о технике безопасности.

Помимо этого, программа переподготовки должна включать сведения об оборудовании с ЧПУ, о его устройстве и работе, о программировании, о наладке и технологии отработки управляющих программ, а также об обслуживании станков с ЧПУ.

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре ООО «Уральский пружинный завод».

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.2. Анализ учебного плана и программы переподготовки по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Учебный план переподготовки станочников широкого профиля по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ в рамках учебного центра предприятия рассчитан на СРОК ОБУЧЕНИЯ = 108 часов (1,5 месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовая профессия – станочник широкого профиля не ниже второго разряда. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд. Учебный план приведен в таблице 34.

Таблица 34 – Учебный план переподготовки станочников широкого профиля по профессии оператор-наладчик ОЦ с ЧПУ второго разряда

№	Название темы	Кол-во часов
1	Техника безопасности при работе на станках с ЧПУ	4
2	Основы материаловедения	4
3	Допуски, посадки и технические измерения	2
4	Черчение и чтение чертежей	4
5	Основы технологии машиностроения	6
6	Устройство станков с программным управлением	8
7	Основы программирования процесса обработки деталей	14
8	Наладка станков с программным управлением	10
9	Производственное обучение	50
10	Квалификационный экзамен	6
	ИТОГО	108

Переподготовка производится на базе учебного центра ООО «Уральский пружинный завод». Учебный центр ООО «Уральский пружинный за

вод»» имеет право ведения образовательной деятельности по профессиональной подготовке рабочих 16 специальностей и дополнительное профессиональное образование (повышение квалификации) по 12 специальностям.

В учебном центре ООО «Уральский пружинный завод» работают высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Учебным центром ООО «Уральский пружинный завод» поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

В рамках учебного плана предусмотрен учебный предмет «Основы программирования процесса обработки деталей». Рассмотрим поурочный план темы «Наладка станков с программным управлением» (таблица 35).

Таблица 35 – Тематический план предмета «Наладка станков с программным управлением»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Общие сведения наладке станков с программным управлением	2	2	
Установка заготовок. Привязка ноля заготовки	4	2	2
Установка инструмента. Привязка инструмента.	4	2	2
ИТОГО	10	6	4

В рамках выпускной работы разработаем учебное занятие – занятие теоретического обучения по теме «Общие сведения о наладке станков с программным управлением».

План занятия

Профессия – оператор-наладчик ОЦ с ЧПУ.

Тема программы: Наладка станков с программным управлением.

Тема занятия «Общие сведения о наладке станков с программным управлением»

Цели занятия:

дидактические:

- сформировать у учащихся знания принципов наладки обрабатывающих центров с ЧПУ

- сформировать у учащихся знания последовательности наладки обрабатывающих центров с ЧПУ

воспитательные:

- воспитать бережное отношение к инструменту и оборудованию,

развивающие:

- развить целеустремленность и волю при выполнении запланированной работы.

Методы проведения занятия: рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по описанию алгоритма наладки.

Материально-техническое оснащение занятия:

1. Компьютерная презентация.

2. Программа-тренажер.

3. Модель станка с ЧПУ.

План занятия приведен в таблице 36.

Таблица 36 – План занятия теоретического обучения по теме «Общие сведения о наладке станков с программным управлением»

Название части урока	Деятельность преподавателя	Деятельность обучающихся	Кол-во времени
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует обучающихся. Проверяет присутствующих. Формулирует тему урока и цели урока. Использует слайд № 1	Опираясь на название темы занятия, которое проговорил преподаватель, и первый слайд презентации записывают тему занятия и план занятия.	5 минут

Окончание таблицы 36

1	2	3	4
Мотивация обучающихся	Рассказывает о роли и месте темы занятия в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	Слушают преподавателя	2 минуты
Актуализация опорных знаний	Проводит беседу с учащимися по известному им материалу. Задаёт вопросы, анализирует ответы. По-правляет учащихся и добавляет информацию к их ответам.	Слушают преподавателя. Отвечают на вопросы, прослушивают комментарии преподавателя к ответам на вопросы. В ходе беседы актуализируют опорные знания	13 минут
Изложение нового материала	Рассказывает о принципах и последовательности наладки станков с ЧПУ, об основных наладочных параметрах и их назначении, использует слайды презентации модель станка для демонстрации управляемых осей и объяснения принципов наладки.	Слушают преподавателя, задают вопросы. Под руководством преподавателя работают со слайдами презентации. Используя информацию, приведенную на слайдах, записывают основные понятия и основную информацию в собственные тетради.	35 минут
Закрепление нового материала.	Выдает формы алгоритмов для заполнения. Контролирует правильность заполнения	Заполняют формы алгоритмов	25 минут
Заключительная часть	Проводит опрос обучающихся по изученному материалу. Слушает и анализирует ответы.	Отвечают на вопросы преподавателя. Анализируют собственные ответы делают поправки в конспектах и тетрадях	10 минут

Для данного занятия разработаем компьютерную презентацию.

