

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПЛАНЕТАРНОГО
РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 171

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:

Заведующий кафедрой ТМС

_____ Н. В. Бородина

«___» _____ 20__ г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПЛАНЕТАРНОГО РЕДУКТОРА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»

специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 171

Исполнитель:

студент гр. ТО – 403

_____ А.С. Князев

Руководитель:

доцент, к.п.н.

_____ Д.Г. Мирошин

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 112 листов машинописного текста, 29 таблиц, 20 рисунков, 30 использованных источников литературы, 4 приложения на 25 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК С ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ.

Цель данной работы – Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус планетарного редуктора».

В результате проделанной работы был предложен технологический процесс в условиях, предприятия АО «Уралтрансмаш».

В технологической части разработанного проекта производятся расчеты припусков на обработку, расчеты точности обработки, расчет режимов резания, расчет технических норм времени.

В экономической части выполняется расчёт капитальных затрат на обработку детали «Корпус планетарного редуктора» по предложенному технологическому процессу.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализированы профессиональные стандарты «Оператор-наладчик обрабатывающих центров». Методическая часть разработана для слушателей, обучающихся в отделе технического обучения АО «Уралтрансмаш». Для формирования знаний в области программирования станков с ЧПУ разработана методика проведения занятия, методическое обеспечение теоретического обучения по теме «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D». Выполнен комплекс материалов для контроля сформированности знаний.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Князев А.С.				Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус планетарно редуктора»	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Мирошин Д.Г.						3	112
Реценз.						РГППУ каф ТМС Гр.ТО-403		
Н. Контр.	Суриков В.П.							
Утверд.	Бородин Н.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	8
1.1. Анализ исходных данных.....	8
1.2. Анализ технологичности детали «Корпус планетарного редуктора»	10
1.2.1. Качественный анализ технологичности	12
1.2.2. Количественный анализ технологичности	12
1.3. Разработка технологического процесса обработки детали.....	14
1.3.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	14
1.3.2. Выбор технологических баз.....	16
1.3.3. Разработка технологического процесса.....	18
1.4. Выбор средств технологического оснащения	21
1.4.1.Выбор режущего инструмента	27
1.4.2. Выбор средств технического контроля.....	38
1.5. Технологические расчеты.....	39
1.5.1. Расчет припусков на обработку детали	39
1.5.2. Расчет и назначение режимов резания.....	45
1.5.3. Расчёт технологических норм времени	47
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	50
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	55
3.1 Определение капитальных вложений	57
3.2 Определение капитальных вложений в оборудование	58
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	59
3.4. Анализ уровня технологии производства.....	70
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	73
3.1. Анализ рабочей программы	75
3.2. Разработка урока	83
3.3. Разработка методики проведения занятия.....	85

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		4

3.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	105
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	106
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Презентация к занятию.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Управляющая программа.....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект технологической документации	112

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Производство изделия, оказывает наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, соответственно на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него, объемы продаж, прибыль от реализации, а, следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка и т.д.

Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара. Внедрение прогрессивных методов обработки деталей, экономически обоснованное применение высокопроизводительного оборудования, износостойкого режущего инструмента, механизированной оснастки в механизированных цехах машиностроительного производства является актуальным.

Требование современности – это выпуск конкурентоспособных изделий, которые востребованы на внутреннем и внешнем рынке. Для этого необходимо добиваться максимального эффекта от вложенных средств, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий. В условиях серийного производства имеется возможность сократить количество операций и уменьшить трудоёмкость изготовления деталей за счёт применения современного оборудования, позволяющего производить обработку с более прогрессивными режимами резания.

Важнейшие современные направления развития технологии машиностроения по оптимизации режимов и процессов обработки, автоматизации серийного производства и управления технологическими процессами, применению технологических методов повышения эксплуатационных качеств изготавливаемых изделий и других в значительной

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		6

мере основываются на достижениях математических наук, электронной вычислительной и управляющей техники, робототехники, металлофизики и других современных теоретических и технических наук.

Это объясняется тем, что в машиностроении заданные формы деталей с требуемой точностью и качеством поверхностей достигаются в основном путем механической обработки, так как другие способы обработки не всегда могут обеспечить выполнение этих технических требований.

В процессе механической обработки деталей машин возникают проблемные ситуации, связанные с необходимостью выполнения технических требований, поставленных конструктором перед производством.

Целью данной работы является разработка технологического процесса изготовления детали, основанным на современных достижениях в области станкостроения и инструментального производства.

Для реализации цели необходимо решить ряд задач:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;
- проектирование технологического процесса механической обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ;
- дать экономическое обоснование технологического процесса;
- разработка методики и методического обеспечения теоретического занятия.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

Деталь представляет собой корпус планетарного редуктора. Редуктор называется планетарным из-за планетарной передачи, находящейся в редукторе, передающей и преобразующей крутящий момент. Планетарные редукторы используются в самых разных приводах агрегатах и машинах, предназначенных для бурения скважин, выполнения землеройных работ, для обеспечения различных функций на морских судах и в миксерах для цемента. Название – корпус. Заготовка детали – литая. Вес детали – 1,4 кг. Габаритные размеры: диаметр – 200 мм, ширина – 63 мм.

Материал детали – АК7ч ГОСТ 1583 – 93. Химический состав материала описан в таблице 1. Механические свойства материала описаны в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав сплава АК7ч ГОСТ 1583 – 93, %

Al	Be	B	Fe	Si	Mg	Mn	Cu	Sn	Zn
89,69	0-0,1	0-0,05	0-0,6	6-8	0,2-0,4	0-0,5	0-0,2	0-0,01	0-0,3

Таблица 2 – Механические свойства АК7ч ГОСТ 1583 – 93

Предел прочности при растяжении, МПа		Твердость по Бриннелю, НВ	
Литье в кокиль	Литье под давлением	Литье в кокиль	Литье под давлением
157	167	50	50

Корпусные детали в большинстве случаев являются базовыми деталями, на которые монтируют отдельные сборочные единицы и детали, соединяемые между собой с требуемой точностью относительного положения. Корпусные детали должны обеспечить постоянство точности относительного положения деталей и механизмов как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации машин.

1.2. Анализ технологичности детали «Корпус планетарного редуктора»

Для решения данных задач в проекте предлагается применение прогрессивного оборудования в рамках серийного производства.

Конструкция детали «Корпус планетарного редуктора» допускает использование много инструментальной обработки. Так же допускается обработка на проход. Ступени возможно точить на проход с одного станова. У детали имеются достаточные по размерам и длине базовые поверхности. Отсутствуют резьбовые отверстия. В остальном данная деталь технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности.

Анализ рабочего чертежа детали «Корпус планетарного редуктора».

Технические требования, предъявляемые к детали, соответствуют требованиям, предъявляемым к детали типа корпус. На основе анализа технических требований сформулированы технологические задачи.

Обеспечить точность размера:

1. Основных отверстий по 7 качеству: $\varnothing 32H7$, $\varnothing 68H7$, других отверстий по 8-му качеству 2 отверстия $\varnothing 8H8$ и по 14-му качеству 4 отверстия $\varnothing 7H14$, 9 отверстий $\varnothing 7H14$, 3 отверстий $\varnothing 7H14$, $\varnothing 158H8+0,063$, $\varnothing 170H14-1$, $\varnothing 200H14-1,15$, $\varnothing 68H7+0,03$, $\varnothing 148H15+1,6$, $\varnothing 158h8-0,063$, $\varnothing 164h14-1$.

2. Обеспечить точность других поверхностей: $54h12-0,3$; $8\pm 0,29$; $9\pm 0,18$; 30 ± 1 ; 46 ± 1 ; $2\pm 0,5$; $8\pm 0,5$; $94-2$.

3. Обеспечить точность расположения поверхностей:

Допуск симметричности: $\varnothing 32H7 - \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,02 & B \\ \hline \end{array}$, $\varnothing 158H8 - \begin{array}{|c|c|c|} \hline // & 0,05 & B \\ \hline \end{array}$;

Радиальное биение: $\varnothing 158H8 - \begin{array}{|c|c|c|} \hline \nearrow & 0,15 & AB \\ \hline \end{array}$;

Допуск соосности: $\varnothing 68H7 - \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \odot & \varnothing 0,05 & M & E(M) \\ \hline \end{array}$;

									Лист
									10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.171. ПЗ				

Позиционный допуск: 2 отверстия $\varnothing 8H8$ — $\begin{array}{|c|c|} \hline \oplus & \phi 1 \\ \hline \end{array}$; 4 отверстия $\varnothing 7H14$ — $\begin{array}{|c|c|} \hline \oplus & \phi 0,5(M) \\ \hline \end{array}$; 3 отверстия $\varnothing 7H14$ — $\begin{array}{|c|c|} \hline \oplus & \phi 0,5(M) \\ \hline \end{array}$; 9 отверстий $\varnothing 7H14$ — $\begin{array}{|c|c|} \hline \oplus & \phi 0,5(M) \\ \hline \end{array}$.

4. Обеспечить требования по качеству поверхностей:

Поверхностей $\varnothing 200$ и $\varnothing 196$ по Rz 40;

Базовая поверхность отверстия $\varnothing 68$ Ra 1.25, $\varnothing 32$ Ra 1.25, 2 отверстия $\varnothing 8$ Ra 2.5;

Остальных поверхностей Rz 80.

Обеспечить выполнение других технических требований, указанных на чертеже: Литейные уклоны не более 2. Неуказанные литейные радиусы внутренних углов 6...9 мм, наружных углов - не более 3мм. Допуск овальности и конусообразности поверхности В - 0,015 мм, Г - 0,012 мм. На поверхности Д допускается шероховатость Rz80. Покрытие наружных необработанных поверхности Грунтовка АК - 070(1), Эмаль ПФ - 115 серая (2). Остальные ТТ по ОСТ3-4227-79.

Для условий серийного производства необходимо применить более прогрессивные методы обработки, совершенные автоматизированные точные станки и прогрессивный режущий инструмент.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.2.1. Качественный анализ технологичности

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции детали сводятся к уменьшению затрат времени на технологическую подготовку производства, изготовление детали. Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях.

Рабочий чертеж обрабатываемой детали содержит все необходимые проекции, разрезы, сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже указаны все необходимые отклонения. Указана требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное положение поверхностей. Содержит все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, твердости поверхностей, массе детали.

1.2.2. Количественный анализ технологичности

Технологичность конструкции детали – это показатель, характеризующий удобно ли с технической точки зрения достигать заданную конструктором форму детали, обеспечить точность и качество обработки; возможна ли обработка заданной детали на стандартном оборудовании, стандартным режущим инструментом, доступен ли его подвод и нормальное условие обработки. Оценка бывает двух видов: качественная и количественная. Количественная оценка технологичности производится по некоторым числовым показателям:

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} = 1.4 / 2 = 0.7, \quad (1)$$

где $M_{\text{д}}$ - масса детали;

$M_{\text{з}}$ - масса заготовки.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Полученное значение коэффициента использования материала говорит о хорошей технологичности выбранного способа получения заготовки.

Коэффициент точности обработки:

$$K_{\text{тч}} = 1 - 1 / A_{\text{ср}} = 1 - 1 / 11.6 = 0.91, \quad (2)$$

где $A_{\text{ср}}$ - средний квалитет точности обработки детали по всем поверхностям.

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{\text{ш}} = 1 / B_{\text{ср}} = 1 / 8.5 = 0.11, \quad (3)$$

где $B_{\text{ср}}$ - среднее числовое значение параметра шероховатости всех поверхностей детали.

Так как $K_{\text{тч}} = 0.91 > 0.5$ и $K_{\text{ш}} = 0.11 < 0.32$, то деталь можно считать технологичной.

Ко всем обрабатываемым поверхностям обеспечен удобный подход режущих инструментов. Отсутствуют поверхности с необоснованно высокой точностью обработки.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		13

1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

1.3.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Деталь имеет сложную форму, что выражается в наличии нескольких сквозных отверстий и отверстий ступенчатой формы. Следовательно, заготовкой для этой детали может быть только отливка.

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения, установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей, целесообразность того или иного метода производства. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. Всегда нужно стремиться к тому, чтобы форма и размеры заготовки приближались к форме и размерам детали. При правильно выбранном методе получения заготовки уменьшается механическая обработка, сокращается расход металла, режущего инструмента. Немаловажную роль при выборе заготовки играет размер и форма детали, относительно которых выбирают тот или иной метод получения заготовки.

В данном случае, учитывая форму детали, материал, массу, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является литьё в кокиль.

Кокильным литьем называют процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы – кокиль.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Формирование отливки происходит при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства, чем у отливок, полученных в песчаных формах.

