

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА»

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

Идентификационный код ВКР: 049

Екатеринбург

2019

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н. В. Бородина
«___» _____ 20__ г.

*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА»*

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»

специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Исполнитель:

студент группы ЗТО-406С

Маев И.В.

Руководитель:

Доцент к.п.н., зав. кафедрой ТМС

Бородина Н.В.

Екатеринбург

2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 110 листов машинописного текста, 39 иллюстраций, 32 таблиц, 32 использованных источника литературы, 4 приложения на 41 листе формата А4, графическую часть на 5 листах формата А1.

Ключевые слова: ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ПЛАН-КОНСПЕКТ ЗАНЯТИЯ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ.

В выпускной квалификационной работе:

- выбраны метод получения заготовки и технологические базы;
- разработан технологический процесс обработки детали, выбраны оборудование, инструмент и средства контроля;
- разработана управляющая программа обработки детали для станка с ЧПУ;
- произведен расчет технико-экономических показателей разработанного проекта.

В методической части ВКР рассмотрен вопрос подготовки рабочих на предприятии. Проанализирован профессиональный стандарт. Разработан учебный план и проработано одно из занятий. Разработана обучающая программа для проведения занятия.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ			
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата				
Разработал	Маев И.В.				Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус поворотного механизма» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.	Бородина Н.В.						3	79
						ФГАОУ ВПО РГПТУ ИИПО группа ЗТО- 406С		
Н. Контр.	Суриков В.П.							
Утверд.	Бородина Н.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1. Функциональное назначение детали «Корпус поворотного механизма».....	8
1.2. Анализ технологичности детали.....	11
1.2.1. Качественный анализ технологичности детали.....	11
1.2.2. Количественная оценка технологичности детали.....	12
1.3. Анализ марки материала.....	13
2. ВЫБРО ВИДА ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ.....	14
2.1. Определение типа производства.....	14
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	18
2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки.....	18
2.3.1. Определение исходного индекса.....	18
2.3.2. Определение припусков.....	20
2.3.3. Расчет межоперационных припусков.....	21
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА».....	26
3.1. Разработка нового технологического процесса	26
3.1.1. Выбор и описание оборудования.....	26
3.1.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус поворотного механизма».....	32
3.2. Выбор режущего инструмента.....	35
3.3. Выбор средств технического контроля.....	39
3.4. Расчет и назначение режимов резания.....	40
3.5. Расчет норм времени.....	43
4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	49

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
5.1. Требования к рабочему персоналу для обслуживания проектируемого технологического процесса механической обработки детали «Корпус поворотного механизма».....	52
5.2. Анализ требований профессионального стандарта к подготовке рабочих по профессии «Оператор станков с ПУ».....	52
5.3. Анализ подхода к переподготовке рабочего персонала на предприятии ООО «Новатор».....	54
5.4. Анализ содержания образовательной программы переподготовки «Оператор станков с ПУ» на соответствие требованиям профессионального стандарта.....	56
5.5. Разработка содержания занятия на тему: «Устройство и принцип действия ОЦ с ПУ HERMLE C32».....	58
5.5.1. Отбор содержания.....	58
5.5.2. Разработка иллюстративного материала.....	65
5.5.3. Разработка контрольно-измерительных материалов для проверки усвоения темы.....	66
6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	67
6.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	67
6.2. Расчет капитальных затрат и определение количества технологического оборудования	67
6.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	84
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Контрольный тест	90
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Презентация к уроку	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Технологический процесс обработки	98

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития машиностроения главным требованием к производству в условиях формирующейся рыночной экономики является экономический фактор. Требование конкурентоспособности для производства ставит задачу повышения качества выпускаемой продукции, увеличение ассортимента при одновременном снижении ее себестоимости.

Реальным решением комплекса поставленных задач может стать автоматизация производства.

За последние годы процесс переоснащения производства новым оборудованием с ЧПУ приобретает все более возрастающую значимость. В настоящее время основная часть металлорежущего оборудования морально и физически устарела, пришла в крайнюю степень изношенности.

Сейчас процесс перехода на новые технологии и освоения нового оборудования в той или иной степени уже затронул многие предприятия – от частных небольших предприятий до структурообразующих гигантов.

Перевооружение дошло и до производств, где выпускают продукцию по давно отлаженному технологическому процессу.

Переход на обработку деталей на станках с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает ряд преимуществ, таких как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования и, как следствие, производственных площадей;
- сокращение количества персонала;
- отказ от некоторых технологических приспособлений и упрощение их конструкции.

Целью дипломного проекта является: разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус поворотного механизма» на основе применения станков с ЧПУ.

Задачами дипломного проекта являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Корпус поворотного механизма»;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;
- Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ;
- Дать экономическое обоснование технологического процесса;
- Разработать методику переподготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		7

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Исходными данными для выпускной квалификационной работы являются:

Рабочий чертеж детали «Корпус поворотного механизма».

Рабочий чертеж заготовки «Корпус поворотного механизма».

Тип производства – среднесерийное.

Технико-технологические характеристики фрезерного ОЦ с ЧПУ HERMLE C32.

1.1. Функциональное назначение детали «Корпус поворотного механизма»

Каждое изделие предназначено для выполнения определённого процесса. Под служебным назначением детали понимают максимально уточнённую и чётко сформулированную задачу, для решения которой предназначена деталь.

Среди большого разнообразия изделий машиностроительной продукции весьма распространённую группу составляют корпуса, которые служат для размещения отдельных деталей, механизмов. Являясь важнейшими элементами конструкций.

Эти детали должны обеспечивать точность взаимного расположения установленных на них деталей и сборочных единиц, как в статическом положении, так и при эксплуатации изделия.

Корпусные детали весьма разнообразны по конфигурации и размерам. По служебному назначению и конструктивным формам они подразделяются на следующие группы:

Корпуса коробчатой формы в виде параллелепипеда, габаритные размеры которых имеют одинаковый порядок (корпуса редукторов, коробок перемены передач и т.п.).

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		8

Детали этой группы, как правило, имеют дополнительные стенки, ребра и перегородки, повышающие их жесткость. Корпуса коробчатой формы выполняются, как цельными, так и разъемными. При этом плоскость разъема может проходить по осям главных отверстий.

Корпусные детали с направляющими поверхностями (столы, каретки, салазки и т.п.). В процессе работы эти детали совершают возвратно-поступательное или вращательное движения, обеспечивая нормальное функционирование механизмов.

Корпусные детали типа кронштейнов, угольников, стоек, крышек и т.п. Эта группа объединяет наиболее простые по конструкции корпуса, которые выполняют функции дополнительных опор для обеспечения требуемой точности относительного положения отдельных механизмов, валов, зубчатых колес.

Необходимо отметить, что деление деталей на группы является условным, так как некоторые из них затруднительно отнести к определенной группе, и они применяются лишь для удобства пользования общими технологическими решениями.

В соответствии с целевым назначением корпусные детали должны обладать следующими свойствами: прочностью, жесткостью, герметичностью, виброустойчивостью, долговечностью.

Прочность является основным критерием работоспособности для корпусных деталей, подвергаемых большим нагрузкам, главным образом ударным и переменным. Для большинства корпусных деталей весьма существенным является критерий жесткости. Повышенные упругие перемещения в корпусах обычно приводят к неправильной работе механизмов, понижению точности работы машин, способствуют возникновению колебаний.

Герметичность характеризует непроницаемость стенок и соединений корпусов для сохранения смазки, жидких и газообразных состояний рабочей среды; она является важным требованием, обеспечивающим работоспособность изделий. Долговечность по износу имеет большее значение для корпусных деталей с направляющими или цилиндрами.

При изготовлении корпусных деталей должны быть обеспечены в установленных пределах параллельность и перпендикулярность осей основных отверстий относительно друг друга и плоских поверхностей; соосность отверстий для опор валов; заданные межосевые расстояния; точность диаметральных размеров и геометрической формы отверстий; перпендикулярность торцев осям отверстий; прямолинейность плоских поверхностей.

Данная деталь изображенная на рис.1 предназначена для передачи крутящего момента. Два отверстия, диаметром $20H7^{(+0,021)}$ центруются и в соответствии с соосностью являются базовыми. Сам вал диаметром $20h7_{(-0,021)}$, является главной составляющей механизма, для передачи крутящего момента. Для этого он проходит цементацию для того, что бы был износостойкий. Цементация $h0,9...1.3 \quad 57.....63 \text{ HRCэ}$.

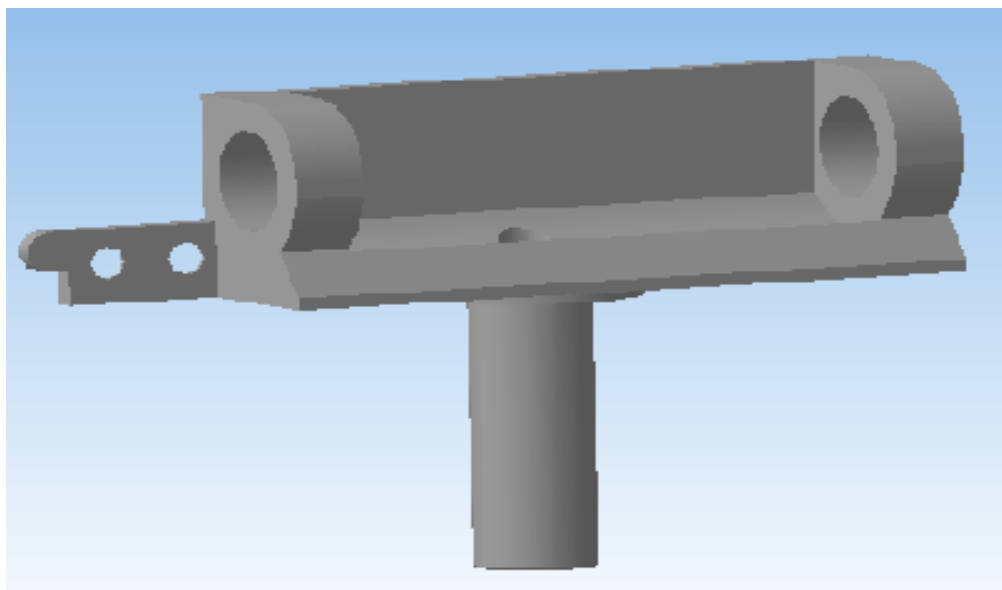


Рисунок 1 – Корпус поворотного механизма

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		10

1.2. Анализ технологичности детали

Конструкция детали технологична, если она обеспечивает простое и экономичное изготовление детали с минимальными затратами и высокой производительностью. Технологичность детали оценивается для конкретных условий производства.

Существует два вида оценки технологичности конструкции:

- Качественный
- Количественный

Кроме того, технологичность может быть оценена дополнительными техническими показателями:

- коэффициентом использования материала;
- коэффициентом унификации и стандартизации;
- коэффициентом точности и шероховатости поверхностей

В рамках данной работы был выполнен качественный и количественный анализ детали.

1.2.1. Качественный анализ технологичности детали

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.

Самыми точными поверхностями детали являются $\varnothing 20H7$ с шероховатостью $Ra=2,5$, $\varnothing 20h7$ с шероховатостью $Ra=1,6$.

Все остальные поверхности детали имеют свободные размеры, выполняемые по 14 качеству точности.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		11

Деталь «Корпус поворотного механизма», с габаритными размерами 151x66x 32 массой 0,72 кг.

По своей конструкции деталь «Корпус поворотного механизма» представляет среднюю по сложности форму, что удобно для механической обработки детали.

Каждая поверхность расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.

Всё выше сказанное говорит, что деталь технологична.

1.2.2. Количественная оценка технологичности детали

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

- 1) коэффициент использования материала:

$$K_{им} = M_d / M_z \quad (1)$$

где M_d – масса детали по чертежу, кг;

M_z – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = 0,72/1,1 = 0,65$$

- 2) коэффициент точности обработки детали:

$$K_t = T_n / T_o \quad (2)$$

где T_n – число размеров необоснованной степени точности обработки;

T_o – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_t = 0 / 30 = 0$$

- 3) коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = Ш_n / Ш_o \quad (3)$$

где $Ш_n$ – число поверхностей детали необоснованной шероховатости;

$Ш_o$ – общее число поверхностей.

$$K_{ш} = 0/30 = 0.$$

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что деталь довольно технологична. Рекомендовать какие-либо изменения очень сложно, т.к. ее конструкция продиктована служебным назначением.