План-конспект урока теоретического обучения по теме «Подготовка управляющих программ для системы ЧПУ «Ковосвит» с использованием программы-тренажера EdgeCAM Turning»

1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать довольно сложную тему, связанную с материальной базой систем управления

станками. Это тема «Общие сведения о наладке станков с программным управлением».

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Назначение и понятие наладки.
2. Основные этапы наладки ОЦ с ЧПУ.
3. Варианты наладки станков с ЧПУ.

Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

2. Мотивация обучаемых

Оператор станков с ЧПУ сегодня должен хорошо работать и в области разработки управляющих программ. Для любых систем ЧПУ всегда можно подобрать те наладочные параметры, инструменты и приспособления, которые значительно ускорят процесс обработки и позволят увеличить производительность труда и Вашу заработную плату.

3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели общие сведения о программах и программном управлении. Сегодня мы переходим к изучению особенностей программирования токарной обработки, но прежде вспомним основные моменты из пройденного материала.

Вопросы для актуализации опорных знаний:

1. Как различаются функции, закладываемые в программный код ЧПУ?

(Основные функции – G – функции, вспомогательные функции – M – функции).

2. Для чего предназначены G-функции?

(Для задания параметров обработки управляющих программ)

3. Для чего предназначены M-функции?

(Для осуществления программирования вспомогательных передвижений рабочих органов станка)

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Как располагаются программные оси на станках с ЧПУ?

(Ось Z – по оси инструмента или оси станка, Ось X – перпендикулярно оси Z и вверх, ось Y – в стороны оператора)

5. Каким образом в программном коде задается тип и направление оси?

(Тип оси задается функциями G17, G18, G19, а направления с помощью знаков плюс или минус)

6. Расшифруйте строку управляющей программы:

G90 G18 G96 G54 G0 X0 Z25

G90 – задание абсолютного отсчета размеров детали

G18 – задание программной плоскости XZ

G96 – задание диаметрального определения размеров по оси X

G54 – задание нулевой точки заготовки

G0 – задание ускоренный перемещений в точку с координатами

X0 – координата точки по оси X

Z25 – координата точки по оси Z.

Очень хорошо. А теперь перейдем к изложению нового материала. Откройте ваши тетради для конспектирования и начнем нашу работу.

4. План-конспект изложения учебного материала на уроке

Наладка станков является одним из ответственных этапов его эксплуатации. Правильная наладка способствует повышению производительности труда, качества продукции и сохранению долговечности оборудования.

Налалдка – подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению технологической операции.

Подналадка – дополнительная регулировка технологического оборудования и технологической оснастки при выполнении технологической операции для восстановления достигнутых при наладке значений параметров.

Наладка станка с ЧПУ включает в себя подготовку режущего инстру-

мента и технологической оснастки, размещение рабочих органов станка в исходном положении, пробную обработки первой детали, внесение корректив в положение инструмента и режим обработки, исправление погрешностей и недочетов в управляющей программе.

Важным этапом наладки является базирование и закрепление заготовок. При определении схемы базирования необходимо знать конструктивные особенности налаживаемого оборудования в частности элементов, обеспечивающих базирование приспособления или заготовки.

Для токарных станков с ЧПУ выбор схемы базирования сводится к выбору используемого приспособления для закрепления заготовок (различные зажимные патроны), а также к выбору наладочных элементов выбранного приспособления (например, обычные или сырые кулачки).

Для станков сверлильно-фрезерно-расточной группы возможны различные схемы базирования:

- Непосредственно на столе станка с ЧПУ;
- В приспособлении, которое установлено на столе станка;
- В приспособлении, установленном на координатной плите;

Наладка режущего инструмента на размер. В современном производстве возможно определение положения вершины резца при помощи специальных приборов. Такие приборы имеют подставку, имитирующую присоединительные поверхности станка, подвижную каретку, измерительное устройство (микроскоп, проектор, индикатор). Установив режущий инструмент на подставке, при помощи каретки перемещают его до нужного положения, отслеживая все перемещения на измерительном устройстве. Полученную информацию заносят в автоматическом или ручном режиме в УЧПУ станка. Такие устройства позволяют, кроме того, проверить правильность и точность исполнения режущей части.