Особенность литья в кокиль состоит в многократном использовании металлической формы (кокиля). Высокая прочность материала металлической формы позволяет более точно выполнять рабочие поверхности формы, что обеспечивает высокое качество литой поверхности. Благодаря высокой теплопроводности формы отливка быстро затвердевает.[3]

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

1.3.2. Выбор технологических баз

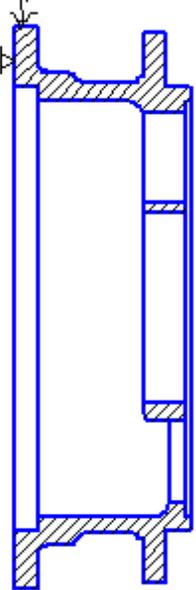
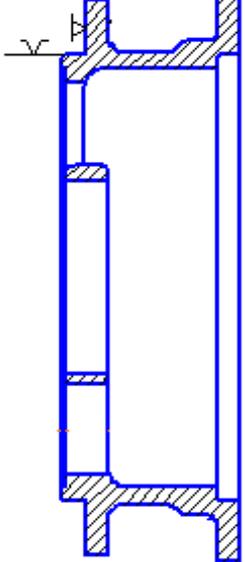
Выбор технологических баз является наиболее сложным и принципиальным разделом проектирования технологического процесса. От правильного выбора технологических баз зависит точность линейных размеров, правильность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей, степень сложностей применяемых приспособлений, режущих и измерительных инструментов и, в конечном итоге, общая производительность обработки изделия. Выбору баз на первой операции предшествует определение поверхностей, которые будут использоваться в качестве баз на последующих операциях. Такими поверхностями обычно бывают основные базы, от которых задано большинство размеров, координирующих расположение других ответственных поверхностей детали.[9] В нашем случае, базовыми поверхностями являются:

В нашем случае черновой базой будет - поверхность $\varnothing 200$ мм.

Цилиндрическая поверхность – является установочной базой и лишает деталь трёх степеней свободы. Поверхность $\varnothing 200$ мм - опорная база – лишает трёх степеней свободы. Значит, деталь лишается шести степеней свободы, т.е. базирование полное. Черновая база должна использоваться при обработке заготовки только один раз при выполнении операции. При всех последующих операциях используют уже обработанные базы. Схемы базирования заготовки для разработанного технологического процесса представлены в таблице 3.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 3 – Схемы базирования заготовки

Номера обрабатываемых поверхностей	Схема базирования заготовки	Описание
1,2,3,4,5,6,7,8,9,10		<p>Деталь базируется в трехкулачковом патроне по торцу и наружному диаметру.</p>
11,12,13,14,15,16,17,18		<p>Деталь базируется в трехкулачковом патроне по торцу и наружному диаметру.</p>

1.3.3. Разработка технологического процесса

Разработка технологического процесса представляет собой сложную комплексную задачу, для которой характерна многовариантность возможных решений. Выбор наилучшего решения для конкретных условий является важным условием повышения эффективности производства

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

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

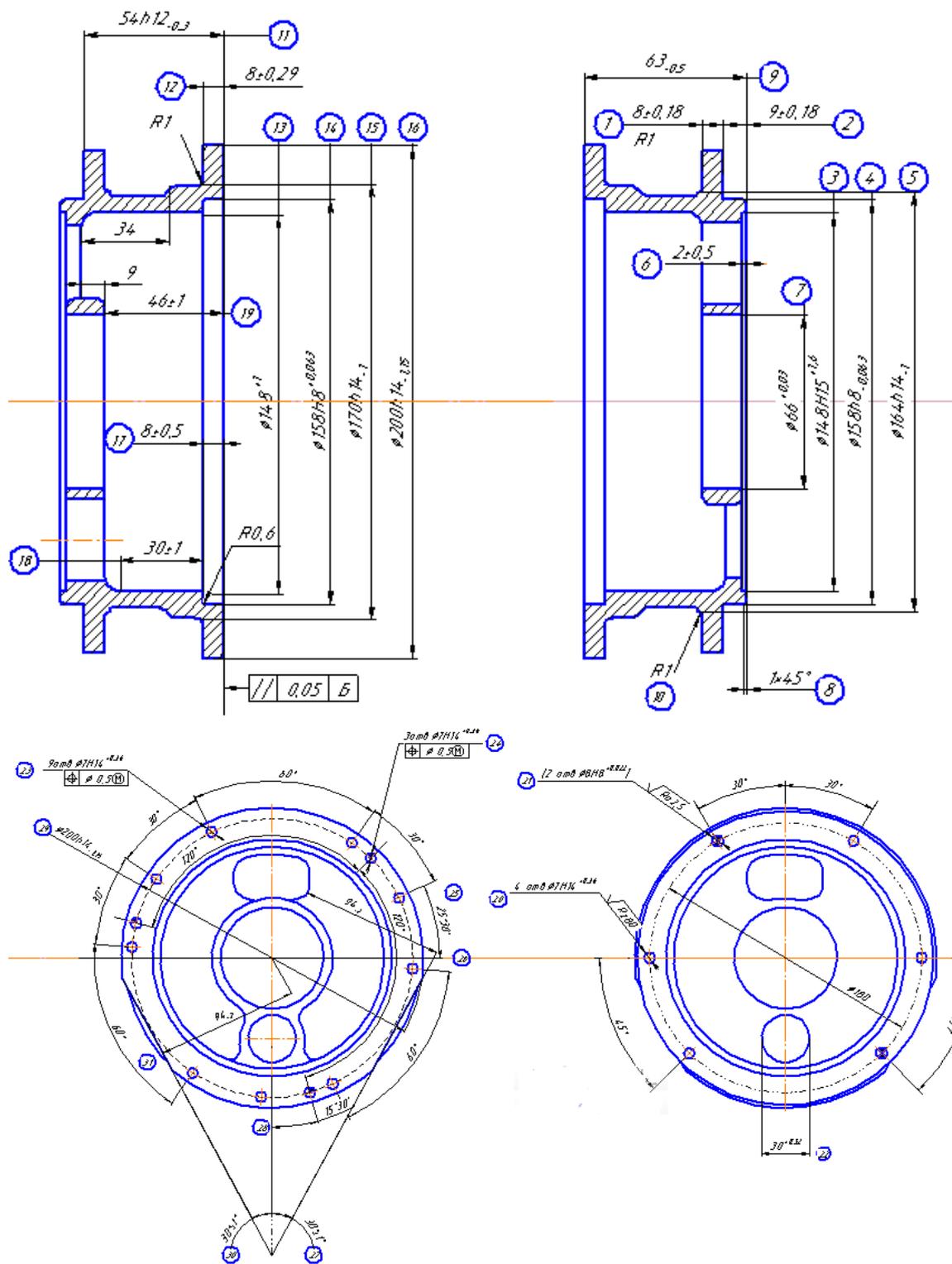


Рисунок 3 – Поверхности детали «Корпуса планетарного редуктора»

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

19

Маршрут обработки детали записывается в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Технологический процесс механической обработки детали «Корпус планетарного редуктора» представлен в таблице

№	Операция	Оборудование	Наименование и содержание операции
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	DMG MORI CTX beta 800 TC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить деталь; 2. Точить поверхности 2,4,8,9 предварительно; 3. Точить поверхности 2,4,8,9 окончательно; 4. Точить поверхности 3,6,7 окончательно; 5. Точить поверхности 1,5,10 окончательно; 6. Центровать 4 отверстия 20, 2 отверстия 21; 7. Сверлить 4 отверстия 20, 2 отверстия 21; 8. Сверлить отверстие 22; 9. Сверлить отверстие 23; 10. Переустановить деталь; 11. Обработать поверхности 11 (предварительно) 16 (окончательно) ; 12. Обработать поверхности 13, 18, 19 (окончательно), 14, 17 (предварительно) ; 13. Обработать поверхности 14, 17, 11 (окончательно) ; 14. Обработать поверхности 12, 15; 15. Центровать 9 отверстия 24, 3 отверстия 25; 16. Сверлить 9 отверстия 24, 3 отверстия 25; 17. Фрезеровать поверхности 26, 31;

1.4. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования является важным шагом на пути создания ТП. При выборе нужно обязательно учитывать полученные значения режимов резания, возможность оборудования обеспечить данные режимы (число оборотов шпинделя, подачу), мощность привода. Необходимо учесть такие размеры обрабатываемой детали, возможность доступа инструмента к обрабатываемой поверхности. Большое значение имеет точность и жесткость оборудования. Выбор модели станка прежде всего определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготовления детали. Также следует учитывать соответствие станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки, соответствие станка по производительности заданному масштабу производства, соответствие станка по мощности, наименьшая себестоимость обработки.

После сравнения станков на функциональное назначение, технические и рабочие характеристики с теми характеристиками и показателями, которые необходимо получить в результате обработки корпуса планетарного редуктора, был сделан выбор станочного оборудования.

В области токарной обработки на станках с ЧПУ компания DMG MORI предлагает целый ряд металлообрабатывающих станков различных размеров, различной конструкции и комплектации. Все токарные станки, токарные центры и автоматические токарные станки имеют модульную блочную конструкцию с высокотехнологичными компонентами, такими как линейные приводы для максимальной динамики, револьверная головка со встроенным прямым приводом инструмента, шпиндели compactMASTER для максимальной свободы действий в рабочей зоне и предельной производительности процесса, а также инструментальные магазины с системой быстрой смены инструмента для сокращения времени простоя и

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

максимальной производительности.

Для обработки корпуса планетарного редуктора используем станок с ЧПУ DMG MORI CTX beta 800 TC, который представляет собой максимально маневренный станок в сфере токарно-фрезерной обработки. Станок представлен в новом общем дизайне, с улучшенной функциональностью и стойкостью к повреждениям.

Токарно-фрезерные обрабатывающие центры серий CTX TC, NT — это оборудование премиум-класса для универсальной токарной обработки. Они позволяют выполнять как 6-стороннюю токарную обработку, так и 5-осевое фрезерование за один установ. Кроме того, эти гибкие высокопроизводительные металлообрабатывающие станки отличаются такими уникальными компонентами, как динамичные линейные приводы, стабильная ось В, быстрая револьверная головка, применяемая в качестве держателя инструментов[22].

Преимущества CTX beta 800 TC:

- Комплексная токарно-фрезерная обработка посредством сверхкомпактного токарно-фрезерного шпинделя с частотой вращения до 20 000 об/мин, мощностью 33 кВт и крутящим моментом 120 Нм;
- Ход по оси Y длиной ± 100 мм для внецентренной обработки;
- Угол поворота оси В $\pm 110^\circ$ для максимальной гибкости.

Дисковый или цепной инструментальный магазин для сокращения вспомогательного времени:

- Дисковый магазин на 24 инструмента в стандартном исполнении;
- Цепной магазин на 48 или 80 инструментов в качестве опции;
- Инструменты длиной до 300 мм и диаметром до 125 мм.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

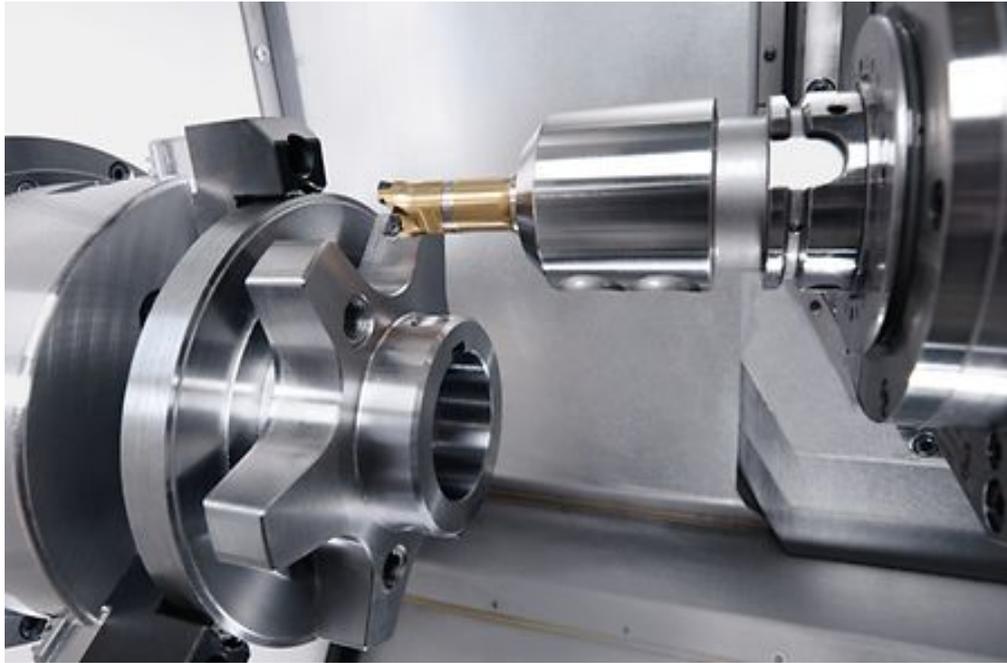


Рисунок 4 – Пример обработки

Комплексная 6-сторонняя обработка главным шпинделем с крутящим моментом до 700 Нм и опциональным противощпинделем:

- Встроенные приводы шпинделя с крутящим моментом до 700 Нм для максимально эффективного разрезания;
- Противощпиндель с частотой вращения до 6000 об/мин, крутящим моментом 170 Нм и диаметром отверстий шпинделей 65 мм в качестве опции.