1.3. Анализ марки материала

Материал детали – сталь 25ХГСА ГОСТ 4543-88.

Сталь хромокремнемарганцовая конструкционная легированная высококачественная.

Ответственные сварные и штампованные детали, применяемые в улучшенном состоянии: ходовые винты, оси, валы, червяки, шатуны, коленчатые валы, штоки и другие детали.

Химический состав и свойства стали 25ХГСА приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Химический состав в % стали 25ХГСА.

C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
0,22...0,28	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	не более			
				0,25	0,30	0,025	0,025

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C стали 25ХГСА.

σ_B , МПа	σ_T , МПа	σ_3 , %	ψ , %	а и в, %
690	835	10	40	3,5

2. ВЫБОР ВИДА ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

2.1. Определение типа производства

Годовая программа выпуска – 5000 штук.

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали (таблица 3).

Таблица 3 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

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

В соответствии с таблицей 3, при массе детали 0,72 кг и годовом объеме выпуска 5000 шт., определим тип производства как среднесерийное.

Одной из основной характеристик типа производства является коэффициент закрепления операции (ГОСТ 3.1121-84):

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

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

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

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, шт;

$T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

F_d – действительный годовой фонд времени, $F_d = 2015$ ч. (при односменной работе);

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства рекомендуется – 0,75...0,85, примем

$$\eta_{з.н.} = 0,75.$$

После расчета для всех операций значений $T_{шт}$ и m_p устанавливаем принятое число рабочих мест P , округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение m_p .

Все данные расчета запишем в таблицу (табл. 4).

Таблица 4 - Данные для расчета $K_{з.о.}$

Операция	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А	3,77	0,21	1	0,21	4
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ Б	7,40	0,41	1	0,41	2
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ В	1,44	0,08	1	0,08	9
020 Контрольная	0,6	0,03	1	0,03	25
030 Химпокрытие	-	-	-	-	
040 Контрольная	0,9	0,04	1	0,04	19
050 Шлифовальная с ЧПУ	1,06	0,06	1	0,06	13
051 Термическая	-	-	-	-	-
055 Контрольная	0,96	0,05	1	0,05	15
060 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	8,47	0,47	1	0,47	2
	$\Sigma T_{шт.} = 27,61$		$\Sigma P = 8$		$\Sigma O = 89$

$$m_{p010A} = \frac{5000 * 3,77}{60 * 2015 * 0.75} = 0,21$$

$$m_{p010B} = \frac{5000 * 7,40}{60 * 2015 * 0.75} = 0,41$$

$$m_{p010B} = \frac{5000 * 1,44}{60 * 2015 * 0.75} = 0,08$$

$$m_{p050} = \frac{5000 * 1,06}{60 * 2015 * 0.75} = 0,06$$

$$m_{p060} = \frac{5000 * 8,47}{60 * 2015 * 0.75} = 0,47$$

После чего для каждой операции вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (6)$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), определяем по формуле:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (7)$$

$$O_{010B} = \frac{0,75}{0,08} = 9$$

Для остальных операций расчет выполняется аналогично, после все полученные результаты заносят в таблицу 4.

Подсчитав суммарное значение ΣO и ΣP определяем $K_{з.о.}$ и тип производства.

$$K_{з.о.} = 89/8 = 11,13$$

Поскольку значение коэффициента $K_{з.о.}$ лежит в интервале от $10 \leq K_{з.о.} \leq 20$, что соответствует среднесерийному типу производства, то окончательно принимаем среднесерийное производства.

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

- определить форму организации производственного процесса;
- рассчитать величину партий их запуск в производство.

Согласно ГОСТ 14.312-74, форма организации производства может быть поточной или групповой.

В нашем случае мы имеем дело с групповой организацией производства. Количество деталей в партии (n, шт.) для одновременного выпуска определяется упрощенным способом по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (8)$$

где a – периодичность запуска, в днях (3 дня);

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = 5000 \cdot 3 / 254 = 59 \text{ шт.}$$

Таким образом производя расчет количества деталей в партии для одновременного выпуска принимается равным 59 шт, с периодичностью запуска в 3 дней, при количестве рабочих дней в году =254.

Серийному производству присущи следующие характеристики:

- 1) Повторяемость – периодическая;
- 2) Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное;
- 3) Приспособления – специальные, переналаживаемые;
- 4) Режущий инструмент – универсальный и специальный;
- 5) Измерительный инструмент – универсальный и специальный;
- 6) Настройка станка - станки настроенные;
- 7) Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса;

Вид заготовки – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки;

- 8) Применение разметки – ограниченное;
- 9) Методы достижения точности - метод полной и неполной взаимозаменяемости;
- 10) Степень детализации технологических процессов – более детальные технологические разработки (маршрутно-операционные и операционные техпроцессы);
- 11) Виды нормирования работ – техническое нормирование серийного производства;
- 12) Квалификация рабочих – различная;
- 13) Себестоимость продукции- средняя.

2.2. Выбор метода получения заготовки

Правильно выбрать заготовку – это определить рациональный метод ее получения. Установить припуски на механическую обработку каждой из обрабатываемых поверхностей. Особенно важно выбрать вид заготовки и назначить наиболее оптимальные условия для ее изготовления в серийном производстве, когда размеры детали получают автоматически, на настроенных станках. 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, объем выпуска наиболее рациональным способом получения заготовки является штамповка на ГKM.

Штамповка на ГKM рентабельна в условиях серийного производства. Поковки получают достаточно точные заготовки, с небольшими припусками на механическую обработку.

2.3. Расчет параметров и конструирование заготовки

2.3.1. Определение исходного индекса

Исходный индекс для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений определяется в зависимости от массы,

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		18

марки стали, степени сложности и класса точности поковки по ГОСТ 7505-89.

Расчетная масса поковки определяется по формуле:

$$M_{п.р} = M_d \cdot K_p, \quad (9)$$

где M_d - масса детали, кг;

K_p - расчетный коэффициент, устанавливаемый в соответствии с [1 стр. 95, табл. 3.1].

Тогда масса поковки будет иметь следующее значение:

$$M_{п.р} = 1,44 \cdot 0,72 = 1,1 \text{ кг.}$$

Класс точности в поковки устанавливается в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления, а также исходя из предъявляемых требований к точности размеров поковки [1 стр. 96, табл.3.2].

Для принятого метода поковки можно принять класс точности Т3.

При назначении группы стали, определяющим является среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Ni). В соответствии с [1 стр. 97, табл. 3.4] можно принять для рассматриваемой стали группу М2.

Степень сложности определяют путем вычисления отношения массы $G_{п}$ поковки к массе геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки.

При определении размеров описывающей поковку геометрической фигуры допускается исходить из увеличения в 1,05 раза габаритных линейных размеров детали, определяющих положение её обработанных поверхностей.

Рассчитаем массу описывающей фигуры:

$$G_{п} = 1,05 \cdot \rho \cdot V_{п} \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

где ρ – плотность стали, кг/м³;

$V_{п}$ – объём цилиндра, мм³;

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (D_{\phi}^2 \cdot L_{\phi}) \quad (11)$$

где D_{ϕ} – диаметральный размер описываемого цилиндра, мм;

L_{ϕ} – линейный размер описываемого цилиндра, мм;

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (151^2 \cdot 66) = 1181320 \text{ мм}^3$$

$$G_{\Pi} = 1,05 \cdot 7,64 \cdot 1181320 \cdot 10^{-6} = 9,5 \text{ кг.}$$

Соотношение массы поковки и массы описывающей фигуры будет иметь следующее значение:

$$G_{\phi} / G_{\Pi} = 1,1 / 9,5 = 0,12.$$

В соответствии с полученными параметрами по таблице [1 стр. 96, табл. 3.3] можно принять степень сложности поковки С1.

Исходный индекс по известным параметрам по таблице [1 стр. 97, табл. 3.5] принимаем равным 16.

2.3.2. Определение припусков

Расчет припусков по ГОСТ 7505-89 сведен в таблицу 5.

Таблица 5 – Расчет размеров заготовки

Размер детали по чертежу	Допуск на размер заготовки	Припуск на обработку (на сторону)	Принятый размер заготовки с допуском
151	$2,7 \begin{pmatrix} +1,6 \\ -1,1 \end{pmatrix}$	Z1 = 5,5 Z2 = 5,5	$151 \begin{pmatrix} +1,6 \\ -1,1 \end{pmatrix}$
118	$2,2 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,9 \end{pmatrix}$	Z3 = 5,0 Z4 = 5,0	$128 \begin{pmatrix} +1,3 \\ -0,9 \end{pmatrix}$
94	$2,5 \begin{pmatrix} +0,7 \\ -1,8 \end{pmatrix}$	Z5 = 8 Z6 = 8	$78 \begin{pmatrix} +0,7 \\ -1,8 \end{pmatrix}$
67	$1,4 \begin{pmatrix} +0,8 \\ -0,6 \end{pmatrix}$	Z7 = 2,5 Z8 = 2,5	$72 \begin{pmatrix} +0,8 \\ -0,6 \end{pmatrix}$
12	$1,0 \begin{pmatrix} +0,4 \\ -0,6 \end{pmatrix}$	Z9 = 6,5 Z10 = 6,5	$25 \begin{pmatrix} +0,4 \\ -0,6 \end{pmatrix}$
54,5	$1,4 \begin{pmatrix} +0,8 \\ -0,6 \end{pmatrix}$	Z11 = 3,0 Z12 = 3,5	$55 \begin{pmatrix} +0,8 \\ -0,6 \end{pmatrix}$
40,5	$1,5 \begin{pmatrix} +0,9 \\ -0,6 \end{pmatrix}$	Z13 = 4,0 Z14 = 4,0	$48,5 \begin{pmatrix} +0,9 \\ -0,6 \end{pmatrix}$
$\phi 20$	$2,1 \begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,7 \end{pmatrix}$	Z15 = 5	$\phi 30 \begin{pmatrix} +1,4 \\ -0,7 \end{pmatrix}$

Эскиз заготовки представлен на рисунке 1.

Результаты расчетов сведем в таблицу 6.

Таблица 6 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 20h7_{(-0.021)}$	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	Δ_Σ	ε				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	250	2850		2305	22,23	$\begin{smallmatrix} +1,4 \\ -0,7 \end{smallmatrix}$	22,2	24,3	2,2	4,4
Фрезерование предварительное	100	125	171	30	1007	21,22	0,21	21,2	21,4	1,0	2,9
Фрезерование окончательное	50	60	143	0	792	20,48	0,052	20,5	20,6	0,7	0,9
Шлифование	25	30	114	0	506	19,979	0,021	19,979	20	0,5	0,6

Технологический маршрут обработки поверхности $\varnothing 20h7_{(-0.021)}$, состоит из предварительного, окончательного точения, выполняемых с одной установки и шлифования.

Элементы припуска R_z и h определяются по справочным данным [2,стр.186] и заносятся в табл. 6.

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяется по формуле:

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{\Delta_K^2 + \Delta_{cm}^2} \quad (12)$$

где: Δ_K – кривизна заготовки, мкм

Δ_{cm} – отклонение от оси отверстия, мкм

$$\Delta_\Sigma = \sqrt{2700^2 + 900^2} = 2850 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{пред.фрез.}} = \Delta_{\Sigma \text{загот}} \cdot K_y \quad (13)$$

K_y – коэффициент уточнения=0,06

$$\Delta_{\Sigma \text{пред.фрезер.}} = 2850 \cdot 0,06 = 171 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{окончат.фрез.}} = \Delta_{\Sigma \text{заг}} \cdot K_y \quad (14)$$

K_y – коэффициент уточнения=0,05

$$\Delta_{\Sigma \text{окончат.фрез.}} = 2850 \cdot 0,05 = 143 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma \text{шлиф.}} = \Delta_{\Sigma \text{заг.}} \cdot K_y \quad (15)$$

K_y – коэффициент уточнения=0,04

$$\Delta_{\Sigma \text{шлиф.}} = 2850 \cdot 0,04 = 114 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при черновой обработке равна: $\varepsilon = 30 \text{ мкм}$

Так как остальная обработка отверстия производится в одной установке, $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$.