Современные устройства ЧПУ позволяют автоматически осуществлять

«привязку» инструмента к координатной системе станка. Для этого система должна иметь специальный цикл, а также устройство, позволяющее отследить местоположение режущей кромки инструмента. Оператору достаточно установить инструмент и задать соответствующую команду с пульта оператора.

В случае отсутствия указанных систем «привязка» инструмента осуществляется оператором методом пробных проточек. Для этого оператору необходимо в ручном режиме осуществить проточку заготовки на небольшую длину, отвести инструмент, от заготовки, не перемещая его по фиксируемой координате. Произвести замер, включить режим привязки инструмента, записать измеренную информацию в УЧПУ. Такую процедуру необходимо провести по всем координатам.

Режимы работы станков с ЧПУ. Станки с ЧПУ могут работать в нескольких режимах: автоматический, полуавтоматический, ручной ввод, ручной, режим привязки инструмента.

В автоматическом режиме осуществляется отработка управляющей программы безостановочно до одной из вспомогательных команд останова.

В полуавтоматическом режиме осуществляется покадровая отработка управляющей программы. После чего выполнение программы приостанавливается до нажатия клавиши «Пуск».

В режиме ручного ввода оператор имеет возможность откорректировать управляющую программу или создать новую, а также ввести константы (параметры) станка.

В ручном режиме оператор имеет возможность перемещать рабочее органы, задавать технологические команды (пуск-останов шпинделя, включение охлаждения, смена инструмента, установка рабочего подачи), выполнять простейшие переходы (проточить диаметр, подрезать торец).

В режиме привязки инструмента вводится информация о фактическом положении режущего инструмента в системе координат станка, а также вво-

дится коррекция на износ инструмента.

Весьма ответственным этапом работы является отладка новой УП. Этот этап наладки осуществляет чаще всего наладчик или наладчик совместно с технологом программистом. В ходе отладки УП проверяют ее оптимальность по параметрам производительности, качества обработки, отсутствия вибраций, стойкости инструмента, приемлемого схода стружки. По результатам обработки пробной детали УП редактируют. Наиболее высокий результат редактирования УП может быть достигнут только с использованием теоретических знаний в области металлообработки, а также творческого подхода.

Работа начинается чаще всего с устранения ошибок, не позволяющих начать процесс обработки. Такие ошибки могут быть сведены к минимуму при применении современных способов составления УП, который заключается в использовании средств автоматизированного проектирования САД и САМ. Чаще всего встречаются следующие ошибки редакции:

- ноль программы выбран за пределами рабочей зоны, т.е.;
- использованы технологические команды невыполняемые станком;
- инструменты при холостых перемещениях и сменах задевают за элементы станка, крепежную оснастку или обрабатываемую деталь.

Наибольшего внимания требует проверка вероятности наличия в программе третьего вида ошибок, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации, поломке дорогостоящего инструмента. Новую программу целесообразно отрабатывать в полуавтоматическом режиме, проверяя каждый кадр программ перед его отработкой. Ситуация, связанная с нежелательными столкновениями инструмента с элементами станка, могут возникнуть также при неправильном вводе информации о коррекции инструмента. Поэтому при пробной отработке УП следует также перед началом работы нового инструмента проверять правильность его «привязки».

При первой отработке УП целесообразно снижать скорость перемеще-

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ния рабочих органов, пользуясь регулятором подачи. При незапланированном контакте инструмента с заготовкой или другими элементами необходимо остановить подачу при помощи соответствующего переключателя. При встрече препятствия инструментами во время его смены следует воспользоваться кнопкой аварийного отключения.

В целях экономии материала, в случае больших деталей, отработку УП осуществляют с использованием более дешевого и легкообрабатываемого материала.

Для оценки оптимальности УП руководствуются принципами построения технологических процессов на станках с ЧПУ. Основная характерная черта – интеграция обработки, т.е. последовательное выполнение большого числа переходов, выполняемых различными инструментами. При этом характерен последовательный переход от черновой обработки к чистовой.