Точность:

- Высокая точность в микрометровом диапазоне;
- Точность позиционирования до < 6 мкм и точность воспроизведения до < 2 мкм;
- Измерительные линейки на линейных осях подвижной стойки (X1/Y1/Z1);
- Измерительные линейки на оси Z3 (противошпindelь/задняя бабка) в качестве опции;
- Шпиндели с жидкостным охлаждением и охлаждаемые двигатели осей X/Y/Z.



Рисунок 5 – Токарно-фрезерные обрабатывающий центр DMG MORI
CTX beta 800 TC

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

24

Таблица 5 – Технические характеристики станка

Параметр 1	Значение 2
Рабочая зона	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1 020 мм
Главный шпиндель	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
Противошпиндель (опция)	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	6 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм
Токарно-фрезерный шпиндель	
Макс. частота вращения токарно-фрезерного шпинделя	20 000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
Ось В	
Диапазон перемещения оси В	220°
Инструментальный магазин	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

25

Окончание таблицы 5 – Технические характеристики станка

1	2
Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм
Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
Размеры станка	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		26

1.4.1.Выбор режущего инструмента

Важным фактором повышения эффективности производства является режущий инструмент, доля которого в себестоимости металлообработки составляет 3-5%, но от выбора, которого существенно, до нескольких раз, зависят показатели технологического процесса. В области выбора инструмента оптимальный путь к повышению производительности – выбор современного инструмента и правильное его использование. Все инструменты, выбираемые по системе ISO, оптимизированы для основных групп обрабатываемых материалов и видов операций.

Они изначально предназначены для работы с высокой производительностью. Система ISO обеспечивает несложный и быстрый выбор наилучшего сочетания геометрии режущих кромок и марки инструментального материала для конкретной операции, инструмент выбираем по каталогу фирмы «SANDVIK» и «Garant» [7],[8]. При выборе режущего инструмента в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Корпус редуктора изготовлен из литейного алюминиевого сплава алюминия АК7ч ГОСТ 1583-93, для обработки этого материала рекомендуется использовать режущий инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава, что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания и без ущерба точности полученных размеров и шероховатости поверхности.

Размеры инструмента должны быть оптимальными:

- При торцовом фрезеровании диаметр фрезы должен быть в 1,2-1,5 раза больше ширины фрезерования для полного перекрытия обрабатываемой поверхности;
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

размеров радиусов;

- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов;

При сверлении и нарезании резьбы метчиком диаметр инструмента равняется диаметру обрабатываемого отверстия, длина должна быть достаточной для выхода стружки.

Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу.

В данном случае материал детали – сплав алюминия.

Инструмент выбирается по материалам:

- твердости обрабатываемого материала;
- необходимого качества поверхности детали;
- стойкости, режущих свойств и прочности инструмента.
- размера и допуска на обрабатываемый размер;
- цены инструмента.

Средства технического контроля выбираем с учётом:

- требований к точности измеряемого размера;
 - достоверности контроля;
 - стоимости и трудоёмкости изготовления средства;
- требования техники безопасности и удобства работы.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		28

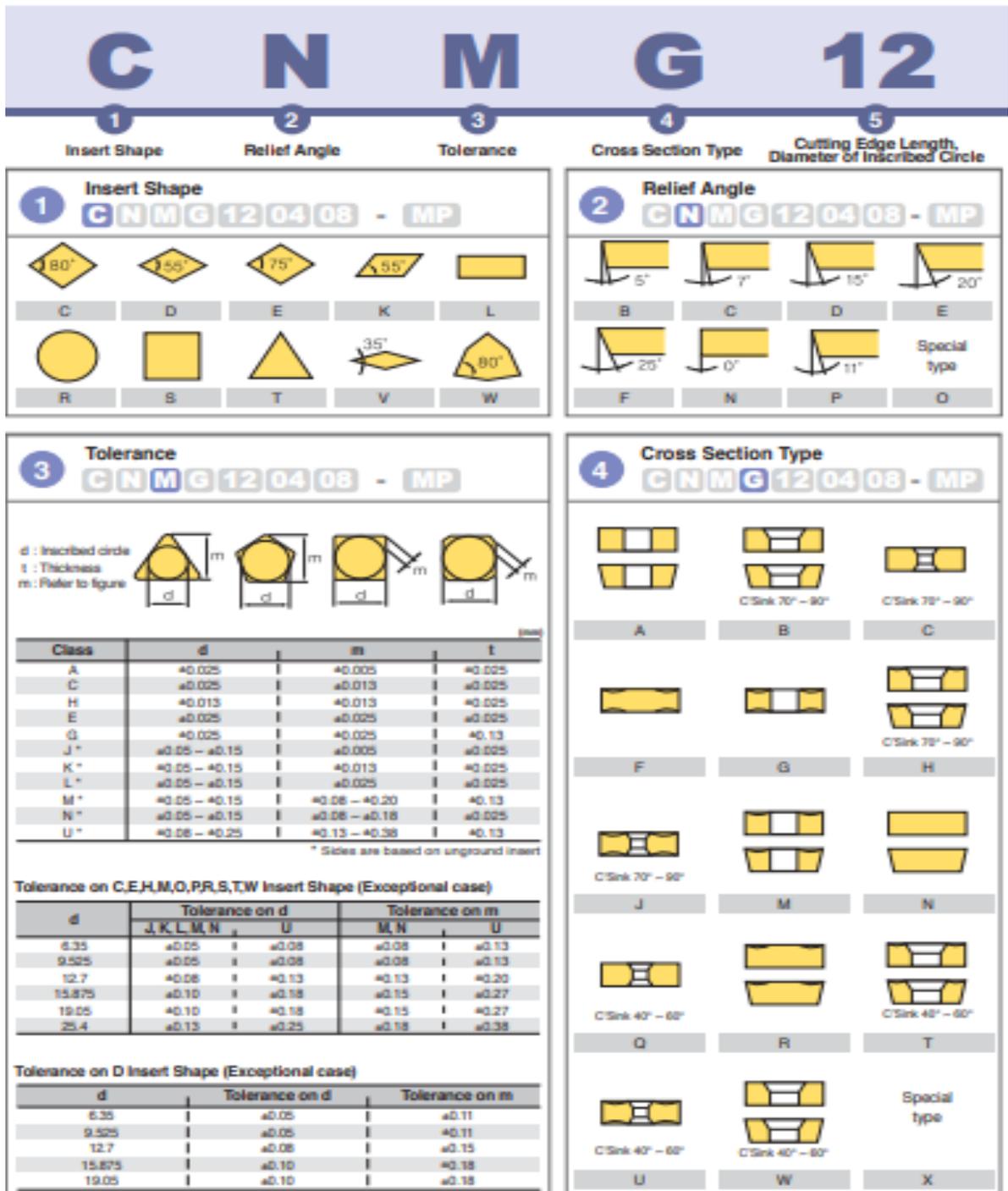


Рисунок 6 – Система обозначения токарных СМП по ISO

04

08

- MP

6**7****8**

Height of Cutting Edge

Nose Radius (Nose R)

Chip Breaker for Turning

5 Cutting Edge Length, Diameter of Inscribed Circle
C N M G 12 04 08 - MP

Symbol								IC
Metric								
03	04	03	06	03	-	02	1.2(5)	3.97
04	05	04	08	04	08	03	1.5(6)	4.76
05	06	05	09	05	09	03	1.8(7)	5.56
-	-	-	-	06	-	-	-	6.00
06	07	06	11	06	11	04	2	6.35
08	09	07	13	07	13	05	2.5	7.94
-	-	-	-	08	-	-	-	8.00
09	11	09	16	09	16	06	3	9.525
-	-	-	-	10	-	-	-	10.00
11	13	11	19	11	19	07	3.5	11.11
-	-	-	-	12	-	-	-	12.00
12	15	12	22	12	22	08	4	12.70
14	17	14	24	14	24	09	4.5	14.29
16	19	15	27	15	27	10	5	15.875
-	-	-	-	16	-	-	-	16.00
17	21	17	30	17	30	11	5.5	17.46
19	23	19	33	19	33	13	6	19.05
-	-	-	-	20	-	-	-	20.00
22	27	22	38	22	38	15	7	22.225
-	-	-	-	25	-	-	-	25.00
26	31	26	44	26	44	17	8	26.40
32	38	31	54	31	54	21	10	31.75
-	-	-	-	32	-	-	-	32.00

() Symbol for small size insert

6 Height of Cutting Edge
C N M G 12 04 08 - MP

Symbol		Height of Cutting Edge(t)	
Metric	Inch	mm	Inch
01	1/21	1.59	5/16
10	1/125	1.79	9/128
11	1/2	1.98	5/64
02	1.5(3)	2.38	3/32
12	1/75	2.78	7/64
03	1/2	3.18	1/8
13	1/25	3.97	5/32
04	1/3	4.76	3/16
05	1/3.5	5.56	7/32
06	1/4	6.35	1/4
07	1/5	7.94	5/16
09	1/6	9.52	3/8
11	1/7	11.11	7/16
12	1/8	12.70	1/2

() Symbol for small size insert

7 Nose Radius (Nose R)
C N M G 12 04 08 - MP

Symbol		Corner Radius	
Metric	Inch	Metric	Inch
01	-	0.1	0.004
02	0.5	0.2	0.008
04	1	0.4	1/64
08	2	0.8	1/32
12	3	1.2	3/64
16	4	1.6	1/16
20	5	2.0	5/64
24	6	2.4	3/32
28	7	2.8	7/64
32	8	3.2	1/8
00	-	Round insert(Inch)	
10	-	Round insert(Metric)	

8 Chip Breaker for Turning
C N M G 12 04 08 - MP

Negative Insert Chip Breaker

Positive Insert Chip Breaker

Рисунок 7 – Система обозначения токарных СМП по ISO

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Для точения:

Резец PCLNR 2525M 12 и PCLNL 2525M 12

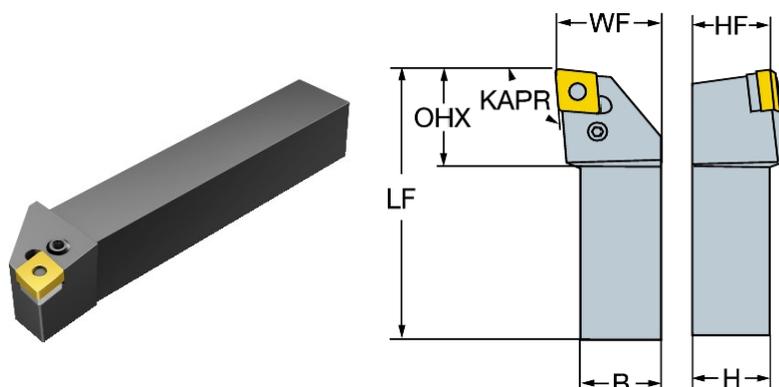


Рисунок 8 – Резец PCLNR 2525M 12

Таблица 6 – Параметры резца PCLNR 2525M 12

Показатель	Параметр
Главный угол в плане KAPR	95deg
Размер соединения CZC	25 x 25
Главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
Интерфейс со стороны станка ADINTMS	Rectangular shank metric: 25 x 25
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента CUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезания RMPX	0deg
Угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0deg
max вылет OHX	27.2mm
Демпфирующие свойства DPC	FALSE
Материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R
Угол корпуса со стороны станка BAMS	0deg

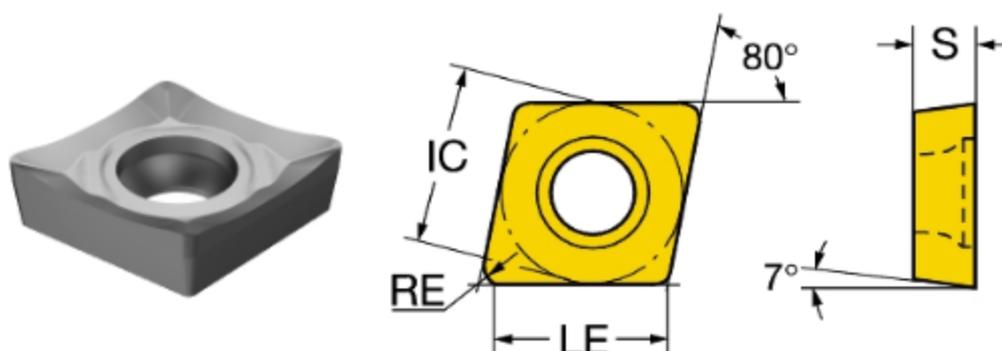
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

31

Пластина:



Классификация материала. уровень 1 (TMC1ISO)

N S

Тип операции (CTPT)

Medium

Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE)