Расчет минимальных значений межоперационных припусков произведем по формуле [2, стр.182]:

$$2Z_{i\min} = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \quad (16)$$

где R_z - шероховатости поверхности, мкм

h - высота микронеровностей, мкм

Δ_{Σ} - суммарное значение пространственных отклонений

ε – погрешность установки, мкм

$$2Z_{i\min \text{предвор.фрезер.}} = 2 \left(200 + 250 + \sqrt{2850^2 + 30^2} \right) = 1012 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\min \text{окончат.фрезер.}} = 2 \left(100 + 125 + \sqrt{171^2} \right) = 792 \text{ мкм}$$

$$2Z_{i\min \text{шлиф.}} = 2 \left(50 + 60 + \sqrt{143^2} \right) = 506 \text{ мкм}$$

Расчет минимальных размеров:

$$D_{i-1\min} = D_{i\min} + 2 Z_{i\min} \quad (17)$$

$$D_{\min \text{шлиф.}} = 19,979 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{чист.фрез.}} = 19,979 + 0,506 = 20,485 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{черн. фрез.}} = 20,485 + 0,792 = 21,227 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{заготовки}} = 21,227 + 1,007 = 22,234 \text{ мм}$$

Минимальные предельные размеры, получают округлением расчетных размеров.

$$D_{\min \text{ шлиф.}} = 19,979$$

$$D_{\min \text{ окончат.фрез.}} = 20,5 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ предв. фрез.}} = 21,2 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ заготовки}} = 22,2 \text{ мм}$$

Расчет максимальных размеров:

$$D_{\max} = D_{\min} + T \quad (18)$$

где $D_{\min}$ – минимальная величина размера, мм

T – допуск на размер, мм

$$D_{\max \text{ тонк.точ.}} = 19,979 + 0,021 = 20 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ окончат. фрез.}} = 20,5 + 0,052 = 20,552 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ предварит. фрез.}} = 21,2 + 0,21 = 21,41 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ заготовки}} = 22,2 + 2,1 = 24,3 \text{ мм}$$

Определение предельных припусков:

$$2Z_{\min i}^{np} = D_{\min i} - D_{\min i-1} \quad (19)$$

$$2Z_{\min \text{ шлиф.}}^{np} = 20,5 - 19,979 = 0,521 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ окончат.фрез.}}^{np} = 21,2 - 20,5 = 0,7 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ предв.фрез.}}^{np} = 22,2 - 21,2 = 1 \text{ мм}$$

$$2Z_{\min \text{ загот.}}^{np} = 0,521 + 0,7 + 1 = 2,221 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max i}^{np} = D_{\max i} - D_{\max i-1} \quad (20)$$

$$2Z_{\max \text{ шлиф.}}^{np} = 20,522 - 20 = 0,522 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ окончат.фрез.}}^{np} = 21,41 - 20,552 = 0,858 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ окончат.фрез.}}^{np} = 24,3 - 21,41 = 2,89 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ загот.}}^{np} = 0,552 + 0,858 + 2,89 = 4,4 \text{ мм}$$

Определим общие припуски суммируя промежуточные припуски на обработку:

$$Z_{\max_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\max_i}^{np} \quad (21)$$

$$Z_{\min_o}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{\min_i}^{np} \quad (22)$$

Проверим правильность произведенных расчетов по формулам:

$$Z_{\max_i}^{np} - Z_{\min_i}^{np} = T_{i-1} - T_i \quad (23)$$

$$Z_{\max_o}^{np} - Z_{\min_o}^{np} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}, \quad (24)$$

$$4,3 - 2,221 = 2,1 - 0,021$$

$$2,079 = 2,079$$

Расчет произведен верно.

На основании расчета величин припуска определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

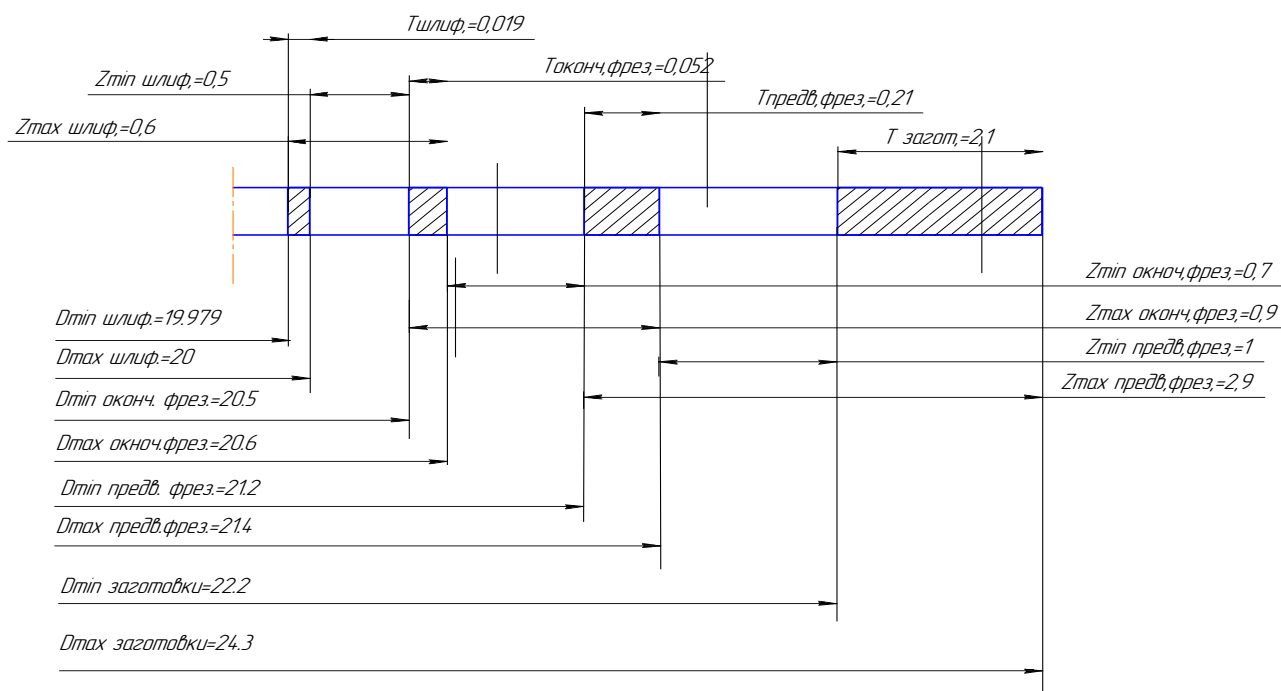


Рисунок 3 – Схема графического расположения припусков на обработку поверхности Ø20h7

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПОВОРОТНОГО МЕХАНИЗМА»

3.1. Разработка нового технологического процесса

Технологический маршрут обработки состоит из следующих станочных операций:

Операция 010 – Фрезерная на ОЦ с ЧПУ

Операция 015– Фрезерная на ОЦ с ЧПУ

Операция 020 – Фрезерная на ОЦ с ЧПУ

Операция 025 – Шлифовальная с ЧПУ

Операция 030 – Фрезерная на ОЦ с ЧПУ

Обработка производится на обрабатывающих центрах и станках с ЧПУ.

3.1.1. Выбор и описание оборудования

На операциях 010, 015, 020, 030, Фрезерная на ОЦ с ЧПУ используется фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C32.

Обрабатывающий центр HERMLE C32 представляет собой высокопроизводительный станок для комплексной обработки штампов, деталей коробчатой формы из стали, титана, сплавов легких металлов и других материалов, закреплённых на поворотном столе.

Станок обеспечивает высокую точность обработки как при 2,5-координатной обработке с позиционированием, так и при непрерывной многоосевой обработке.

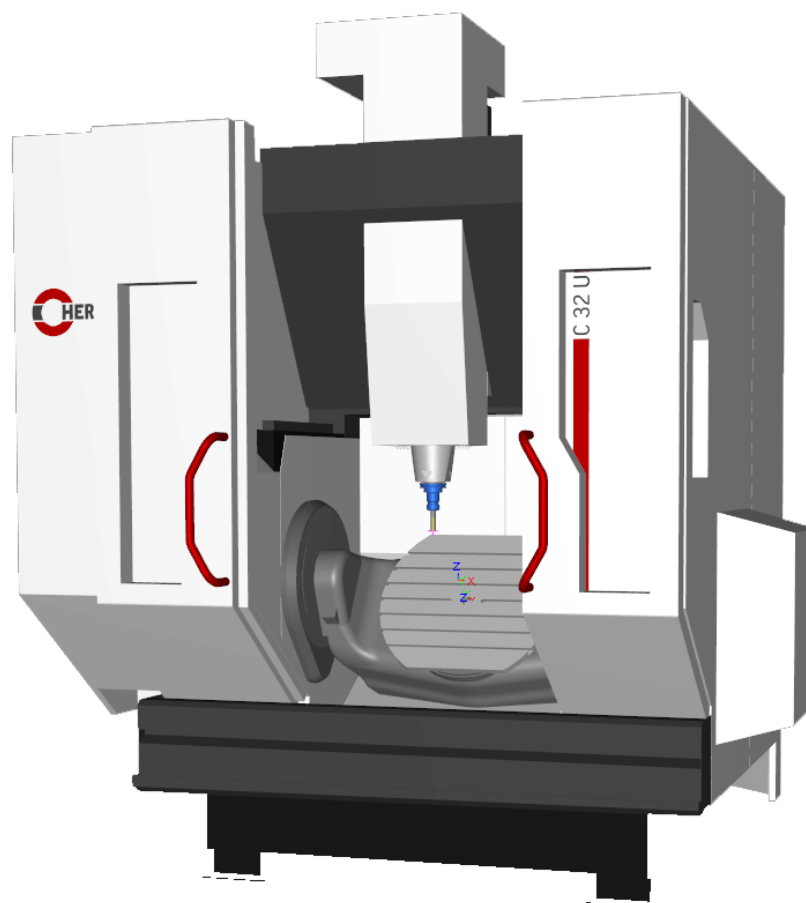


Рисунок 4 – Фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C32

Обработка производится путём перемещения шпинделя станка по двум линейным координатам (оси Y и Z), перемещения стола станка по линейной оси X, а также по двум поворотным осям: A (поворот вокруг оси X) и C (поворот вокруг оси Z). Поворот по оси A возможен в диапазоне -15° до 110° . Диапазон вращения по оси C – $N \times 360$.

Шпиндели на C32 имеют 4 диапазона частоты вращения и устройства зажима инструмента, что достаточно для выполнения самых разных технологических задач. Горизонтальный обрабатывающий центр оснащен инструментальным магазином. Смена инструмента осуществляется с помощью манипулятора в автоматическом цикле. В стандартном исполнении инструментальный магазин станка имеет 36 гнезд и компактно встроен в станину станка.

Загрузка магазина может осуществляться сбоку, для чего пульт управления можно отклонить в сторону.

Станок Hermle предназначен для высококачественной обработки деталей как на предприятиях, занятых крупносерийным производством, так и в небольших мастерских. На С32 можно обрабатывать заготовки весом до 1000 кг с высокой динамикой и одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотных столов с ЧПУ. На неподвижном зажимном столе можно крепить заготовки массой до 1500 кг, что идеально подходит для обработки по 3 осям крупногабаритных, громоздких и тяжелых деталей.

С 32 состоит из модулей красивой формы, причем высокотехнологичная модульная конструкция позволяет производить самое различное оборудование - от стандартного станка до гибкой производственной системы.

Обрабатывающий центр можно транспортировать в сборе и устанавливать без фундамента. Удобный доступ к его узлам и агрегатам облегчают проведение работ по техническому обслуживанию.

С 32 может оснащаться двумя типами систем управления:

1. Heidenhain iTNC 530 HSCI

- TFT-дисплей 19 дюймов
- Клавишный блок с полной клавиатурой, интегрированным трекболом, гнездами Ethernet и USB
- Полностью цифровое устройство благодаря интерфейсам HSCI и EnDat
- Программирование открытым текстом Heidenhain с smart.NC или IN/ISO
- Стандартные циклы сверления и фрезерования
- Циклы системы сканирования
- Произвольное контурное программирование
- Специальные функции для быстрой трехмерной обработки
- Автоматический расчет параметров резания
- Управление паллетами
- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		28

- Измерительный цикл для повышения точности обработки на наклонно-поворотном столе

2. Siemens S 840 D sl

- TFT-дисплей 19 дюймов

- Клавишный блок с полной клавиатурой, дополнительной панелью с интегрированным трекболом, запираемым выключателем и клавишами,

а также с гнездами USB и Ethernet

- Сплошная и гибкая концепция диагностики и сервиса

- Алгоритмы преобразования боковых поверхностей, 5-осевого преобразования и измерения технологических данных

- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

- Измерительный цикл для повышения точности токарной обработки

- Управление инструментом для всех станков: HTDI

- Операционная панель управления

Фрезеровать детали из материала, трудно поддающегося обработке, можно в рекордное время и с исключительной точностью. И это - при полной автоматизации процессов, вплоть до включения станка в гибкие технологические системы, что обеспечивает максимальную точность и высокую его готовность к применению.