Следующий этап проверки оптимальности УП – оценка правильного выбора режимов резания. При черновой обработке необходимо достичь максимальной производительности, при этом критерием выбора режима резания является экономическая стойкость инструмента. При чистовой обработке определяющую роль играют требования точности и шероховатости обработанной поверхности.

В процессе отладки программы необходимо проверить соответствие заложенных режимов резания возможностям инструмента и станка, надежности закрепления заготовки. Особое внимание следует уделить возникновению вибраций, т.к. вибрации способствуют разрушению инструмента и повышенному износу узлов станка. Погасить вибрацию можно путем изменения скорости резания, подачи или глубины резания.

Изменение движения рабочих органов приводит к усложнению УП, а также к увеличению времени обработки. Наиболее перспективным является применение специальной заточки инструмента или применение инструмента с СМП с заложенными функциями стружкодробления. Также дробления

стружки можно достичь, увеличивая подачу и (или) снижая скорость резания.

В ряде случаев, например, при программировании сложного контура детали целесообразно выполнить прорисовку движения режущего инструмента при помощи программных средств.

5. Закрепление нового материала

Обучаемым выдаются листы таблицы алгоритмов, которые они должны самостоятельно заполнить при использовании учебника и конспекта нового материала. Разработаем данные таблицы для активизации деятельности обучаемых в ходе изложения материала преподавателем (таблица 37).

Таблица 37 – Алгоритмизированная таблица

Этап наладки	Назначение	Последовательность выполнения
1. Установка приспособления		
2. Установка заготовки		
3. Привязка ноля заготовки		
4. Установка инструмента		
5. Привязка инструмента		
6. Пробная отработка программы		
7. Коррекция программы, в т.ч. коррекция режима резания		

6. Заключительная часть

Давайте подведем итог нашей работе сегодня:

1. Для чего применяется наладка станка с ЧПУ?

2. Каким образом и в каких этапах производится наладка станка с ЧПУ?

3. Расскажите о назначении этапов наладки станка с ЧПУ.

Таким образом, мы с вами сегодня рассмотрели основы наладки станков с ЧПУ. А на следующем занятии мы будем изучать последовательность наладки для конкретного станка с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Стакан» в условиях серийного производства.

В спроектированном технологическом процессе применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением, посредством которого обеспечивается экономически целесообразное производство детали «Стакан» по намеченной программе.

Это позволило достичь минимального времени механической обработки, с минимальной тяжестью труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, инвестиции в проект составили 1161,9 т. руб., себестоимость изготовления детали составила 252,6 руб.

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

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение–М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. 138 с.
6. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008. 34 с.
7. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
8. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.
9. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526 с.
10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

11. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.- Т.2-612 с., ил.

12. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. – сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

13. Электронный каталог «Iscar», Токарная обработка, 2014 г.

14. Электронный каталог «Iscar», Обработка отверстий, 2012 г.

15. Электронный каталог «Iscar», Монолитный инструмент, 2012 г.

16. Электронный каталог «Iscar», Точение канавок, 2014 г.

17. http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/45

18.<http://specpostavka52.ru/catalog/gorizontalnye-obrabatyvayushchie-tsentry-i-tokarnye/seriya-lynx-220/>

19. <http://poznayka.org/s10626t1.html>

20. http://steelcast.ru/die_steel

21. <https://www.chipmaker.ru/files/file/4418/>

22. <https://studfiles.net/preview/5583865/page:6/>

23.https://www.prombirga.ru/informaciya/novosti/primenenie-stali-45-pri-proizvodstve-reduktorov._294.html

24. <https://studfiles.net/preview/6302382/page:19/>

25.<https://stankoreport.ru/equipment/metallООbrabotka/tokarnye-stanki/tokarnye-stanki-s-chpu/doosan-lynx-220lmsa>

26 <http://moscowshpindel.ru/calc/>

27.http://portal.tpu.ru/departments/kafedra/iyatt/Presentation/Tab/ps_CNC_turning.pdf

28. <http://япрофессионал.рф/полный-профстандарт-№-382-токарь/>

29. <http://www.usprings.ru/>

30.https://www.syl.ru/article/227493/new_operator-stanka-s-chpu-obuchenie-trebovaniya

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Стакан Штамповка	ДП 44.03.04.530.01	A1	1	
2. Стакан	ДП 44.03.04.530.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.530.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.530.Д02	A1	1	
5. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.530.Д05	A1	1	

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Презентация к методической части

					ДП 44.03.04.530.ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		