CC09T3

Диаметр вписанной окружности (IC)

9,525 mm

Форма пластины (SC)

C

Эффективная длина режущей кромки (LE)

8,872 mm

Радиус при вершине (RE)

0,794 mm

Наличие кромки Wiper (WEP)

false

Исполнение (HAND)

N

Сплав (GRADE)

H10

Основы сплава (SUBSTRATE)

HF

Покрытие (COATING)

UNCOAT

Толщина пластины (S)

3,969 mm

Задний угол главный (AN)

7 deg

Масса элемента (WT)

0,004 kg

Статус жизненного цикла (LCS)

Поступил в продажу

CoroPak (RELEASEPACK)

92.1

Рисунок 9 – Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения CCGX 12

04 08-AL H10

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

32

Расточная оправка CoroTurn® 107 для точения E10R-SCLCL 2-R и E10R-SCLCR 2-R

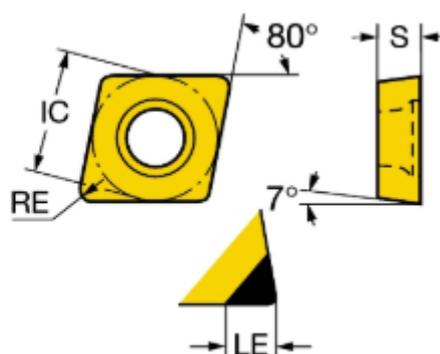
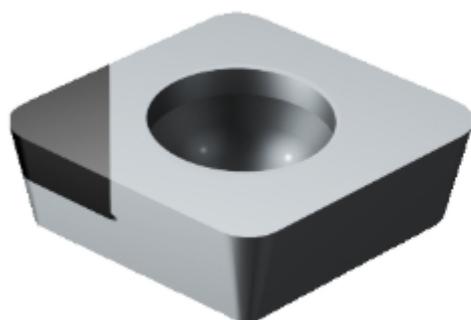


Рисунок 10 – Расточная оправка E10R-SCLCR 2-R

Таблица 7 – Параметры резца E10R-SCLCR 2-R

Показатель	Параметр
Главный угол в плане KAPR	95deg
Главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
Интерфейс со стороны станка ADINTMS	Cylindrical shank without clamping features - inch: 1
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента CUTINT_MASTER	TCMT 090204
max угол врезания RMPX	0 deg
Угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0 deg
max вылет OHX	15 mm
Демпфирующие свойства DPC	false
Материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R
Угол корпуса со стороны станка BAMS	0 deg

Пластина :



Классификация материала, уровень 1 (TMC1ISO)

N

Тип операции (CTPT)

Finishing

Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE)

CC0602

Диаметр вписанной окружности (IC)

6,35 mm

Форма пластины (SC)

C

Эффективная длина режущей кромки (LE)

2,9 mm

Радиус при вершине (RE)

0,397 mm

Наличие кромки Wiper (WEP)

false

Исполнение (HAND)

N

Сплав (GRADE)

CD05

Основа сплава (SUBSTRATE)

DP

Покрытие (COATING)

UNCOAT

Толщина пластины (S)

2,381 mm

Задний угол главный (AN)

7 deg

Масса элемента (WT)

0,001 kg

Статус жизненного цикла (LCS)

Поступил в продажу

CoroPak (RELEASEPACK)

12.2

Рисунок 11 – Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения

CCMW060204FP CD05

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.171. ПЗ

Лист

34

Для сверления отверстий:

Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет				
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568	Норма	Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371
Хвостовик	Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-NA (от $\varnothing \geq 6$ мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE:		Обращайте внимание на текст под заголовком. Указание в описании соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE			Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B		Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов
Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.								
Длина		Длина рабочей части $25 \times \varnothing$ (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обнуженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнуженния (D4)
Угол		Ступенчатый инструмент для цекования 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении		Зенковка с углом при вершине 60°		Зенкующая ступень
		Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки		Фаска 45° на вершине режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для араидных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма С		Высокопроизводительные сверла с направляющими ленточками и внутренним подводом СОЖ
		Конические зенковки с неравномерным шагом для точного зенкования						
Резьба		Метрическая мелкая резьба		Метрическая резьба для проволоочных вставок		С углом профиля 60°		2-3 шага резьбы Форма С с поднутрением
		Необходимый для метчика \varnothing отверстия под резьбу						

Рисунок 12 – Обозначение инструмента компании «GARANT»



Производитель: GARANT



Рисунок 13 – Сверло $\varnothing 7$ 122309 VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ «Garant»

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------



Рисунок 14 – Спиральное сверло HSS Ø32 345 «Garant»



Рисунок 15 –Сверло-развёртка твердосплавное Ø8 «Garant» DIN 6535
HA TiAlN

Для фрезерования



Производитель: **GARANT**

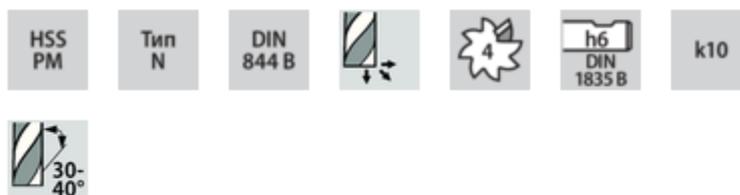


Рисунок 16 – Фреза концевая 10 мм HSS PM TiAlN

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		37

1.4.2. Выбор средств технического контроля

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется в основном с помощью стандартного мерительного инструмента.

Средствами технического контроля :

- Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89
- Штангенциркуль ШЦ-2-250-0,05 ГОСТ 166-89
- Штангенциркуль ШЦ-1-300-0,1 ГОСТ 166-89
- Штангенциркуль 9568-256
- Штанген-глубиномер ШГ-200-0,1 ГОСТ 162-90
- Пробка $\varnothing 7H14(+0,36)$ 8133-0916H14 ГОСТ 14810-69
- Пробка $\varnothing 32H7(+0,025)$ 8133-0916H ГОСТ 14810-69
- Пробка 158H8(+0,063) 9508-1253
- Индикатор ИЧ02кл.1 ГОСТ 577-68
- Скоба 54-0,2 9523-577
- Скоба 164-1,0 8119-0457h14 МН 478-64
- Скоба 170h14 ГОСТ18363-93.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		38

1.5. Технологические расчеты

1.5.1. Расчет припусков на обработку детали

Для решения технологических задач по обеспечению заданных требований в выпускной квалификационной работе необходимо выполнить расчёты следующих параметров: припусков, точности обработки, режимов резания, технических норм времени.

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в процессе механической обработки для достижения требуемого качества и точности обрабатываемой поверхности. Различают припуски промежуточные, операционные, общие.

Промежуточный припуск – припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий припуск – припуск, удаляемый в процессе механической обработки поверхности для получения заданных чертежом размеров и определяется разностью размеров исходной заготовки и детали.

Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливается допуск.

Припуск на обработку поверхности детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков. При расчетно-аналитическом методе рассчитывают минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска, с использованием нормативных материалов. Государственные стандарты и таблицы позволяют назначать припуски независимо от технологического процесса детали и условий его осуществления и поэтому в общем случае являются завышенными, содержат резервы снижения расхода материала и трудоемкости изготовления детали.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

В целях достижения высокого качества конечной обработки заготовки необходимо при каждом выполняемом переходе механической обработки предусматривать припуск, компенсирующий погрешности предшествующей обработки.

Расчетно-аналитический метод определения припусков

При этом методе рассчитывается минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска с использованием нормативных материалов.

Для поверхности, к которой предъявляются самые высокие требования точности и качества ($\text{Ø}68\text{H}7$), выполним расчет припусков расчетно-аналитическим методом. Все результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Расчет припусков и предельных размеров на обработку

Технологические переходы обработки отверстия	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}^{\text{II}}$ _р	$2Z_{\max}$ _{пр}
Заготовка	200	100	387	—	—	65,77	1,1	64,67	65,77	—	—
Черновая	63	80	30,7	130	2·687	67,144	0,45	66,694	67,144	1,374	2,027
Чистовая	25	15	1,935	130	2·277	67,698	0,13	67,568	67,698	0,554	0,874
Растачивание тонкое	R_a 1,25	5	—	130	2·151	68	0,067	67,933	68	0,302	0,365

Значения R_z , h принимаем по таблице 7 [с. 183, 10] (R_z – высота неровностей профиля поверхности, h – глубина дефектного слоя); ρ , ε принимаем по таблицам 36, 40 [с. 76-82, 10] (ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки, ε – погрешность установки детали в приспособлении).

Определение расчетного минимального припуска на обработку:

$$2Z_{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (4)$$

где R_z – высота неровностей профиля поверхности;

h – глубина дефектного слоя;

ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки;

ε – погрешность установки детали в приспособлении.

Для рассверливания:

$$2Z_{2min} = 2(200 + 100 + \sqrt{387^2}) = 2 * 687 \text{ мкм}$$

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3min} = 2(63 + 80 + \sqrt{30,7^2 + 130^2}) = 2 * 277 \text{ мкм}$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4min} = 2(6,4 + 15 + \sqrt{1,935^2 + 130^2}) = 2 * 151 \text{ мкм}$$

Определение расчетного размера для каждого перехода:

Для тонкого растачивания:

$$D_{p4} = 68 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$D_{p3} = 68 - 2 \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 67,698 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$D_{p2} = 67,698 - 2 \cdot 277 \cdot 10^{-3} = 67,144 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$D_{p1} = 67,144 - 2 \cdot 687 \cdot 10^{-3} = 65,77 \text{ мм}$$

Определение наименьших предельных размеров:

$$D_{min i} = D_{max i} - T_i \quad (5)$$

Для тонкого растачивания:

$$D_{min4} = 68 - 0,067 = 67,933 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		41

Для чистового фрезерования:

$$D_{min3} = 67,698 - 0,13 = 67,568 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$D_{min2} = 67,144 - 0,45 = 66,694 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$D_{min1} = 65,77 - 1,1 = 64,67 \text{ мм}$$

Определение предельных значений максимальных и минимальных припусков:

$$2Z_{min}^{pp} = D_{maxi} - D_{maxi-1} \quad (6)$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4min}^{pp} = 68 - 67,698 = 0,302 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3min}^{pp} = 67,698 - 67,144 = 0,554 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$2Z_{2min}^{pp} = 67,144 - 65,77 = 1,374 \text{ мм}$$

$$2Z_{max}^{pp} = D_{mini} - D_{mini-1} \quad (7)$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4max}^{pp} = 67,933 - 67,568 = 0,365 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3max}^{pp} = 67,568 - 66,694 = 0,874 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$2Z_{2max}^{pp} = 66,694 - 64,67 = 2,027 \text{ мм}$$

Определение общих припусков:

$$2Z_{omin} = \Sigma 2Z_{imin}; \quad (8)$$

$$2Z_{omax} = \Sigma 2Z_{imax}; \quad (9)$$

$$2Z_{omin} = 0,302 + 0,554 + 1,374 = 2,23 \text{ мм}$$

$$2Z_{omax} = 0,365 + 0,874 + 2,027 = 3,266 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		42

Расчет общего номинального припуска:

$$2Z_{o \text{ ном}} = 2Z_{o \text{ min}} + ESD_{\text{зар}} - ESD_{\text{д}} \quad (10)$$

$$2Z_{o \text{ ном}} = 2,23 + \frac{1,1}{2} + 0,067 = 2,847$$

Изобразим графическую схему припусков, допусков и промежуточных размеров.

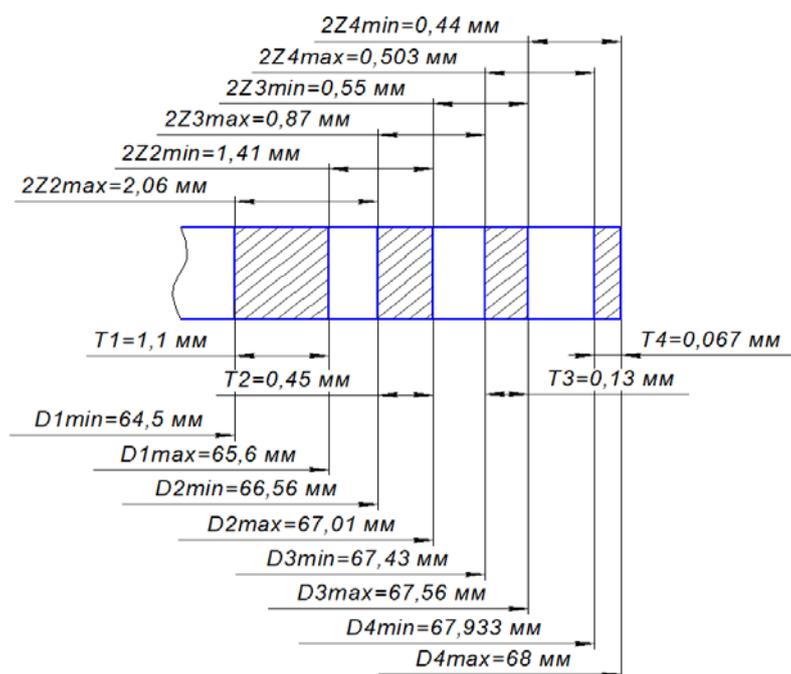


Рисунок 17 – Схема припусков, допусков и промежуточных размеров

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85) [4,стр 95]. На основании расчета величин припусков определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется рабочий чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

Таблица 9 – Припуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Предельное отклонение, мм	
			верхнее	нижнее
1	Ø68h6	5	+3,3	-1,7
2	Ø158h8	5	+3,3	-1,7
3	Ø32H7	5	+3,3	-1,7
4	Ø164h14	5	+3,3	-1,7
5	Ø158H8	5	+3,3	-1,7
6	Ø164h14	5	+3,3	-1,7
7	Ø170h14	5	+3,3	-1,7
8	Ø200h14	5	+3,3	-1,7

1.5.2. Расчет и назначение режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания t , мм; подачей на оборот S_o , мм/об; скоростью резания V , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки. Они устанавливаются исходя из особенностей обрабатываемой детали, характеристики режущего инструмента и станка.