HERMLE C32 имеет следующие свойства:

- большая рабочая зона по отношению к площади установки;

- большой диапазон угла поворота заготовки в рабочей зоне;

- эффективное использование всех перемещений рабочих органов танка;

- отсутствие скопления стружки на столе (наклон стола).

Техническая характеристика станка приведена в таблице 8.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		29

Таблица 8 - Технические характеристики фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ HERMLE C32

Рабочая зона	Пути перемещения	Ось X	650 мм
	Пути перемещения	Ось Y	650 мм
	Пути перемещения	Ось Z	500 мм
	Ускоренные ходы линейные (dynamic)	X-Y-Z	45-45-40 мм/мин 60-60-60 мм/мин
	Ускорение линейное (dynamic)	X-Y-Z	6 [10] м/с ²
	Усилие подачи линейное	X-Y-Z	8500 Н
Частота вращения Мощность/Крутящий момент	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	10000 об/мин 20 % ED	SK40/HSK A63 29 кВт /200 Нм
Система управления	Heidenhain	iTNC530	
	Siemens	Sinumerik 840 D sl	
Устройство смены инструмента	Количество гнезд в магазине	36 шт.	
	Время от зажима до зажима	ок. 4,5 сек	
Масса	(Стандартное исполнение без опций, монтажных деталей, заготовок и СОЖ)		11 т.

На операции 050 применяется шлифовальный станок с ЧПУ 250UDXB



Рисунок 5 – Шлифовальный станок с ЧПУ 250UDXB

250UDXB – это универсальные прецизионные станки, оснащенные контроллером со встроенными циклами шлифования, цифровой индикацией положения инструмента и возможностью работы в автоматическом и ручном режиме. Дополнительное устройство для внутреннего шлифования.

Технические характеристики станка представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Техническая характеристика шлифовального станка с ЧПУ 250UDXB

Параметры станка	Характеристика
1	2
Высота центров, мм	220
Расстояние между центрами, мм	500
Макс. шлифуемый диаметр, мм	200
Макс. масса между центрами, кг	60
Размеры, мм	d305×25xd127
Скорость вращения (шків), об/мин	1800
Макс. скорость шлифования, м/с	20
Ход по оси X, мм	203
Диапазон разворота, град	±30
Минимальная команда, мм	0,001
Постоянная подача, мм/мин	1000
Ход по оси Z, мм	650
Диапазон разворота, град	от 4 до –9
Постоянная подача, мм/мин	50—4000
Тип шпинделя	Режим неподвижного и свободного шпинделя
Центр	Конус Морзе № 2
Внутренний диаметр шпинделя, мм	14
Скорость вращения, об/мин	150/250/400 (50 Гц)
Ход шпинделя, мм	20
Шлифовальный шпиндель, кВт	1,5
Шпиндель передней бабки, кВт	0,2
Подача стола, кВт	0,4
Подача шлифовальной бабки, кВт	0,75
Насос подачи смазки, кВт	0,01
Насос подачи СОЖ, кВт	0,06
Магнитный сепаратор отходов, кВт	0,025
Общая потребляемая мощность, кВт	7
Длина, мм	2880
Ширина, мм	1662
Высота, мм	1600
Вес, кг	1700

3.1.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус поворотного механизма»

Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей представлен на рисунке 6.

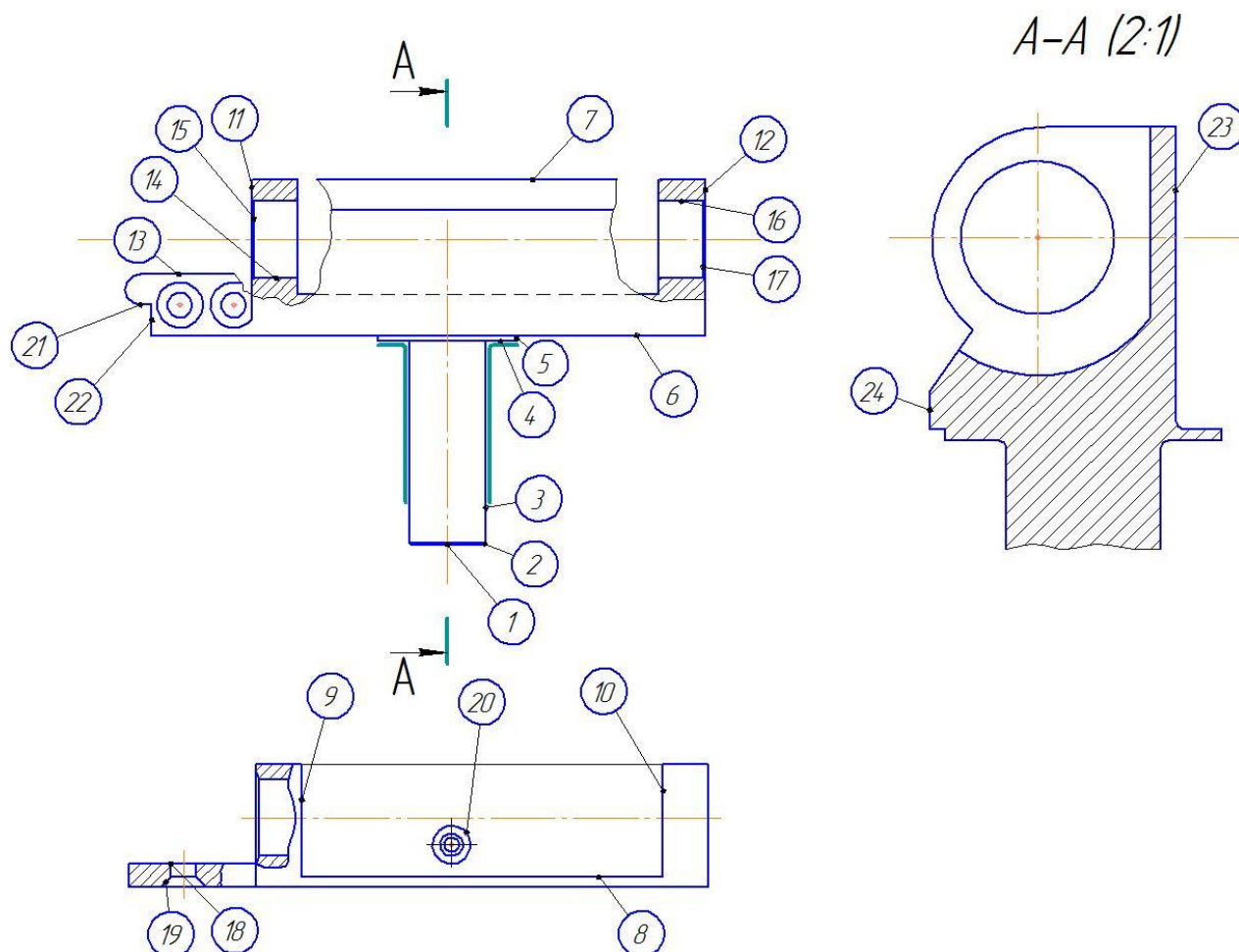


Рисунок 6 – Эскиз детали с номерами обрабатываемых поверхностей

Подробный технологический процесс обработки детали представлен в таблице 10.

Таблица 10– Технологический маршрут обработки детали «Корпус поворотного механизма»

№ опера-	Названи	Содержание операции	Операционный эскиз	Обору-дование
1	2	3	4	5
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать торец 1 однократно 3. Фрезеровать поверхность 3 предварительно 4. Фрезеровать поверхность 4 предварительно 6. Фрезеровать поверхность 5 предварительно 6. Фрезеровать поверхность 6 предварительно 7. Сменить инструмент 8. Фрезеровать поверхность 3 окончательно 9. Сменить инструмент 10. Фрезеровать поверхность 4 окончательно 11. Фрезеровать поверхность 5 окончательно 12. Фрезеровать поверхность 6 окончательно 13. Сменить инструмент 14. Фрезеровать фаску 2		ОЦ С ЧПУ HERMLE C32
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхности 7, 23, 24 3. Фрезеровать поверхность 12 4. Фрезеровать поверхность 11 5. Сменить инструмент 6. Сверлить 2 отверстия поверхн. 18 со снятием фаски 19 7. Сменить инструмент 8. Фрезеровать поверхность 13 предварительно 9. Фрезеровать поверхность 21 предварительно 10. Фрезеровать поверхность 22 предварительно 11. Фрезеровать радиус R4 12. Фрезеровать R15 13. Сменить инструмент 14. Фрезеровать поверхность 22 предварительно 15. Фрезеровать поверхность 21 предварительно 16. Сменить инструмент 17. Фрезеровать поверхность 13 предварительно 18. Сменить инструмент		ОЦ С ЧПУ HERMLE C32

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
015		19. Сверлить 2 отв.поверхн. 14,16 20. Сменить инструмент 21. Фрезеровать поверхности 8,9,10 22.Фрезеровать R15,1 23. Сменить инструмент 24. Сверлить отверстие 20 25. Сменить инструмент 26. Центровать отверстие A3,15		
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 3 начисто 3. Фрезеровать торец 6 начисто 4. Сменить инструмент 5. Центровать отверстие в торце		ОЦ С ЧПУ HERMLE C32
025	Шлифовальная с ЧПУ	1. Установить и закрепить 3. Шлифовать поверхность 3		Шлифовальный станок с ЧПУ 250UDXB

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5
030	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить 2. Фрезеровать поверхность 23 3. Фрезеровать поверхность 24 4. Фрезеровать поверхности 8,9,10 5. Сменить инструмент 6. Фрезеровать фаски 16,17 7. Сменить инструмент 8. Развернуть 2 отверстия 14,16 предварительно 9. Сменить инструмент 10. Развернуть 2 отверстия 14,16 окончательно 11. Сменить инструмент 12. Фрезеровать R15.6		ОЦ С ЧПУ HERM LE C32

3.2. Выбор режущего инструмента

Обработка металлов резанием является составляющей частью процесса производства большинства деталей. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной.

В данном проекте используются станки с ЧПУ.

Для уменьшения времени изготовления и улучшения качества детали обработка на операциях с ЧПУ будет вестись современным, высокопроизводительным инструментом фирмы «SECO»[35].

С этой системой без труда можно собрать самые разнообразные наладки. Она полностью отвечает широкому диапазону требований при работе на старом оборудовании и на современных станках.

Режущий инструмент выбирают с учетом:

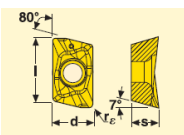
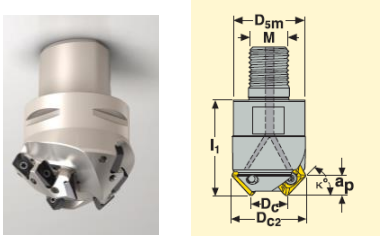
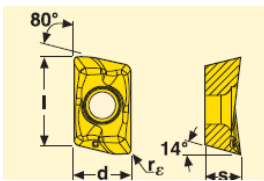
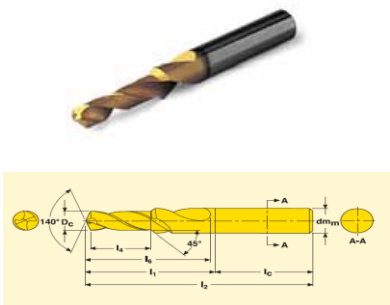
- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;
- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

Данные об используемом режущем инструменте приведены в таблице 11.