Для одной из операций необходимо рассчитать:

- глубину, подачу, скорость резания по формулам теории резания;
- суммарную силу резания и эффективную мощность электродвигателя главного привода станка.

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначаются по справочнику.

Расчет режимов резания будет произведён для операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Токарно-фрезерные обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC.

Переход 1. Точить поверхность 11 начисто.

Рекомендуемые режимы резания:

Скорость: $V = 252$ м/мин

Число оборотов:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где V – скорость (м/мин); D – диаметр детали (мм).

$$n = \frac{1000 \cdot 252}{3,14 \cdot 200} = 401 \text{ об/мин,}$$

Подача: $S_o = 0,3$ мм/об

Глубина резания: $t = 2$ мм

На остальные операции режимы резания назначаются по справочным данным [8] и заносятся в таблицу 10.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		45

Таблица 10 - Расчет режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Установ А.				
1. Точить поверхности 2,4,8,9 предварительно;	3	0,25	995	500
2. Точить поверхности 2,4,8,9 окончательно;	3	0,75	436	58,9
3. Точить поверхности 3,6,7 окончательно	5	1,65	836	105
4. Точить поверхности 1,5,10 окончательно	0,25	0,1	530,8	250
5. Центровать 4 отверстия 20, 2 отверстия 21	1,5	0,03	4512	200
6. Сверлить 4 отверстия 20, 2 отверстия 21	4	0,08	4512	132
7. Сверлить отверстие 22	3,4	0,5	4321	250
Установ Б.				
8. Обработать поверхности 11 (предварительно)	2	0,3	401	252
9. Обработать поверхности 16 (окончательно)	1,6	0,14	482,5	25
10. Обработать поверхности 13, 18, 19 (окончательно)	5	0,4	3981	258
11. Обработать поверхности 14, 17 (предварительно)	5	0,12	1672	105
12. Обработать поверхности 14, 17, 11 (окончательно)	3	0,4	1532	254
13. Обработать поверхности 12, 15;	3	0,25	995	500
14. Центровать 9 отверстия 24, 3 отверстия 25	1,5	0,03	4512	200
15. Сверлить 9 отверстия 24, 3 отверстия 25	4	0,08	4512	132
16. Фрезеровать поверхности	8	0,024	836	50

1.5.3. Расчёт технологических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно – технических условиях.

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

Технические нормы времени в условиях среднесерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

В данном случае произведём аналитический расчет штучного времени для операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Основное время обработки для каждого перехода определяется по формуле:

Переход 1. Точить поверхность 1 начисто.

$$T_0 = \frac{L_p}{n \cdot S}, \quad (11)$$

где L_p – расчётная длина, мм;

n – частота вращения, об/мин;

S – подача, мм/об.

$$L_p = L + L_1, \quad (12)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

L_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

$$L_p = 200 + 21 = 221 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{221}{995 \cdot 0,25} = 2,39 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время обработки определяется по формуле :

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{п.у.}} + t_{\text{изм}}, \quad (13)$$

где $t_{\text{уст}}$ – вспомогательное время на установку, закрепление и снятие детали, мин;

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

$t_{п.у.}$ – вспомогательное время на приёмы управления, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

$$T_B = 0,52 + 0,6 + 0,2 = 1,32 \text{ мин.}$$

Оперативное время определяется по формуле :

$$T_{оп} = T_o + T_B , \quad (14)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_B – вспомогательное время обработки, мин;

$$T_{оп} = 2,39 + 1,32 = 3,71 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяется по формуле:

$$T_{обс} = \frac{(T_o + T_B) * a_{обс}}{100} , \quad (15)$$

где $a_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

$$T_{обс} = \frac{(T_o + T_B) * a_{обс}}{100} = \frac{(2,39 + 1,32) * 4}{100} = 0,15 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на отдых и личные надобности определяется по формуле :

$$T_{отл} = \frac{(T_o + T_B) * a_{отл}}{100} , \quad (16)$$

где $a_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

$$T_{отл} = \frac{(T_o + T_B) * a_{отл}}{100} = \frac{(2,39 + 1,32) * 4}{100} = 0,15 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле :

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обс} + T_{отл} , \quad (17)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_B – вспомогательное время обработки, мин;

$T_{обс}$ – вспомогательное время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отл}$ – вспомогательное время на отдых и личные надобности, мин;

$$T_{шт} = 2,39 + 1,32 + 0,15 + 0,15 = 4,01 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле :

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (18)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

$$T_{шт-к} = 4,01 + \frac{24}{9} = 6,71 \text{ мин.}$$

Для остальных операций основное время устанавливается по нормативным справочникам [8]. Все результаты технических норм времени сводятся в таблицу 11.

Таблица 11 – Технические нормы времени по операциям, мин.

Номер и наименование операции	t_o , мин	t_v , мин			$t_{обс}$, мин	$t_{отл}$, мин	$T_{шт}$, мин	$T_{п-з}$, мин	n, шт.	$T_{ш-к}$, мин
		$t_{уст}$	$t_{уп}$	$t_{изм}$						
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	34,57	0,52	0,6	0,2	1,44	1,44	38,77	4	9	41,47

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

В связи с созданием и использованием гибких производственных комплексов механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Благодаря использованию станков с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Программист создает управляющую программу, в которой содержится закодированная информация о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоте вращения шпинделя и другие данные, необходимые для выполнения обработки. Подсистема управления считывает информацию из этой программы, расшифровывает ее и вырабатывает профиль перемещения.

Обработка ведется на Токарно-фрезерном обрабатывающим центре с ЧПУ модели CTX beta 800 TC, который предназначен в первую очередь для современных технологий высокоскоростной обработки. Обрабатывающий центр оснащен системой ЧПУ Siemens 840D solutionline с новым пользовательским интерфейсом SINUMERIK Operate и ShopTurn 3G.

Особой отличительной чертой новой конструкции станка является панель управления DMG ERGOline® с экраном 19". Увеличенный экран повышает удобство восприятия информации, позволяет программировать дополнительные клавиши DMG SOFTkeys® и структуру информации экрана, что в общей сложности обеспечивает более эффективную работу. Как экран, так и панель управления могут регулироваться для оптимальной эргономики в соответствии с индивидуальными пожеланиями оператора. Это относится и

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		50

к регулируемому сиденью и опции Mousepad. Обычный выключатель с ключом заменен на интеллектуальный электронный ключ, DMG SOFTkey® с чипом, который определяет права доступа, для операторов и сервис-инженеров [20, стр. 16].

Siemens 840D с ShopTurn – использование этого варианта управления сокращает время программирования и сочетает высокотехнологичную производительность с максимальным удобством обслуживания, чтобы обеспечить оператору возможность программировать еще проще и быстрее.

Siemens 840D solutionline с ShopTurn:

- прямое программирование;
- 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени;
- новая, наглядная структура экрана;
- диагностика с индикацией для всех приводов.

Преимущества:

- простое графическое программирование;
- графические пиктограммы для быстрой настройки;
- интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными;
- надежная настройка, в том числе с графической поддержкой;
- простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций;
- профилактический уход и обслуживание.

В выпускной квалификационной работе управляющую программу разработаем на 010 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» установ А.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		51

Таблица 12 – Управляющая программа для операции 010 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=386 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95("contur1",2,5,0,0,1,0.3,0.3,0.3,9,0,5,2)	Цикл снятия припуска
M9	отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T2 D1	Выбор расточного резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=308 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95("contur2",1,0,0,1,0.2,0.2,0.3,5,0,0,0)	Цикл снятия припуска
T3 D1	Выбор сверла
M6	Смена инструмента
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G97 S300 M3	Постоянная скорость вращения приводного инструмента, вращение против часовой стрелки

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 12 – Управляющая программа для операции 010
(Установ А)

1	2
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE83(65,63,65,25,0.2,0.2,0.3,5,1,1,0)	Цикл сверления
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T4 D1	Выбор центровочного сверла
M6	Смена инструмента
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y
G97 S300 M3	Постоянная скорость вращения приводного инструмента, вращение против часовой стрелки
F0.08	включение рабочей подачи
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Цикл центровки
spos=60	главный шпиндель повернуть на 60 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=120	главный шпиндель повернуть на 120 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=180	главный шпиндель повернуть на 180 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=225	главный шпиндель повернуть на 225 градусов по оси С относительно нуля

. Окончание таблицы 12 – Управляющая программа для операции 010
(Установ А)

1	2
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
spos=315	главный шпиндель повернуть на 315 градусов по оси С относительно нуля
CYCLE82(65,63,1,-2,,0)	Вызов постоянного цикла для центровочного сверла
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		54

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В выпускной квалификационной работе производится разработка технологического процесса детали «Стакан» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1500 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: среднесерийный тип производства, 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 проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC и режущий инструмент фирмы «Garant» и «Sandvik».

Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования:

1. Годовая программа выпуска продукции N=1500 шт.
2. Нормы времени по операциям занесены в таблицу 11 (берутся из технологической части ВКР).

Таблица 13 – Нормы времени по операциям в технологии

010	Обрабатывающий центр	DMG MORI CTX beta 800 TC	41,47
-----	----------------------	--------------------------	-------

3. Режим работы предприятия (цеха)

Режим работы станка DMG MORI CTX beta 800 TC – двухсменный (продолжительность смены = 16 ч.)

4. Стоимость оборудования:

DMG MORI CTX beta 800 TC (токарно-фрезерные обрабатывающий центр) – 19,8 млн.руб.

5. Нормативы отчислений на ремонт оборудования:

Процент отчислений в ремонтный фонд $K_p=2\%$ (по данным предприятия)

6. Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива:

Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии $C_{э} = 6,38$ руб./ кВт-ч.

Таблица 14 – Годовой фонд времени одного рабочего

Статьи баланса	Продолжительность
1. Календарное время, дни	365
2. Нерабочее время, дни	118
3. Номинальный фонд рабочего времени, дни	247
4. Невыходы на работу, дни	
а) основной и дополнительный отпуска, дни	28
б) болезни, декретные отпуска, дни	3
в) прочие, дни,	6
5. Внутрисменные регламентированные потери рабочего времени, дни	1
6. Число рабочих дней в году, дни	207
7. Средняя продолжительность рабочего дня, час	8
8. Действительный годовой фонд времени одного рабочего, час (-2 ч, предпразничные дни	1685

3.1 Определение капитальных вложений

Определение капитальных вложений определяется по формуле (19):

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (19)$$

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

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

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

Определение количества технологического оборудования

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_з \cdot 60},$$

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

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

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

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия $k_{вн}=1,0-1,2$);

$k_з$ – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия

$k_з=0,7-0,8$).

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом (20):

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (20)$$

где F_n – номинальный фонд работы единицы оборудования, ч.

K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, % [20].

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (366 дней в году за исключением праздничных и выходных дней, с учетом предпраздничных дней) с учетом установленного режима работы (при односменном режиме – 8 ч., при двухсменном – 16 ч.).

Количества рабочих часов оборудования DMG MORI CTX beta 800 TC:

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при двусменной работе:

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.};$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (6), составляет для проектируемого варианта:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 3591 \text{ ч}$$

Для проектируемого варианта определяю количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 17.

$$q_{DMG} = \frac{41,47 \cdot 1500}{3591 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,35 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений определяем принятое число рабочих мест (q_n), округляя до ближайшего целого полученное значение (q_p).

Данные по расчетам сводим в таблицу 14 для проектируемого варианта.

Таблица 14 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, qp	Принимаемое количество станков, qp
DMG MORI CTX beta 800 TC	41,47	0,35	1

3.2 Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 15 по проектируемому варианту.

Таблица 15 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования	Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс.р.			Стоимость всего оборудования, тыс.р.
		Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
DMG MORI CTX beta 800 TC	1	33	33	19152,589	700	19852,859	19852,859

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [29, стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u,$$

где Z_M – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$ – 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_u – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

Затраты на материалы:

$$C_z = M \cdot C_m - M_o \cdot C_c + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_u}{100} \right), \quad (21)$$

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

C_m - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки.

M_o - масса отходов материала, кг;

C_o - цена 1 кг отходов, р.;

$C_{ч.з}$ - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. – ч.;

$T_{шт(шт-к)}$ - штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.;

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

$$C_{з2} = 1,4 \cdot 110 - 0,8 \cdot 11 + 67 \cdot 41,47 \cdot \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 5279,2 \text{ руб}$$

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих.

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. [29, стр. 26]:

$$Z_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{доп} \cdot k_{ЕСН} k_P, \quad (22)$$

где C_m – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р;

$t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

$k_{МН}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{МН} = 1,0$);

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

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

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

k_p – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_p=1,15$).

Численность станочников вычисляем по формуле [29,стр. 26]:

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

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

k_{MH} – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{MH} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [18]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет $F_p = 1685$ ч.;

Принимаем численность рабочих и рассчитываем заработную плату производственных рабочих по формуле (7). Результаты вычислений сводим в таблицу 16.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		61

Таблица 16 – Затраты на заработную плату станочников

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	5	322,12	41,47	354,15	0,49

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [29, стр. 27]:

$$Z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot Ч_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (23)$$

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

F_P – действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

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

$Ч_{ВСП}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

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

Рассчитаем показатели численности и заработной платы .

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 0,55 \cdot 0,05 = 0,0275 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 0,55 \cdot 0,07 = 0,0385 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$Z_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,0275 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 5,156 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$Z_{ВСПТ} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,0385 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 9,567 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь, сведем в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,0275	5,156
Контролер	123,3	0,0385	9,567
Итого		0,066	14,723

Посчитаем заработную плату на одну деталь:

$$Z_n = 354,15 + 14,723 = 368,88 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по формуле [28,стр. 28]:

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{ен}}} \cdot C_{\text{э}}, \quad (24)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков $k_N = 0,2 \div 0,4$);

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

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

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

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(24).

$$Z_{DMG} = \frac{33 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 41,47}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 37,34 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, руб.
DMG MORI CTX beta 800 TC	33	41,47	37,34

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют $Z_{эл} = 37,34$ руб.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования вычисляются по формуле 25:

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

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле (26) [29, стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (26)$$

Где $C_{об}$ – цена единицы оборудования, р;

$H_{ам}$ – Норма амортизационных отчислений;

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{ВН}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Начисление амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества осуществляется в соответствии с нормой амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока его полезного использования (СПИ). При применении линейного метода сумма амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества рассчитывается как произведение от первоначальной стоимости и нормы амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока полезного использования (1/СПИ).

$$NA = 1/СПИ = 1/12 = 0,12$$

$$C_{ам} = \frac{19800000 \cdot 0,12 \cdot 41,47}{3946 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 480,02 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле (27):

$$C_{рем} = \frac{C_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (27)$$

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

$H_{рем}$ – норма ремонтных отчислений, $H_{амБ} = 2\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 2\%$ - для оборудования с ЧПУ;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						65
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

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

$$F_{обБАЗ} = 3946 \text{ ч.}$$

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

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

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

$$C_{рем} = \frac{19800000 \cdot 0,02 \cdot 41,47}{3946 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 80,01 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$З_{обп} = 480,02 + 80,01 = 560,03 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента:

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [22]:

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

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.;

$Ц_{корп}$ – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца,

корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

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

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

$k_{\text{компл}}$ – 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 получистовой токарной обработки представлены в таблице;

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

(для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$);

$b_{\text{фн}}$ – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

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

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

$$Z_{\text{эл}} = (41,47 \cdot 1 + (11550 + 3 \cdot 441,12) \cdot 350^{-1}) \cdot 1,94 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 3)^{-1} = 3,27 \text{ руб.}$$

В таблицу 19 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 19 – Параметры прогрессивного инструмента

Инструмент	Маши нное время, мин	Цена единицы инструм ента, руб.	Суммарны й период стойкости инструмент а, мин	Затраты на переточку инструме нта, руб.	Коэф фицие нт убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Резец PCLNR 2525M 12 «SANDVI», Пластина CNMG 12 04 04 H13A «SANDVIK».	1,94	21550 380	120	–	0,98	3,27
Резец PCLNL 2525M 12 «SANDVIK», Пластина CNMG 12 04 08- MM 1125.	5,1	21550 524	120	–	0,9	8,6
Расточная оправка A16T- SCLCR 4HP-R «SANDVIK», Пластина CCMT 09 T3 03-WF 1125.	3,156	16725 476	120	–		6,967
Расточная оправка A16T- SCLCL 4HP-R «SANDVIK», Пластина CCMT 09 T3 08-KR H13A «SANDVIK».	2,21	16725 374	120	–		2,86
Сверло Ø7 122309 VHM- HPC Weldon DIN 6535 HB ZOX «Garant».	5,331	1191	100	45		4,442

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Окончание таблицы 19 – Параметры прогрессивного инструмента

1	2	3	4	5	6	7
Сверло Ø8 122309 VHM-НРС Weldon DIN 6535 НВ ZOX «Garant».	2,12	132 5	100	45	0,9	2,85
Спиральное сверло с конусом Морзе Ø32 345 «Garant».	2,915	8171	100	45		1,96
Сверло Ø7 111000 HSS А «Garant».	6,331	1045	100	45		6,812
Фреза концевая 10 мм HSS PM TiAlN «Garant»	3,41	12401	100	45		0,024
Итого:	102437		42,881			

Просуммировав данные по затратам на инструмент получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу: Итого – 42,881 руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сведем в таблицу 20.

Таблица 20 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
	Проектируемый вариант
Затраты на материал	5279,2
Заработная плата с начислениями	368,87
Затраты на технологическую электроэнергию	37,34
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	560,03
Затраты на инструмент	42,881
Итого	6288,32
Стоимость годовой программы	9432481

3.4. Анализ уровня технологии производства

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству.

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [29,стр. 34]:

$$Y_{ПР} = \frac{C_{np}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где C_{np} – количество единиц прогрессивного оборудования, $C_{np} = 1$; C_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $C_{\Sigma} = 2$ шт.

$$Y_{ПР} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\% .$$

Определим производительность труда на программных операциях по формуле (12) [29,стр. 36]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (28)$$

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

$\kappa_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в техпроцессе по формуле (11):

$$B_{ПП} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{41,47} = 2925,5 \text{ шт./чел. год.}$$

К единовременным вложениям отнесем стоимость всего инструмента и стоимость повышения квалификации на троих человек. По окончании экономических расчетов в таблице 36 представим технико-экономические показатели проекта.

Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле 29

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}, \quad (29)$$

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

$K_{заг}$ – капитальные вложения в приобретение заготовок, р.;

$K_{инс}$ – капитальные вложения в инструмент, р.;

$$K = 19852859 + 7918800 + 102437 = 27874096 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технико-экономических показателей проекта сведены в таблицу 21.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 21 – Техничко-экономические показатели обработки детали «Корпус планетарного редуктора»

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам
Годовой выпуск деталей, шт.	1500
Количество оборудования, шт.	1
Количество рабочих, чел.	2
Количество вспомогательных рабочих, чел.	2
Технологическая себестоимость детали, р.	6288,32
В том числе:	
• материальные затраты, руб	5279,2
• затраты на заработную плату рабочих, руб	368,87
Доля прогрессивного оборудования, %	100
Производительность труда, шт/чел. год	2925,5
Коэффициент загрузки оборудования	0,35
Коэффициент использования металла	0,7

Вывод: В результате проделанных экономических расчетов была получена себестоимость одной детали 6288,32 р. При расчете были учтены расходы на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, затраты на электроэнергию.

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус планетарного редуктора». На предприятии внедряется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, обрабатывающие центры. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

Обрабатывающие центры сочетают гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения обрабатывающих центров происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания, сокращаются сроки изготовления деталей, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

На обрабатывающих центрах целесообразно изготавливать детали сложной конфигурации, при обработке которых необходимо перемещение рабочих органов по нескольким координатам одновременно, а также детали с большим количеством переходов обработки. На этих станках можно изготавливать детали, конструкция которых часто видоизменяется.

В связи с внедрением нового оборудования необходимо повышение квалификации рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» 5 разряда.

Прохождение курсов повышения квалификации даёт возможность станочникам сохранить рабочие места, а заводу, не потерять время на поиск новых сотрудников. Обучение проходит путем посещения курсов в отделе технического обучения АО «Уралтрансмаш».

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Цель подготовки – приобретение и развитие у обучающихся знаний, умений, навыков и формирование общих и профессиональных компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций (трудовой деятельности) по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В методической части выпускной квалификационной работы необходимо рассмотреть переподготовку рабочих на новое оборудование, следовательно целью методической части является анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», учебно-программной документации и разработка учебного занятия для переподготовки рабочих по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих токарно-фрезерные обрабатывающие центры DMG MORI CTX beta 800 TC.

Чтобы решить поставленную цель необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров»;
- разработать учебный план повышения квалификации рабочих по профессии « Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров»;
- разработать план учебного занятия и методическое обеспечение учебного занятия по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

3.1. Анализ рабочей программы

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

Основная цель вида профессиональной деятельности – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей».

В таблице 22 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом [19].

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

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
1	2	3	4	5	6
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
А	2	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	А/01.2	2

Продолжение таблицы 22 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

1	2	3	4	5	6
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
В	3	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	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3

Окончание таблицы 22 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
	4	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	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Проектируемая деталь относится к деталям средней степени сложности, поэтому рассмотрим вторую обобщенную трудовую функцию профессионального стандарта – «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».

Наименование обобщенной трудовой функции:

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности;

Код В;

Уровень квалификации 3.

Возможные наименования должностей:

- Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд);
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации;
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации.

Требования к образованию и обучению:

Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

Требования к опыту практической работы:

Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		78

Особые условия допуска к работе:

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

- Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Анализ трудовых функций.

Трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик в рамках обобщенной трудовой функции:

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

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

Таблица 23 – Анализ трудовых функций

Код функции	Наименование	Функции
1	2	3
В/01.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам"; • Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ; • Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта).
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам"; • Использовать контрольно-измерительные инструменты; • Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам".
В/02.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Корректировка чертежа изготавливаемой детали • Выбор технологических операций и переходов обработки • Выбор инструмента • Расчет режимов резания • Составление управляющей программы

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 23 – Анализ трудовых функций

1	2	3
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных); Изменять параметры стойки ЧПУ станка; Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> Органы управления и стойки ЧПУ станка; Режимы работы стойки ЧПУ; Системы графического программирования; Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
В/03.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> Трудовые действия по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"; Установка деталей в приспособлениях и на столе станка; Выверка деталей в различных плоскостях.
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> Необходимые умения по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"; Использовать контрольно-измерительные инструменты; Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> Необходимые знания по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"; Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 23 – Анализ трудовых функций

1	2	3
В/04.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> • Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"; • Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам; • Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> • Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке; • Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции; • Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам".

Сделаем вывод, что повышение квалификации рабочего будет проходить в рамках дополнительной образовательной программы – «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl »

3.2. Разработка занятия

На основе анализа трудовой функции разрабатывается учебный план программы повышения квалификации оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ, который представлен в таблице 6.

Содержание учебной программы повышения квалификации оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ:

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ;

Цель программы – повышение квалификации;

Срок обучения – 3 месяца;

Форма обучения – с частичным отрывом от работы.

Учебный план включает в себя теоретическое и практическое обучение и рассчитан на 108 часа.

Таблица 24 – Учебный план повышения квалификации

№ п/п	Разделы	Количество часов
I	Теоретическое обучение:	
	1. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	4
	2. Классификация станков с ЧПУ и их устройство	8
	3. Охрана труда.	4
	4. Материалы, инструмент и режимы резания для станков с ЧПУ	4
	5. Технологическая подготовка и процесс обработки деталей на станках с ЧПУ	16
II	6. Программирование на стойке Siemens 840D SL	32
	Практическое обучение	36
	Квалификационный экзамен	4
Итого:		108

Из учебного плана который приведен в таблице 24, рассмотрим тему «Программирование на стойке Siemens 840D».

Тематический план предмета представлен в таблице 25.

Таблица 25 – Тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl»

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1	Тема 1. Введение. Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl. Терминология и основные понятия ЧПУ. Интерфейс, панель управления станком. Группы основных функциональных клавиш панели управления. Назначение клавиш панели управления. Режимы работы.	4
2	Тема 2. Панель управления Siemens Sinumerik 840D sl. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Аварийный останов.	2
3	Тема 3. Управление станком. Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим.	2
4	Тема 4. Управление параметрами. Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. Установка данных. Данные Jog. Данные шпинделя. Смещение нуля.	4
5	Тема 5. Управление программой. Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Редактирование программы. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Корректировка программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	4
6	Тема 6. Разработка управляющей программы. Программирование обработки при помощи циклов: Цикл точения канавки – CYCLE 94 Цикл резьбовой выточки – CYCLE 96 Цикл нарезания резьбы – CYCLE 97 Цикл центрования – CYCLE 82 Цикл сверления – CYCLE 83	16
Итого:		32

Таким образом, был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации, разработан тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl».