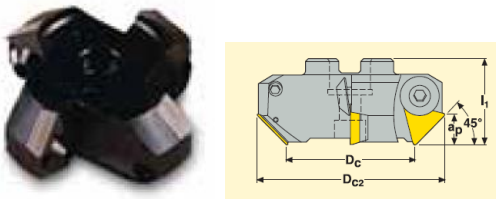
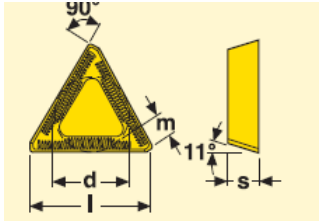
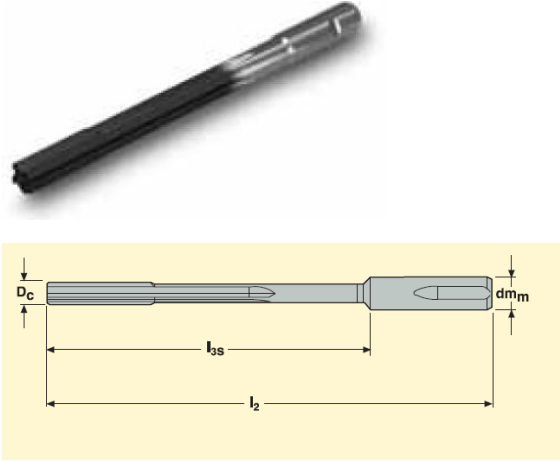
Таблица 11 – Режущий инструмент, используемы для обработки детали

№	Наименование и обозначение	Изображение	Материал
1	2	3	4
1.	Фреза торцовая Ø40 R220.88-0040-12-7SA. Пластина 1204AFTN-M15	 Фреза торцовая Пластина 1204AFTN-M15	Сплав МК3000

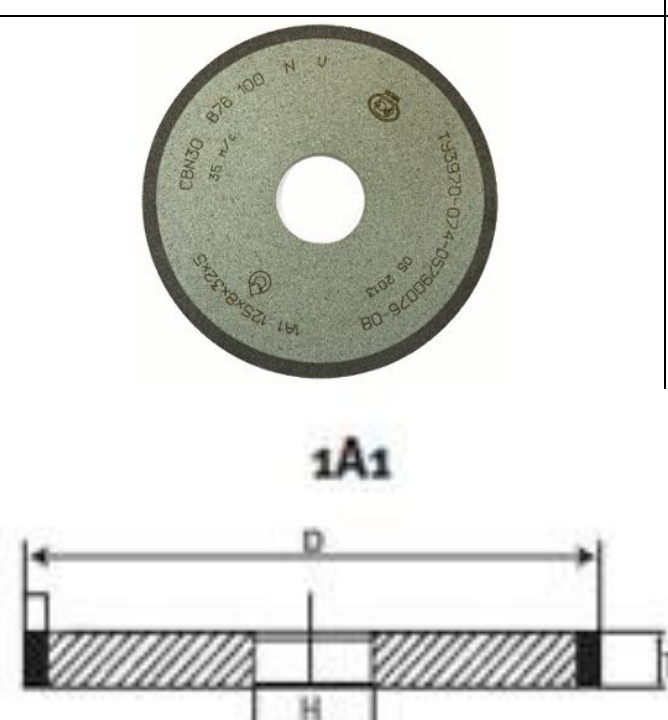
Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
2.	Фреза концевая Ø16 R217.69 – 1016.0.0-06- 2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05.	 Фреза концевая  Пластина ХОМХ 060202R – M05	Сплав МР3000
3.	Фреза концевая Ø50 R217.69 – 1050.0.0-06- 2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05.		Сплав МР3000
4.	Фреза фасочная Ø20 R217.49–1620.RE-ХО12- 45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08.	 Фреза фасочная  Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08	Сплав МР2500
5.	Фасочное сверло Ø6,5 SD203A-C45-6.5-16.5- 8R1.	 Фасочное сверло	Покрытие TiAlN+TiN

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4
6.	Фреза концевая Ø10 R217.69 – 1010.0.0-06- 2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05.		Сплав МР3000
7.	Фреза концевая Ø6 R217.69 – 1006.0.0-06- 2AN. Пластина ХОМХ 060202R – М05.		Сплав МР3000
8.	Сверло Ø10 SD203-10.0- 50-8R1		Покрытие TiAlN+TiN
9.	Сверло центровочное Ø3,15 SD203A-C90- 3,15.5-16.5-8R1.		Покрытие TiAlN+TiN
10.	Фреза фасочная Ø25 R220.47-0025. Пластина TRKN 2204PDTR – MD15	 Фреза фасочная  Пластина TRKN 2204PDTR – MD15	
11	Развертка Seco Nanofix NF10-19,5G10-EB45	 Развертка	Сплав RX2000

Окончание таблицы 11

1	2	3	4
14	Seco Nanofix NF10-20H7-EB45		Сплав RX2000
15	Эльборовый шлифовальный круг 1A1 125x8x32x5 ГОСТ17123-79		Эльбор

3.3. Выбор средств технического контроля

Выбор средств технического контроля представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Средства технического контроля

Название операции	Тип инструмента
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.Штангенциркуль ШЦ I 0-160 ГОСТ 166-89 2. Калибр-пробка гладкий Ø20H7 ГОСТ 21401-75 3.Калибр-пробка гладкий Ø6,5H14 ГОСТ 21401-75 4. Шаблоны фасочные 5. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
Шлифовальная с ЧПУ	1.Калибр-скоба Ø20h7 ГОСТ 18360-93 2. Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93

3.4. Расчет и назначение режимов резаний

Существует два метода для определения режимов резания:

- Расчетно-аналитический метод;
- Опытно-статистический метод.

Расчетно-аналитический метод основан на расчёте режимов резания по эмпирическим формулам, которые учитывают большое количество факторов, влияющих на процесс резания.

Аналитический расчёт режимов резания выполняется с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников.

Расчет режимов резания ведем согласно рекомендациям, представленным в каталогах SECO [35].

Приведем пример расчета режимов резания.

Операция 015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Переход 2. Фрезеровать поверхность 7

Фреза торцовая Ø40 R220.88-0040-12-7SA. Пластина 1204AFTN-M15. Сплав МК3000.

Глубина резания: $t = 3$ мм.

Назначаем подачу $S = 0,15$ мм/об.

Период стойкости фрезы $T = 45$ мин.

Начальная скорость резания $V_{C0} = 240$ м / мин.

Действительная скорость резания:

$$V_C = V_{C0} \cdot k_{HB} \cdot k_t, \quad (25)$$

где k_{HB} – поправочный коэффициент, зависящий от разности реальной твердости обрабатываемого материала и табличного значения;

k_t – поправочный коэффициент для периодов стойкости.

$$V_C = 240 \cdot 1,15 \cdot 1 = 280 \text{ м / мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин} \quad (26)$$

где V – скорость резания, м/мин

D – диаметр фрезы мм

$$n = \frac{1000 \cdot 280}{\pi \cdot 50} = 1783 \text{ об/мин}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу 13.

Таблица 13 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода и содержание	Материал режущей части	Размер обрабатываемой поверхности, мм диаметр (длина)	Элементы режима резания				
					Глубина резания, t , мм	Подача на оборот, S , мм/об (S_z , мм/зуб)	Частота вращения шпинделя, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Подача минутная, $S_{мин}$, мм/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать торец 1 однократно	МК3000	Ø40(26)	3	0,15	1783	280	267,5
		3. Фрезеровать поверхность 3 предварительно	МК3000	Ø40(53)	3	0,15	1783	280	267,5
		4. Фрезеровать поверхность 4 предварительно	МК3000	Ø40(1)	3	0,15	1783	280	267,5
		5. Фрезеровать поверхность 5 предварительно	МК3000	Ø40(8)	3	0,15	1783	280	267,5
		6. Фрезеровать поверхность 6 предварительно	МК3000	Ø40(152)	3	0,15	1783	280	267,5
		7. Сменить инструмент							
		8. Фрезеровать поверхность 3 окончательно	МР3000	Ø16(53)	2	0,1	3185	160	318,5
		9. Сменить инструмент							
		10. Фрезеровать поверхность 4 окончательно	МК3000	Ø50(1)	2	0,1	2038	320	203,8
		11. Фрезеровать поверхность 5 окончательно	МК3000	Ø50(8)	2	0,1	2038	320	203,8

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		12. Фрезеровать поверхность 6 окончательно	МК3000	Ø50(152)	2	0,1	2038	320	203,8
		13. Сменить инструмент							
		14. Фрезеровать фаску 2	MP2500	Ø20(0,75)	0,75	0,15	3185	200	477,8
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхности 7,23,24	МК3000	Ø50(118*2)	3	0,15	1783	280	267,5
		3. Фрезеровать поверхность 12	МК3000	Ø50(12)	3	0,15	1783	280	267,5
		4. Фрезеровать поверхность 11	МК3000	Ø50(11)	3	0,15	1783	280	267,5
		5. Сменить инструмент							
		6. Сверлить 2 отверстия поверхн. 18 со снятием фаски 19	TiAlN+TiN	Ø6,5(6)	3,25	0,1	1470	30	147
		7. Сменить инструмент							
		8. Фрезеровать поверхность 13 предварительно	МК3000	Ø50(25)	3	0,15	1783	280	267,5
		9. Фрезеровать поверхность 21 предварительно	МК3000	Ø50(26)	3	0,15	1783	280	267,5
		10. Фрезеровать поверхность 22 предварительно	МК3000	Ø50(8)	3	0,15	1783	280	267,5
		11. Фрезеровать радиус R4	МК3000	Ø50(14)	3	0,15	1783	280	267,5
		12. Фрезеровать R15	МК3000	Ø50(15)	3	0,15	1783	280	267,5
		13. Сменить инструмент							
		14. Фрезеровать поверхность 22 окончательно	MP3000	Ø10(26)	2	0,1	2548	80	254,8
		15. Фрезеровать поверхность 21 окончательно	MP3000	Ø10(26)	2	0,1	2548	80	254,8
		16. Сменить инструмент							
		17. Фрезеровать поверхность 13 окончательно	MP3000	Ø6(8)	2	0,1	3185	60	318,5
		18. Сменить инструмент							
		19. Сверлить 2 отв.поверхн.14,16	TiAlN+TiN	Ø18,5(12*2)	9,25	0,1	689	40	68,9
		20. Сменить инструмент							
		21. Фрезеровать поверхности 8,9,10	MP3000	Ø20(170)	2	0,1	849	160	84,9
		22. Фрезеровать R15,1	MP3000	Ø20(30)	2	0,1	849	160	84,9
		23. Сменить инструмент							
		24. Сверлить отверстие 20	TiAlN+TiN	Ø10(10)	5	0,1	955	30	95,5
		25. Сменить инструмент							
		26. Центровать отверстие A3,15	TiAlN+TiN	Ø3,15(10)	1,575	0,1	3033	30	303,3
020		1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 3 начисто	MP3000	Ø16(53)	0,5	0,1	3185	160	318,5
		3. Фрезеровать торец 6 начисто	MP3000	Ø16(8)	0,5	0,1	3185	160	318,5
		4. Сменить инструмент							
		5. Центровать отверстие в торце 1	TiAlN+TiN	Ø3,15(5)	1,575	0,1	3033	30	303,3

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
025	Шлифовальная с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Шлифовать поверхность 3	Эльбор	Ø20,2(53)	t=0,01мм h=0,1мм	S _{нр} = 50 мм/об	n _а = 472 об/мин n _к = = 1600 мин ⁻¹	V _д = = 30 м /мин V _к = = 35 м /с	-
030	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1. Установить и закрепить							
		2. Фрезеровать поверхность 23	MP3000	Ø20(34*2)	0,5	0,1	849	160	84,9
		3. Фрезеровать поверхность 24	MP3000	Ø20(8*2)	0,5	0,1	849	160	84,9
		4. Фрезеровать поверхности 8,9,10	MP3000	Ø20(170)	0,5	0,1	849	160	84,9
		5. Сменить инструмент							
		6. Фрезеровать фаски 16,17	T350M	Ø20(1*2)	1	0,15	1274	80	191,9
		7. Сменить инструмент							
		8. Развернуть 2 отверстия 14,16 предварительно	RX2000	Ø19,5(12*2)	0,5	0,2	408	25	81,6
		9. Сменить инструмент							
		10. Развернуть 2 отверстия 14,16 окончательно	RX2000	Ø20(12*2)	0,25	0,2	398	25	79,6
		11. Сменить инструмент							
		12. Фрезеровать R15.6	MP3000	Ø19,85(30*2)	0,5	0,1	850	160	85

3.5. Расчет технических норм времени

Определение норм времени на операции производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{ук} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n} \quad (27)$$

где $t_{ш}$ — штучное время, мин.;

$T_{нз}$ — подготовительно-заключительное время, мин.;

n — размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд} \quad (28)$$

где $t_{осн}$ – основное время, мин.;

$t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$ – время на отдых и личные потребности, мин.;

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

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки.

Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} i \quad (29)$$

где l – расчетная длина;

i – число проходов;

S_M – величина минутной подачи.

Расчетная длина

$$L = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (30)$$

где $l_{вр}$ – величина врезания инструмента, мм; $l_{пер}$ – величина перебега.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе.

В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп} \quad (31)$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{on} \quad (32)$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{on} \quad (33)$$

Для примера рассчитаем нормы основного времени при сверлении отверстия (Операция 020, переход 2):

$$t_{осн} = \frac{12 + 4}{68,9} = 0,23 \text{ мин}$$

Расчет остальных норм времени представлен в таблицах 14 и 15.

Таблица 14 – Основное и вспомогательное время

Элементы операции	Расчетные размеры, мм				Режим обработки			Основное время, сек	Вспомогательн ое время, мин		Оперативное время, мин
	Длина обрабатываемой поверхности	Врезание и перебег	Число раб. ходов	Расчетная длина	Подача , мм/об	Частота вращения, об/мин	Минутная подача, мм/мин		На установку и снятие	Вспомогательное время в целом	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Операция 010– Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать торец 1 однократно	26	10	1	36	0,15	1783	267,5	1,08		0,15	1,23
3. Фрезеровать поверхность 3 окончательно	53	10	1	63							
4. Фрезеровать поверхность 4 предварительно	1	10	1	11							
5. Фрезеровать поверхность 5 предварительно	8	10	1	18							
6. Фрезеровать поверхность 6 предварительно	152	10	1	162							
7. Сменить инструмент										0,05	0,05
8. Фрезеровать поверхность 3 окончательно	53	5	1	58	0,1	3185	318,5	0,04		0,03	0,07
9. Сменить инструмент										0,05	0,05
10. Фрезеровать поверхность 4 окончательно	1	10	1	11	0,1	2038	203,8	0,94		0,09	1,03
11. Фрезеровать поверхность 5 окончательно	8	10	1	18							
12. Фрезеровать поверхность 6 окончательно	152	10	1	162							
13. Сменить инструмент										0,05	0,05
14. Фрезеровать фаску 2	0,75	5	1	5,75	0,15	3185	477,8	0,01		0,03	0,04
ИТОГО								2,07		0,67	2,74
Операция 015 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2.Фрезеровать поверхности 7,23,24	118	10	2	236	0,15	1783	267,5	1,04		0,09	1,13
3. Фрезеровать поверхность 12	12	10	1	22							
4. Фрезеровать поверхность 11	11	10	1	21							
5. Сменить инструмент										0,05	0,05
6. Сверлить 2 отверстия поверхн. 18 со снятием фаски 19	6	3	2	18	0,1	1470	147	0,12		0,03	0,15
7. Сменить инструмент											

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8. Фрезеровать поверхность 13 предварительно	25	10	1	35	0,15	1783	267	0,52		0,03	0,55
9. Фрезеровать поверхность 21 предварительно	26	10	1	36							
10. Фрезеровать поверхность 22 предварительно	8	10	1	18							
11. Фрезеровать радиус R4	14	10	1	24							
12. Фрезеровать R15	15	1	1	25							
13. Сменить инструмент										0,05	0,05
14. Фрезеровать поверхность 22 окончательно	26	5	1	31	0,1	2548	254,8	0,24		0,06	0,30
15. Фрезеровать поверхность 21 окончательно	26	5	1	31							
16. Сменить инструмент										0,05	0,05
17. Фрезеровать поверхность 13 окончательно	8	4	1	12	0,1	3185	318,5	0,04		0,03	0,07
18. Сменить инструмент										0,05	0,05
19. Сверлить 2 отв.поверхн.14,16	12	4	2	32	0,1	689	68,9	0,46		0,03	0,49
20. Сменить инструмент										0,05	0,05
21. Фрезеровать поверхности 8,9,10	170	5	1	175	0,1	849	84,9	2,47		0,03	2,50
22.Фрезеровать R15,1	30	5	1	35							
23. Сменить инструмент										0,05	0,05
24. Сверлить отверстие 20	10	3	1	13	0,1	955	95,5	0,14		0,03	0,17
25. Сменить инструмент										0,05	0,05
26. Центровать отверстие A3,15	20	3	1	23	0,1	3033	303,3	0,08		0,03	0,11
ИТОГО								5,11		0,93	6,04
Операция 020 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 3 начисто	53	5	1	58	0,1	3185	318,5	0,22		0,03	0,25
3. Фрезеровать торец 6 начисто	8	5	1	13							
4. Сменить инструмент											
5. Центровать отверстие в торце 1	10	3	1	23	0,1	3033	303,3	0,04		0,03	0,07
ИТОГО								0,26		0,36	0,62
Операция 025 – Шлифовальная с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Шлифовать поверхность 3	53	15	10	530	0,01	50	-	0,3		0,05	0,35
ИТОГО								0,3		0,35	0,65
Операция 030 – Комплексная на ОЦ с ЧПУ											
1. Установить и закрепить									0,3	0,3	0,3
2. Фрезеровать поверхность 23	34	6	2	40	0,1	849	84,9	4,94		0,09	5,03
3. Фрезеровать поверхность 24	8	6	2	28							
4. Фрезеровать поверхности 8,9,10	170	6	2	352							
5. Сменить инструмент										0,05	0,05
6. Фрезеровать фаски 16,17	1	5	2	12	0,15	1274	191,9	0,06		0,03	0,09
7. Сменить инструмент										0,05	0,05
8. Развернуть 2 отверстия 14,16 предварительно	12	6	2	36	0,2	408	81,6	0,44		0,03	0,47
9. Сменить инструмент										0,05	0,05
10. Развернуть 2 отверстия 14,16 окончательно	12	6	2	36	0,2	398	79,6	0,42		0,03	0,45
11. Сменить инструмент										0,05	0,05
12.Фрезеровать R15,6	30	5	2	70	0,1	850	85	0,52		0,03	0,88
ИТОГО								6,38		0,71	7,09

Нормы времени на операции в целом приведены в таблицы 15.

Таблица 15 - Нормы времени в целом на операцию

№ операции	Основное время на операцию, <i>t_o</i> , мин.	Вспомогательное время на опера- цию, <i>t_в</i> , мин.	Оперативное время, <i>t_{оп}</i> , мин.	Время на обслуживание, <i>t_{обс}</i>		Время на отдых <i>t_{отд.л.}</i>		Штучное время, <i>t_{шт}</i> , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, <i>T_{пз}</i> , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шк}</i> , мин
				%	мин.	%	мин.				
010	2,07	0,67	2,74	6	0,16	4	0,11	3,01	45	59	3,77
015	5,11	0,93	6,04	6	0,36	4	0,24	6,64	45	59	7,40
020	0,26	0,36	0,62	6	0,04	4	0,02	0,68	45	59	1,44
025	0,3	0,35	0,65	6	0,04	4	0,03	0,72	20	59	1,06
030	6,38	0,71	7,09	6	0,42	4	0,28	7,71	45	59	8,47
Итого											22,14

4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для разработки управляющей программы нам понадобится:

- Подобрать режущий инструмент
- Назначить режимы резанья
- Вычислить координаты опорных точек
- Построить траекторию движения инструмента

Управляющая программа для механической обработки детали «Корпус поворотного механизма» была спроектирована в программе «ADMAC»

в автоматическом режиме и после была произведена ее коррекция уже в ручную.

- ✓ Перечень используемого инструмента приведен в табл. 11.
- ✓ Назначенные режимы резания приведены в табл. 14.
- ✓ Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек показаны на операционных эскизах в графической части .

Перечень используемых подготовительных и вспомогательных функций представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Перечень используемых функций G и M

Функция	Значение
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G21	Ввод значений в мм
G54	Выбор системы координат заготовки
G80	Отмена постоянных циклов
G90	Ввод размеров в абсолютных значениях
G99	Подача мм/об
M6	Смена инструмента
M3	Включение оборотов
M5	Отключение оборотов
M8	Включение СОЖ
M9	Выключение СОЖ
M30	Конец УП

Код состоит из:

1. G функций
2. Координат
3. Режимов резания
4. M функций

Фрагмент управляющей программы обработки детали (Операция 060) представлен в таблице 17. В основе управляющей программы лежит траектория и координаты точек строки обхода инструментами обрабатываемой поверхности.

Таблица 17 – Управляющая программа для операции 060

Кадр УП	Расшифровка кадров УП
1	2
G17G21G54G95	Плоскость XY(G17), ввод значений в миллиметрах(G21), выбор системы координат заготовки(G54), подача мм/об(G95)
S849 M3	запуск вращения шпинделя с частотой 849 об/мин
FREZEROVANIE	
M01	останов по выбору
G0X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента
T01D1	фреза концевая D20
M06	смена инструмента
G0X59Y12Z40.5M08	ускоренное перемещение в точку 1, включение СОЖ
G1 Z1,5F0.1	фрезерование на рабочей подаче до точки 2
G0 X200Y200Z200	ускоренное перемещение в точку 0
X59Y-20Z6	ускоренное перемещение в точку 3
G1 Z1,5F0.1	фрезерование на рабочей подаче до точки 4
G0 X200Y200Z200	ускоренное перемещение в точку 0
X47Y12Z42	ускоренное перемещение в точку 5
G1 Z12,5	фрезерование контура детали, подача 0,1 мм/об
X-47	
Z42	
M9	выключение СОЖ
G0 X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента
(POVOROT CTOLA NA 180 ⁰)	
G0X59Y12Z40.5M08	ускоренное перемещение в точку 1*, включение СОЖ

Окончание таблицы 17

1	2
G1 Z1,5F0.1	фрезерование на рабочей подаче до точки 2
G0 X200Y200Z200	ускоренное перемещение в точку 0
X59Y-20Z6	ускоренное перемещение в точку 3
G1 Z1,5F0.1	фрезерование на рабочей подаче до точки 4
M9	выключение СОЖ
G0 X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента
FREZEROVANIE FASKY	
T02D2	фреза фасочная
M06	смена инструмента
M01	останов по выбору
S1247 M3	запуск шпинделя с частотой вращения 1247 об/мин
G0X59Y-6Z26,5M08	ускоренное перемещение в точку 9, включение СОЖ
G1X58,5 F0.15	фрезерование фаски с подачей 0,15 мм/об
X59	вывод фрезы из отверстия
(POVOROT CTOLA NA 180 ⁰)	
X58,5 F0.15	фрезерование фаски с подачей 0,15 мм/об
X59	вывод фрезы из отверстия
M9	выключение СОЖ
G0 X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента
(RASVERTYVANYE CHERNOVOE)	
T03D3	развертка D19.5
M06	смена инструмента
G43H03 M01	коррекция на длину вылета инструмента
S408 M3	запуск шпинделя с частотой вращения 408 об/мин
G0X59Y-6Z26,5M08	ускоренное перемещение в точку 9, включение СОЖ
G1X47 F0.5	развертывание отверстия с подачей 0,5 мм/об
X59	вывод развертки из отверстия
(POVOROT CTOLA NA 180 ⁰)	
X47 F0.5	развертывание отверстия с подачей 0,5 мм/об
X59	вывод развертки из отверстия
M9	выключение СОЖ
G0 X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента
(RASVERTYVANYE CHISTOVOE)	
T04D4	развертка D20H7
M06	смена инструмента
G43H04 M01	коррекция на длину вылета инструмента
S398 M3	запуск шпинделя с частотой вращения 398 об/мин
G0X59Y-6Z26,5M08	ускоренное перемещение в точку 9, включение СОЖ
G1X47 F0.25	развертывание отверстия с подачей 0,25 мм/об
X59	вывод развертки из отверстия
(POVOROT CTOLA NA 180 ⁰)	
X47 F0.25	развертывание отверстия с подачей 0,25 мм/об
X59	вывод развертки из отверстия
G30 X200Y200Z200	выход в позицию смены инструмента

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Требования к рабочему персоналу для обслуживания проектируемого технологического процесса механической обработки детали «Корпус поворотного механизма»

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.