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине выберем из тематического плана тему № 1 «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D» и разработаем методическое обеспечение для этого занятия. Данная тема рассчитана на 4 часов теоретического обучения.

3.3. Разработка методики проведения занятия

Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl»

Цели. Обучающая:

- сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl;
- актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.

Развивающая:

- Развить внимание при изучении особенностей системы управления ЧПУ Siemens 840D sl.

Воспитательные:

- воспитывать познавательный интерес к изучаемой теме и предмету;
- воспитывать уверенность, умение организовать и планировать свою работу на занятии, умение работать творчески;

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

- воспитывать культуру общения, речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип занятия и его структура: урок усвоения новых знаний.

Методы обучения:

- рассказ;
- объяснение;
- метод иллюстрации;
- метод демонстрации.

Средства обучения: презентация (приложение Б).

Продолжительность занятия – 90 минут

Модель деятельности преподавателя и учащихся на занятии представим в таблице 26.

Таблица 26 - Модель деятельности преподавателя и учащихся

№	Наименование	Деятельность преподавателя	Время	Деятельность этапа е этапа урока
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока: Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl» Цель урока - сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl - актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.	5	Слушают записывают тему урока.

Окончание таблицы 26 – Модель деятельности преподавателя и учащихся

1	2	3	4	5
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы: Заводу необходимо увеличить выпуск продукции. С этой целью было приобретено новое оборудование с ЧПУ, в том числе и токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC. Т.к. данный станок ранее не использовался в данном производстве, есть необходимость обучения персонала работе на нем. Таким образом, рабочие получают новые знания, умения и навыки, увеличивается заработная плата, сохраняются рабочие места. Также за счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.	5	Слушают. Понимают важность изучения темы
4	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает, объясняет новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды.	55	Слушают, конспектируют, изучают слайды.
5	Закрепление новых знаний	Вопросы: 1. Назовите основные особенности числового программного управления Siemens. 2. Назовите преимущества системы Siemens 840D. 3. На каких станках возможно применение системы Siemens 840D? 4. Что такое Управляющая программа? 5. Что такое языки программирования? 6. Назовите функции программирования: подготовительные и вспомогательные.	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
6	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают

Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата
------	-------	----------	-------	------

Конспект изложения нового материала:

Тема занятия - Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl (слайд 1)

За последние тридцать лет влияние числового программного управления на конструкцию станков привело к появлению совершенно новых моделей станков и механических автоматов. Сегодня станок с ЧПУ является краеугольным камнем современного гибкого производства.

Станки с ЧПУ представляют собой идеальное решение для автоматизации мелкосерийного или штучного производства. Однако те же станки, объединённые в гибкие линии, всё больше и больше используются для производства больших серий.

Последние тридцать лет существует на рынке станков с ЧПУ продукция фирмы Сименс. И не просто существует, а является одним из законодателей мод. То есть не просто откликается на злободневные требования станкостроителей, но и активно инвестирует в продукты и проекты, которые потребуются заказчикам завтра (слайд 2).

Системы ЧПУ фирмы Siemens – это системы управления, ориентированные на работу в цехе, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке (слайд 2).

SINUMERIK 840D sl – это цифровая система ЧПУ для средних и сложных задач. Максимальные рабочие характеристики и гибкость, особенно для сложных многоосевых систем. Одинаковая открытость, начиная с эксплуатации и заканчивая ядром ЧПУ.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		88

Особенности ЧПУ Siemens 840D (слайд 3)

Siemens 840D с ShopTurn – использование этого варианта управления сокращает время программирования и сочетает высокотехнологичную производительность с максимальным удобством обслуживания, чтобы обеспечить оператору возможность программировать еще проще и быстрее. (слайд 3)

Преимущества Siemens 840D solutionline с ShopTurn:

- прямое программирование;
- 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени;
- новая, наглядная структура экрана;
- диагностика с индикацией для всех приводов.

Преимущества:

- простое графическое программирование;
- графические пиктограммы для быстрой настройки;
- интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными;
- надежная настройка, в том числе с графической поддержкой;
- простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций;
- профилактический уход и обслуживание.

Пульт управления и изображение на дисплее представлены в наглядной форме, так что можно быстро и легко получать доступ ко всем функциям.

Дисплей и пульт управления (слайд 5,6)

Цветной плоский TFT-дисплей наглядно отображает всю информацию, которая требуется для программирования, обслуживания и контроля системы управления и станка: кадры программ, указания, сообщения об ошибках и т.п. Дополнительная информация предоставляется путем графической поддержки при вводе и тестировании программы и во время обработки.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		89

режиме можно корректировать управляющие программы и создавать минипрограммы для обработки поверхностей деталей. В этом же режиме возможна покадровая отработка программы с целью отслеживания правильности траектории перемещения инструмента;

- кнопка «АUTO» служит для включения автоматического режима отработки программ – auto. В этом режиме производится автоматическая отработка управляющих программ обработки деталей;

- кнопка «TEACH» служит для введения в станок наладочных параметров. В эту же группу входят кнопки, отвечающие за выполнение наладочных функций:

- кнопка «RefPoint» служит для отвода револьверной головки в референтную точку (точку смены инструмента). В этой точке производится поворот револьверной головки в процессе отработки управляющей программы;

- кнопка «Repos» служит для повторного позиционирования револьверной головки;

- кнопки с обозначением типа служат для дискретной подачи револьверной головки на количество микрометров, указанное на кнопке. При включении одной из этих кнопок перемещение револьверной головки на заданную величину производится при однократном нажатии кнопок перемещения по осям Z и X. В случае нажатия кнопок перемещения по осям Z и X при включении кнопки револьверная головка перемещается на 1 мкм, а при включении кнопки – на 10000 мкм, или на 10 мм;

- кнопка «Var» служит для отключения режима дискретной подачи револьверной головки. Перемещение револьверной головки при нажатии кнопок перемещения по осям Z и X при включении кнопки «Var» осуществляется на произвольное расстояние.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

В третью группу входят кнопки, отвечающие за управление функциями обслуживания станка:

- кнопка «Масло» служит для включения насоса кратковременной смазки направляющих станка. При нажатии этой кнопки производится смазка станка в течение 6 с;

- кнопка «Экран» служит для включения энергосберегающего режима монитора стойки ЧПУ. Если кнопка «Экран» выключена, то через 5 минут работы монитор стойки ЧПУ отключается. Это неудобно при наладке станка и отслеживании процесса обработки, поэтому кнопку «Экран» лучше оставлять включенной;

- кнопки «Пиноль» служат для управления пинолью задней бабки. При включении этих кнопок пиноль задней бабки может выдвигаться из корпуса или возвращаться в исходное положение. Использование этих кнопок позволяет легко и безопасно поджать заготовку задним центром;

- кнопки «Деталь» служат для управления устройством для улавливания готовых деталей. При включении этих кнопок устройство может открываться и закрываться. Четвертая группа кнопок предназначена для управления перемещением револьверной головки и вращением основного и инструментального шпинделей:

- кнопки «+X» и «-X» служат для перемещения револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси X. Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+X» и «-X» револьверная головка перемещается на величину, заданную кнопкой дискретной подачи.

- кнопки «+Z» и «-Z» служат для перемещения револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси Z. Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		92

отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+Z» и «-Z» револьверная головка перемещается на величину, заданную кнопкой дискретной подачи;

- кнопки «+C» и «-C» служат для включения наладочного вращения основного шпинделя соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси C (по часовой стрелке и против часовой стрелки). Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок

дискретной подачи совместно с кнопками «+C» и «-C» основной шпиндель станка поворачивается на окружной шаг, величина которого задана кнопкой дискретной подачи;

- кнопки «+Ct» и «-Ct» служат для включения наладочного вращения инструментального шпинделя соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси Ct (по часовой стрелке и против часовой стрелки). Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+Ct» и «-Ct» инструментальный шпиндель станка поворачивается на окружной шаг, величина которого задана кнопкой дискретной подачи;

- кнопка с обозначением «NN» служит для включения ускоренной подачи револьверной головки или поворота основного или инструментального шпинделя. При необходимости обеспечения ускоренной подачи кнопку «NN» нужно нажимать совместно с кнопками включения подач по осям или с кнопками включения наладочного вращения основного и инструментального шпинделей;

- кнопки «+S» и «-S» служат для поворота револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях (по часовой стрелке и против часовой стрелки);

● кнопка «All» включается совместно с кнопкой «RefPoint» и позволяет при режиме работы станка JOG при включении подачи отвести револьверную головку в референтную точку. Рукоятка управления величиной подач служит для ручного задания величины подач в процентах от запрограммированного значения подачи. Диапазон регулирования – от 0 % (нет подачи) до 120 %. Рукоятка управления частотой вращения шпинделя служит для ручного задания частоты вращения шпинделя в процентах от запрограммированного значения числа оборотов шпинделя. Диапазон регулирования – от 0 % (запрограммированное значение частоты вращения шпинделя) до 120 %.

Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik (слайд 9).

Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik разделен на несколько зон (на рис. 21 они обозначены цифрами от 1 до 10).

1. Зона, отображающая текущий режим системы ЧПУ Sinumerik (станок, параметры, программа и др.).

2. Зона, отображающая название канала. В обучающем программном обеспечении SinuTrain – выбранная технология.

3. Зона, отображающая режим работы станка (JOG, MDA или Auto). В обучающем программном обеспечении SinuTrain имеется только режим Auto.

4. Зона, отображающая название управляющей программы, загруженной в отработку, и путь до нее.

5. Зона, отображающая состояние канала (перезагружен, прерван, активный).

6. Зона, отображающая состояние программы (прервана, выполняется, приостановлена).

7. В этой зоне (средняя часть экрана) расположены рабочие окна, вид и содержание которых меняются в зависимости от режима работы ЧПУ.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

8. В этой зоне находятся горизонтальные функциональные клавиши, используемые для переключения между режимами обработки и вызова основных функций.

9. Зона, где расположены вертикальные функциональные клавиши, используемые для вызова подменю и функций.

10. Символ в правой нижней части экрана указывает на возможность вызова других функций в горизонтальном ряду функциональных клавиш.

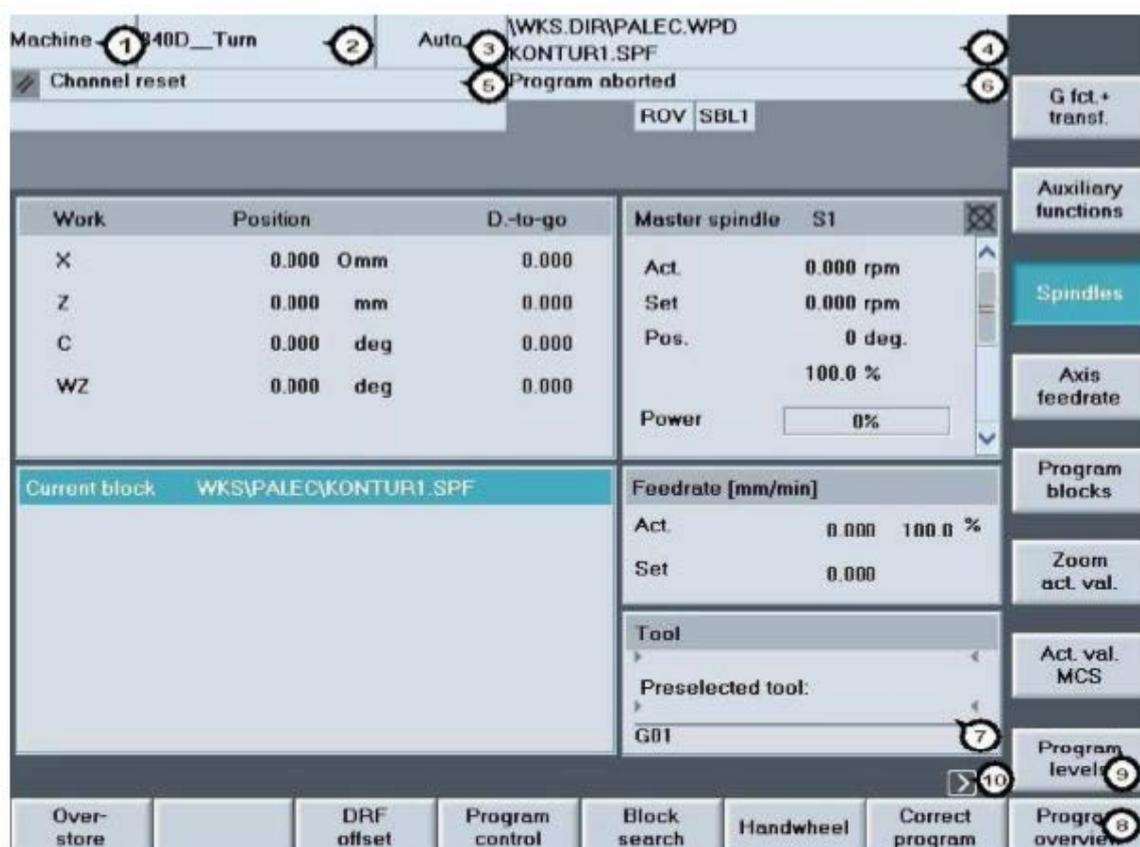


Рисунок 19 – Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik

Режимы работы системы ЧПУ Sinumerik (слайд 10).