Для обслуживания ОЦ с программным управлением, требуются рабочие следующих профессий:

- оператор станков с ПУ (3-5 разрядов);
- наладчик станков с ПУ (5 разряда);
- оператор –наладчик станков с ПУ (5 разряда).

В рамках выпускной квалификационной работы рассмотрены требования к подготовке операторов станков с ПУ.

5.2. Анализ требований профессионального стандарта к подготовке рабочих по профессии «Оператор станков с ПУ»

Оператор станков с ЧПУ (сверлильных, токарных, фрезерных и расточных) выполняет следующие основные функции:

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		52

- непосредственное обслуживание станка (подготовку и уборку рабочего места, установку и съем детали, уход за станком);
- производство контрольно-измерительных операций (осмотр заготовки, детали и режущего инструмента, измерение, контроль обработанных деталей);
- наладку станка на новую партию деталей (подготовку и установку рабочих органов станка, режущего инструмента и приспособлений для обработки деталей).

К концу обучения каждый рабочий должен уметь выполнять работы, предусмотренные квалификационной характеристикой, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии.

Далее рассмотрим анализ квалификационных требований к операторам станков с ЧПУ 4 разряда.

Обобщенная трудовая функция: Ведение процесса обработки с пульта управления сложных деталей по 7 - 10 квалитетам на станках с программным управлением. Обслуживание многоцелевых станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и манипуляторов (роботов) для механической подачи заготовок на рабочее место.

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

- наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–10 квалитетам.
- настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.
- установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях с выверкой в двух плоскостях.
- отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля

- подналадка механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.
- обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–10 квалитетам.

Таблица 18 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–10 квалитетам»

Наименование	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–10квалитетам.	Код	A/06.2	Уровень (подуровень) квалификации	4
Трудовые действия Необходимые умения	Обработка отверстий в деталях по 7-10 квалитетам				
	Обработка поверхностей деталей по 7–10 квалитетам				
	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке				
Необходимые знания	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции				
	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 7–10 квалитетам				
	Необходимые знания по трудовым функциям A/01.2 – A/05.2				
Трудовые действия	Обработка отверстий в деталях по 7–10квалитетам				

Следовательно, в процессе переподготовки рабочего по профессии «Фрезеровщик – универсал», на профессию «Оператор станков с ПУ», необходимо иметь образовательную программу, ориентированную на формирование выделенных трудовых функций, трудовых действий, знаний и умений.

5.3. Анализ подхода к переподготовке рабочего персонала на предприятии ООО «Новатор»

Переподготовка персонала в АО «ОКБ Новатор» проходит в учебном центре дополнительного профессионального образования ПАО «МЗИК».

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

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости;
- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников начальных, средних и высших учебных заведений;
- организация обучения и обучение собственного персонала.

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

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу: учебные кабинеты, лаборатории, компьютерный класс, два интерактивных класса (токарный и фрезерный), высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу, учебно-методический кабинет, техническую библиотеку, читальный зал, медицинский пункт, столовую. Все помещения оборудованы в соответствии с действующими правилами и санитарными нормами.

В учебном центре широко используются обучающие программы для повышения квалификации и переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ПУ».

5.4. Анализ содержания образовательной программы переподготовки «Оператор станков с ПУ» на соответствие требованиям профессионального стандарта

Учебный план (табл. 19) предназначен для ускоренного группового теоретического и индивидуального производственного обучения операторов станков с ЧПУ.

Продолжительность обучения на одного слушателя устанавливается в объёме 128 часов, из них 67 часов отводится на теоретическое обучение и 61 час – на практические занятия. В том числе, по 12 часов отводится для индивидуального производственного обучения непосредственно на станках с ЧПУ.

Таблица 19 - Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование дисциплины	Всего часов	В том числе	
			лекции	Практич. занятия
1	2	3	4	5
1.Общепрофессиональные дисциплины				
1.1.	Инженерная и компьютерная графика	10	4	6
1.2.	Материаловедение	12	8	4
1.3	Система менеджмента качества	8	6	-
1.4.	Охрана труда	4	4	-
1.5.	Экономика производства	2	2	-
1.6.	Оплата труда	2	2	-
1.7.	Трудовое законодательство. Основные положения.	2	2	-
2.Специальные дисциплины				
2.1.	Допуски и посадки. Основные понятия и положения.	2	2	-
2.2.	Основы резания металлов	6	6	-
2.3.	Технические измерения. Измерительный инструмент. Схемы замеров. Точность измерений.	8	6	2
2.4.	Организация инструментального хозяйства для обслуживания станков с ЧПУ	2	1	1
2.5.	Контрольно-измерительные машины. Характеристики и применение.	2	-	2

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5
3. Основы обработки деталей на станках с ЧПУ				
3.1.	Скоростная обработка. Определяющие принципы, особенности оборудования и оснастки. Оборудование с ЧПУ для высокоскоростной обработки	4	2	2
3.2.	Геометрические и технологические основы работы на станках с ЧПУ.	6	6	-
3.3.	Современный покупной режущий инструмент. Выбор и применение.	4	2	2
3.4.	Технологическая оснастка для станков с ЧПУ.	4	2	-
3.5.	Общие принципы, технологические приемы, организация работ по наладке станков с ЧПУ.	4	2	2
3.6.	Введение в программирование обработки на станках с ПУ. Разработка, редактирование, запись управляющих программ для станков с ЧПУ.	8	2	2
3.7.	САПР Power Mill	6	4	2
4. Управление, наладка, создание и редактирование программ, выполнение операций на типовых представителях оборудования с ЧПУ:				
4.1.	Обучающий практикум в системе SYM Plus 5.1 (Siemens). Точение и фрезерование (Turning and Milling).	20	-	20
4.2.	Лабораторный практикум по внедрению CAD/CAM-техно-логий обработки на ЧПУ мод. «Wabeco» с применением ПО «Adem»	8	-	8
4.3.	Работа с системой ЧПУ	4		4
4.4.	Работа с системой ЧПУ • токарная группа • обрабатывающие центры	4 4	-	4 4
	Итого:	128	7	61
5.	Резерв времени		10	
6.	Консультации		2	
7.	Квалификационный экзамен		4	
	Всего на 1 обучаемого:	144	83	61
	Всего на группу:	480	87	393

Цель программы – получение обучаемыми знаний и навыков работы по второй профессии «Оператор станков с ЧПУ», включающее:

- изучение освоенного и вновь приобретённого оборудования предприятия;
- усвоение современных принципов использования с ЧПУ, расширение производственных навыков в обслуживании, программировании и наладке станков и манипуляторов с ЧПУ, позволяющих обеспечить их оптимальное применение для изготовления качественной продукции;

- формирование первичных навыков работы в CAD-системах и в графических системах программирования (САМ-системы).

Содержание учебного плана соответствует выделенным функциям, но можно предложить дополнить план темой «Обрабатывающие центры с ПУ. Устройство и принцип действия». В нашем случае проходят переподготовку уже квалифицированные рабочие, следовательно мы можем убрать из учебно-тематического плана следующие пункты; 1.2., 2.1., 2.2., 2.3., 2.5. Учебный план уменьшится на 30 часов.

5.5. Разработка содержания занятия на тему: «Устройство и принцип действия ОЦ с ПУ HERMLE C32»

5.5.1. Отбор содержания

Обрабатывающий центр HERMLE C32 (рис.7) представляет собой высокопроизводительный станок для комплексной обработки штампов, деталей коробчатой формы из стали, титана, сплавов легких металлов и других материалов, закреплённых на поворотном столе.

Станок обеспечивает высокую точность обработки как при 2,5-координатной обработке с позиционированием, так и при непрерывной многоосевой обработке.



Рисунок 7 – Общий вид обрабатывающего центра с ЧПУ HERMLE C32

Обработка производится путём перемещения шпинделя станка по трем линейным координатам (оси X,Y и Z), перемещения стола станка по двум поворотным осям: A (поворот вокруг оси X) и C (поворот вокруг оси Z). Поворот по оси A возможен в диапазоне -15° до 110° . Диапазон вращения по оси C – $N \times 360$.

Шпиндели на C32 имеют 4 диапазона частоты вращения и устройства зажима инструмента, что достаточно для выполнения самых разных технологических задач. Горизонтальный обрабатывающий центр оснащен инструментальным магазином. Смена инструмента осуществляется с помощью манипулятора в автоматическом цикле. В стандартном исполнении инструментальный магазин станка имеет 36 гнезд и компактно встроен в станину станка.

Загрузка магазина может осуществляться сбоку, для чего пульт управления можно отклонить в сторону.

Станок Hermle предназначен для высококачественной обработки деталей как на предприятиях, занятых крупносерийным производством, так и в небольших мастерских. На С32 можно обрабатывать заготовки весом до 1000 кг с высокой динамикой и одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотных столов с ЧПУ. На неподвижном зажимном столе можно крепить заготовки массой до 1500 кг, что идеально подходит для обработки по 3 осям крупногабаритных, громоздких и тяжелых деталей.

С 32 состоит из модулей красивой формы, причем высокотехнологичная модульная конструкция позволяет производить самое различное оборудование - от стандартного станка до гибкой производственной системы.

Обрабатывающий центр можно транспортировать в сборе и устанавливать без фундамента. Удобный доступ к его узлам и агрегатам облегчают проведение работ по техническому обслуживанию.

С 32 может оснащаться двумя типами систем управления:

1. Heidenhain iTNC 530 HSCI

- TFT-дисплей 19 дюймов
- Клавишный блок с полной клавиатурой, интегрированным трекболом, гнездами Ethernet и USB
- Полностью цифровое устройство благодаря интерфейсам HSCI и EnDat
- Программирование открытым текстом Heidenhain с smart.NC или IN/ISO
- Стандартные циклы сверления и фрезерования
- Циклы системы сканирования
- Произвольное контурное программирование
- Специальные функции для быстрой трехмерной обработки
- Автоматический расчет параметров резания
- Управление паллетами
- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

- Измерительный цикл для повышения точности обработки на наклонно-поворотном столе

2. Siemens S 840 D sl

- TFT-дисплей 19 дюймов

- Клавишный блок с полной клавиатурой, дополнительной панелью с интегрированным трекболом, запираемым выключателем и клавишами, а также с гнездами USB и Ethernet

- Сплошная и гибкая концепция диагностики и сервиса

- Алгоритмы преобразования боковых поверхностей, 5-осевого преобразования и измерения технологических данных

- Опция программного обеспечения Kinematic Opt

- Измерительный цикл для повышения точности токарной обработки

- Управление инструментом для всех станков: HTDI

- Операционная панель управления

Фрезеровать детали из материала, трудно поддающегося обработке, можно в рекордное время и с исключительной точностью. И это - при полной автоматизации процессов, вплоть до включения станка в гибкие технологические системы, что обеспечивает максимальную точность и высокую его готовность к применению.

HERMLE C32 имеет следующие свойства:

- большая рабочая зона по отношению к площади установки;

- большой диапазон угла поворота заготовки в рабочей зоне;

- эффективное использование всех перемещений рабочих органов танка;

- отсутствие скопления стружки на столе (наклон стола).

Техническая характеристика станка приведена в таблице 20.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		61

Таблица 20 - Технические характеристики фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ HERMLE C32

Рабочая зона	Пути перемещения	Ось X	650 мм
	Пути перемещения	Ось Y	650 мм
	Пути перемещения	Ось Z	500 мм
	Ускоренные ходы линейные (dynamic)	X-Y-Z	45-45-40 мм/мин 60-60-60 мм/мин
	Ускорение линейное (dynamic)	X-Y-Z	6 [10] м/с ²
	Усилие подачи линейное	X-Y-Z	8500 Н
Частота вращения Мощность/Крутящий момент	Частота вращения Мощность/Крутящий момент	10000 об/мин 20 % ED	SK40/HSK A63 29 кВт /200 Нм
Система управления	Heidenhain	iTNC530	
	Siemens	Sinumerik 840 D sl	
Устройство смены инструмента	Количество гнезд в магазине	36 шт.	
	Время от зажима до зажима	ок. 4,5 сек	
Масса	(Стандартное исполнение без опций, монтажных деталей, заготовок и СОЖ)		11 т.