Работа в системе ЧПУ Sinumerik 810D/840D может быть организована в одном из шести режимов: Machine («станок»), Parameter («параметр»), Program («программа»), Services («сервис»), Diagnosis («диагностика») и Start-Up («пуско-наладка»), что отображено в главном меню в горизонтальном ряду экранных клавиш (рис. 22). Доступ к клавишам осуществляется через кнопку «Menu select». Также

- УП обработки детали, представляющую собой последовательность команд для обработки детали;

- подпрограмму – последовательность команд УП, которая может быть вызвана несколько раз с различными параметрами обеспечения. Разновидностью подпрограмм являются циклы. Циклы – это подпрограммы для многократной отработки с использованием этапов обработки детали. Предварительно запрограммированные стандартные циклы не могут быть изменены. Пользовательские циклы могут быть созданы и изменены по желанию пользователя.

Существуют следующие типы файлов:

- название.MPF – главная программа;
- название.SPF – подпрограмма;
- название.TOA – данные инструмента;
- название.UFR – сдвиг нуля/фрейм;
- название.INI – файл инициализации;
- название.COM – комментарий;
- название.DEF – определение для глобальных данных пользователя и макросов.

А также следующие директории:

- название.DIR – общая директория.

Содержит программы, рабочие директории и другие директории с расширением .DIR. Следует отметить, что названия таких директорий (MPF.DIR, DPF.DIR, CLIP.DIR и т. д.) предварительно установлены и не могут быть изменены;

- название.WPD – рабочая директория. Содержит программы и модули данных, принадлежащие детали;

- название.CLP – директория буфера обмена. Может содержать любые типы директорий и файлов.

При создании и редактировании УП возможна графическая имитация программируемых перемещений на экране. Таким образом можно выполнить проверку геометрической и формальной корректности программы. Технологические ошибки остаются нераспознаваемыми (например, неправильное направление вращения, ошибочная скорость подачи и т. д.).

Режим Services (кнопка «Н4») используется для передачи данных на носители информации или с них. На станок программу возможно передать через сеть непосредственно с компьютера, на котором писалась УП, – через дискету или flash-носитель.

Режим Diagnosis (кнопка «Н5») отображает тревоги и сообщения в полной форме. При наличии активной тревоги или сообщения необходимо перейти в операционную зону Diagnosis для получения следующей информации:

- номера тревоги (при наличии нескольких активных тревог они отображаются в порядке возникновения);
- точной даты, времени возникновения тревоги;
- критерия отмены (изображение клавиши, которую необходимо нажать для удаления тревоги);
- полноформатного текста тревоги.

Режим Start-Up (кнопка «Н6») не активен.

Таблица 29 – Вопросы для закрепления нового материала (слайд 11)

Вопрос 1	Предполагаемый ответ 2
1. SINUMERIK 840D sl что это за система	SINUMERIK 840D sl — это цифровая система ЧПУ для средних и сложных задач. Максимальные рабочие характеристики и гибкость, особенно для сложных многоосевых систем. Одинаковая открытость, начиная с эксплуатации и заканчивая ядром ЧПУ.
2. Какие преимущества Siemens 840D solutionline с ShopTurn	Система с ЧПУ Siemens 840D solutionline с ShopTurn имеет следующие преимущества: <ul style="list-style-type: none"> • прямое программирование • 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени • диагностика с индикацией для всех приводов • простое графическое программирование • графические пиктограммы для быстрой настройки • интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными • надежная настройка, в том числе с графической поддержкой • простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций.
3. Сколько существует режимов работы в системе ЧПУ Sinumerik? Назовите их.	Работа в системе ЧПУ Sinumerik 810D/840D может быть организована в одном из шести режимов: Machine («станок»), Parameter («параметр»), Program («программа»), Services («сервис»), Diagnosis («диагностика») и Start-Up («пуско-наладка»)
4. Какие действия осуществляются в режиме Machine?	В режиме Machine (кнопка «Н1» на специальной клавиатуре – борде) осуществляются: <ul style="list-style-type: none"> • ручное управление и наладка станка (в режиме станка JOG); • создание и отработка программы в покадровом режиме (в режиме станка MDA); • автоматическая отработка УП обработки детали (в режиме станка Auto).
5. Дайте определение понятию цикл.	Циклы – это подпрограммы для многократной отработки с использованием этапов обработки детали.

Окончание таблицы 29 – Вопросы для закрепления нового материала

Вопрос 1	Предполагаемый ответ 2
6. Какие существуют типы файлов?	<p>Существуют следующие типы файлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • название.MPF – главная программа; • название.SPF – подпрограмма; • название.TOA – данные инструмента; • название.UFR – сдвиг нуля/фрейм; • название.INI – файл инициализации; <p>название.COM – комментарий;</p> <ul style="list-style-type: none"> • название.DEF – определение для глобальных данных пользователя и макросов. <p>А также следующие директории:</p> <ul style="list-style-type: none"> • название.DIR – общая директория. • название.WPD – рабочая директория. <p>название.CLP – директория буфера обмена.</p>

Подведение итогов занятия

Преподаватель подводит итоги занятия, задает домашнее задание.

Слушатели записывают домашнее задание.

Преподаватель благодарит слушателей за внимание.

3.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия

Применение презентационного материала при проведении занятий решает многие проблемы визуализации новой информации, но требует определенного оснащения

Специальный компьютерный проектор, подключается к ПК и предоставляющий возможность чтения лекций в большой аудитории с выводом информации на экран. Это удобный и мобильный вариант, так как проектор и компьютер можно переносить в различные аудитории.

Для нашей методической разработки мы разработали презентацию в программе Microsoft Power Point, входящей в стандартный набор офисных пакетов Microsoft Office. Она обладает тем несомненным преимуществом, что они имеют стандартный интерфейс (система меню, панели инструментов, настройки, сообщения в диалоговых окнах) с другими программами, входящими в данный пакет.

Достоинствами программы Microsoft Power Point являются:

- наличие стандартного набора шаблонов заднего плана и готовых форм разметки для расположения текстовых, графических и других элементов в кадре, а также возможно и авторское оформление слайдов;

исключительная простота и самые широкие возможности редактирования, что позволяет легко изменять дизайн, структуру и содержание презентации вплоть до полной замены всего содержания - это позволяет использовать готовые презентации одного курса как основу для быстрого создания презентаций по любому предмету;

- большие возможности в области интернет-технологий, позволяющие, сохранив презентацию учебного курса как веб-страницу или веб-архив, опубликовать ее в интернете, сделав доступной для других заинтересованных пользователей, как для индивидуальной, так и для совместной работы (либо в режиме веб-обсуждения, либо в режиме

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						01
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

реального времени в собраниях по сети). Здесь уже необходимо отметить и уникальную возможность проводить учебные занятия (осуществлять вещание презентации) через интернет. Это позволяет проводить учебные занятия, даже когда учащиеся находятся в разных местах; также можно записать и сохранить сеанс вещания для последующего просмотра (повторения, анализа и т.д.);

- о стимулирование активной деятельности студентов на уроке (чему способствует более привлекательная форма посещения урока как презентации);

- возможны два варианта демонстрации слайдов: автоматическое, сменой кадров управляет сама программа и ручное продвижение, когда смена кадров осуществляется с помощью клавиатуры (мыши), что удобно при чтении лекции, так как смена слайдов зависит от быстроты речи педагога, а не наоборот, и существует возможность быстрого возврата назад при необходимости;

- несомненным достоинством является возможность использования всех доступных в настоящее время способов предъявления информации в текстовом, графическом, анимированном виде, включение в документ видео и аудиофрагментов;

- возможность подключения компонентов реализованных с помощью других технологий позволяющих не ограничиваться только стандартным предъявлением информации в виде сообщения, но также и активизировать внимание.

Использование компьютерных технологий для подготовки и демонстрации качественных слайдов имеет ряд своих особенностей и подводных камней. Независимо от способов показа слайдов, можно предложить два варианта построения электронного лектория:

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						02
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

- отдельные, заранее жестко не связанные кадры, демонстрация которых осуществляется выборочно, по мере необходимости. Слайды представляют собой графические изображения (картинки). Рекомендуется по возможности использовать не более 12 – 16 файлов. Достоинства этого варианта - быстрый выбор произвольного слайда, простая компоновка (подбор) серии слайдов. Недостатками являются ограничение на количество слайдов для одной лекции, вынужденные паузы, связанные с поиском и открытием следующего кадра;

- заранее спроектированная последовательность слайдов (кадров) целостного занятия. Его достоинства - быстрая подготовка отдельных кадров и всего электронного лектория, удобная сортировка, а также временное отключение некоторых слайдов, наличие встроенных эффектов, возможность использования аудиооформления (звуковой фон, речевое озвучивание) и др.

Недостаток в меньшей гибкости во время чтения лекции по сравнению с первым вариантом.

Учитывая наличие учебного класса, оснащенного компьютерным проектором, самым оптимальным является разработка комплекта презентационного материала в программе Microsoft Power Point из пакета Microsoft Office и демонстрация его с помощью проектора в ходе чтения лекции. Применение презентационного материала позволяет активизировать учебно-познавательную деятельность, но требует тщательной подготовки материала для слайдов и также тщательной подготовки преподавателя.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						03
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ВЫВОД:

В методической части выпускной квалификационной работы был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработано учебное занятие теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разрабатывалось для слушателей, обучающихся в отделе технического обучения АО «Уралтрансмаш».

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						04
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс обработки детали «Корпус планетарного редуктора», так же произведен анализ конструкции детали и ее химический состав и произведено экономическое обоснование технологического процесса. В экономической части проекта приведены расчеты и обоснованы все приведенные затраты на оборудование, заработную плату и энергоресурсы.

В проектируемом технологическом процессе предложена обработка детали «Корпус планетарного редуктора» на современном оборудовании с ЧПУ, с применением прогрессивного режущего инструмента. Применяется токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC

Оборудование позволяет вести серийный выпуск деталей. Для обеспечения полной загрузки оборудования на данных станках будет производиться выпуск подобных деталей – других корпусов.

Так же был произведен расчет припусков для заготовки, выполнен чертеж заготовки, чертеж детали и выполнены плакаты станочных операций.

Был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации, разработан тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl» в рамках программы переподготовки станочников, работающих на предприятии.

Таким образом, поставленные задачи решены в полном объеме, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						05
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бурлаков С.Л. Литьё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
4. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
5. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
6. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Мугинова, Л. Н. Осадчая; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
7. Каталог металлорежущего инструмента «Sandvik». 2016/2017 - 1121с.
8. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
9. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
10. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
11. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		06

машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

12. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.

13. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.

14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

15. Отдел технического обучения [Электронный ресурс] <http://www.uraltransmash.com/index.php> Дата обращения 01.06.2018.

16. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.

17. Отливки алюминиевые. Технические условия. ГОСТ1583-93.

18. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennye/2018/>. Дата обращения 02.06.2018.

19. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2018.

20. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.

21. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						07
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

22. Справочник станка DMG [Электронный ресурс] – <http://www.itmstanki.com/index.dmg+mori> Дата обращения 16.05.2018.

23. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.

24. Сплав АК7ч [Электронный ресурс] – http://metallicheckiuy-portal.ru/marki_metallov/sto/351. Дата обращения 20.05.2018.

25. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).- Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

26. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование тех. процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

27. Техническое описание станка DMG MORI CTX beta 800 TC [Электронный ресурс] – <https://ru.dmgmori.com/products/machines>. Дата обращения 16.05.2018.

28. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

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

30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						08
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
1. Корпус планетарного редуктора	ДП 44.03.04.171.01	A1	1
2. Корпус планетарного редуктора (Отливка)	ДП 44.03.04.171.02	A1	1
3. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.171. Д01	A1	1
4. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.171. Д02	A1	1
5. Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.171. Д03	A1	1
6. Техничко-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.171. Д04	A1	1

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		09

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Презентация к занятию

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Управляющая программа

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса;

Маршрутная карта;

Карта эскизов;

Операционная карта;

Контрольная карта.

					ДП 44.03.04.171. ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист.	№ докум.	Подп.	Дата		