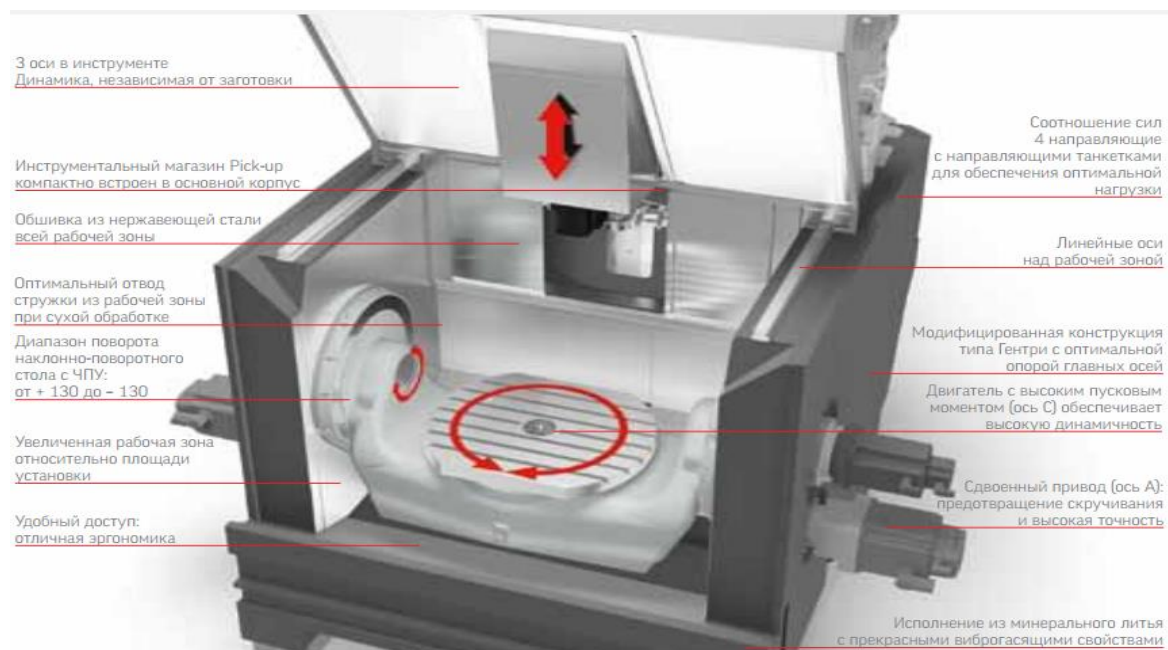


Рисунок 8 – Основные узлы станка

Магазин Pick-up (рис. 9) обрабатывающего центра С 32 с поворотным пультом управления встроен в станину, обеспечивая очень хороший доступ. В кольцевом магазине предусмотрено до 36 мест под инструменты. Максимальный вес инструмента составляет 8 кг, а его максимальная длина – 300 мм. В позициях смены инструмента смонтированы обдувочные форсунки.

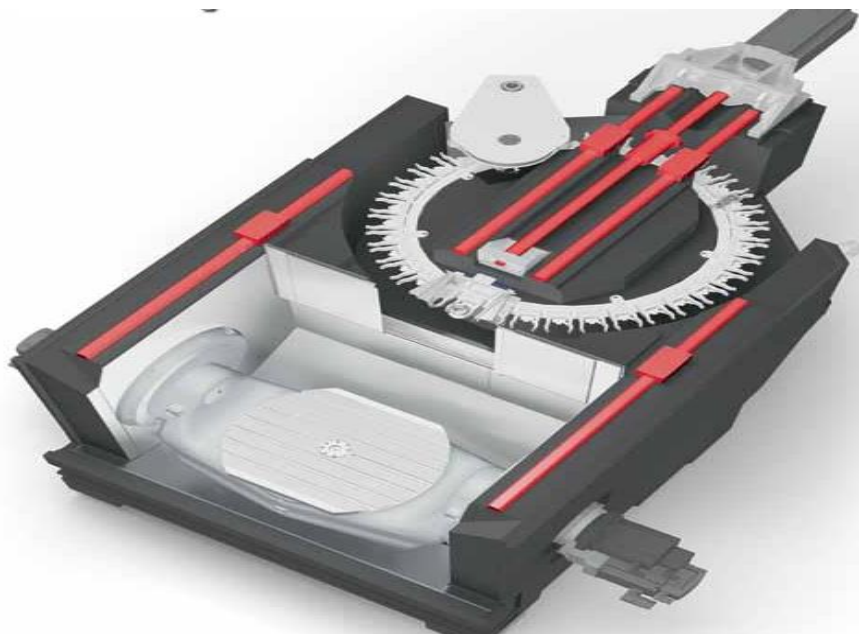


Рисунок 9 - Магазин Pick-up

При изготовлении деталей с отличным качеством необходимо учитывать множество самых разных факторов. Совершенствованием обработки и постоянно оптимизирует ее параметры. Именно поэтому HERMLE C32 имеет следующие свойства: - большая рабочая зона по отношению к площади установки - большой диапазон угла поворота заготовки в рабочей зоне - эффективное использование всех перемещений рабочих органов станка - большой диаметр обрабатываемой детали между стенками стола. С помощью наклонно-поворотных столов с ЧПУ компания Hermle произвела настоящую революцию в обработке по 5 осям. В модели C32 также реализуется обработка по 5 осям, преимущества которой полностью используются как на столах с червячным приводом, так и в высокودинамичном исполнении с приводом с высоким пусковым моментом.

Все столы полностью изготавливаются на производстве в Госхайме. Безупречность вместо компромиссов: благодаря рабочей концепции, при которой на зубчатое колесо непосредственно насаживается корпус стола, полностью отсутствует скручивание стола. Только так можно обеспечить максимальную точность при одностороннем или двойном приводе.

По своей концепции наклонно-поворотный стол с ЧПУ (рис. 10) практически ни в чем, кроме динамики, не уступает столу с высоким пусковым моментом, и является идеальным способом перехода к технологии обработки по 5 осям.



Рисунок 10 - Конструкция наклонно-поворотного стола с ЧПУ

Технические характеристики наклонно-поворотного стола следующие:

Поверхность зажима:	ø 650 x 540 мм
Рабочий диаметр стола:	ø 650 мм
Т-образные пазы:	параллельные, 7 шт. / 14H7
Диапазон поворота:	± 130 °
Тип привода оси вращения С:	Червячный
Частота вращения оси вращения С:	30 об/мин
Односторонний привод:	25 об/мин
Макс. нагрузка стола:	Односторонний привод: 600 кг.

Столы оснащаются самыми современными приводами, обеспечивающими высокую динамику при обработке по 5 осям, поскольку самая медленная ось определяет скорость при синхронном фрезеровании по 5 осям. С помощью двигателей с высоким пусковым моментом и адаптированных редукторов обеспечивается быстрое и, самое главное, исключительно точное позиционирование заготовок весом до 1000 кг. Конструкция привода стола приведена на (рис. 11).



Рисунок 11 -Привод наклонно-поворотного стола.

5.5.2. Разработка иллюстративного материала

На основе отобранного материала была создана презентация к занятию по теме: «Устройство и принцип действия ОЦ с ПУ HERMLE C32», представленная в приложении Г.

5.5.3. Разработка контрольно-измерительных материалов для проверки усвоения темы.

Оценка знаний, умений и навыков по результатам тестового контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Таблица 21– Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

Тест для контроля изученной темы представлен в приложении Б.

6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данной выпускной квалификационной работе производится разработка технологического процесса детали «Корпус поворотного механизма» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 5000 штук в год.

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

По разрабатываемому варианту применяем обрабатывающий центр HERMLE C32 и режущий инструмент фирмы «SECO».

6.2. Расчет капитальных затрат и определение количества технологического оборудования

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (24)$$

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

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

Основные характеристики технологического процесса представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, $t_{шт.к.}$, мин
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C32	3,77
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C32	7,40
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обрабатывающий центр с ЧПУ HERMLE C32	1,44

Окончание таблицы 22

025	Шлифовальная с ЧПУ	Шлифовальный станок с ЧПУ 250UDXB	1,06
030	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обработывающий центр с ЧПУ HERMLE C32	8,47

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (25)$$

где t - штучно- калькуляционное время операции, мин;

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

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

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

$k_{\text{вн}} = 1,0 \div 1,2$);

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

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_{\text{р}}}{100} \right), \quad (26)$$

где $F_{\text{н}}$ - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_{\text{р}}$ - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трех сменной работе):

$$F_{\text{н}} = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5268,3 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования. Ввиду не большого времени обработки на каждую операцию, вся обработка (кроме шлифования) будет производиться на одном станке.

$$q^{010,015,020,060} = \frac{21,08 \cdot 5000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,44 \text{ шт.}$$

Принимаем $q^{010,015,020,060} = 1 \text{ шт.}$

$$q^{050} = \frac{1,06 \cdot 5000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,02 \text{ шт.}$$

Принимаем $q^{050} = 1 \text{ шт.}$

Расчет технологического оборудования сведен в таблицу 23.

Таблица 23 – Сводная ведомость оборудования

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
HERMLE C32	0,351	0,44	1	0,23
250UDXB	0,018	0,02	1	
Итого	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,369$	0,46	$\Sigma C_n = 2$	

Так как станок загружен не полностью (средний коэффициент загрузки 23%), то они будут догружаться однотипными деталями, чтобы исключить просты станков.

Определений капитальных вложений в оборудование.

Оборудование не закупается, а уже имеется на предприятии, поэтому расчеты будут вестись по остаточной стоимости оборудования.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 24.

Таблица 24– Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	HERMLE C32	1	29	29	6500	-	-	-	6500
Станок с ЧПУ	250UDXB	1	7	7	1500	-	-	-	1500
Итого		2	36	36	8000	-	-	-	8000

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка составляют:

ОЦ с ЧПУ - $0,44 \cdot 6500 = 2\,860$ т. руб.

Станок с ЧПУ - $0,02 \cdot 1500 = 30$ т. руб.

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

$$K_{прг} = K_{уп} \cdot K_3 \cdot n \quad (27)$$

где: $K_{уп}$ – стоимость одной управляющей программы, $K_{уп} = 8000$ р.;

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

$n = 2$ количество операций для которых необходима программа

$$K_{прг} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 17600р.

6.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{\text{зп}} + Z_э + Z_{\text{об}} + Z_{\text{сн}} + Z_{\text{и}}, \quad (28)$$

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

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

$Z_{\text{зп}}$ - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{об}}$ - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$ - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$ - затраты на малоценный инструмент; р.

Затраты на основные материалы рассчитываем по формуле :

$$Z_m = K \cdot (Q_3 \cdot M_3 - Q_{\text{отх}} \cdot M_{\text{отх}}) \quad (29)$$

где: K – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы,

$K = 1,04\%$;

$Q_3 = 55$ р. – цена материала заготовки за кг., руб.;

$M_3 = 1,1$ кг – масса заготовки.;

$Q_{\text{отх}} = 14$ р. -цена за один кг отходов., руб.;

$M_{\text{отх}}$ – масса отходов, кг $M_{\text{отх}} = M_3 - M_d = 1,1 - 0,72 = 0,38$.;

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

$$Z_m = 1,04 \cdot (55 \cdot 1,1 - 14 \cdot 0,38) = 57,38 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_э + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (30)$$

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

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

$Z_э$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

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

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

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{np} = C_m \cdot t_{utm-k} \cdot k_{mn} \cdot k_{don} \cdot k_{esn} \cdot k_p, \quad (31)$$

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

t_{utm-k} – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

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

k_{don} – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

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

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

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$q_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{mn}}{F_p \cdot 60}; \quad (32)$$

где t – штучное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{год} = 5000$ шт;

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

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_p = 1790$ ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 24.

Пример расчета операции Комплексная на ОЦ с ЧПУ HERMLE C32:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 21,08 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 81,86 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников операции Комплексная на ОЦ с ЧПУ HERMLE C32:

$$\text{Ч}_{\text{ст}} = \frac{21,08 \cdot 5000 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,98 \text{ чел.};$$

Принимаем 1 человека

Таблица 25– Затраты на заработную плату станочников за одну деталь

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	21,08	81,86	0,98	1
Шлифовальная на ОЦ с ЧПУ	129,87	1,06	4,12	0,05	1
Итого			85,98	1,03	2

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{\text{зп}} = 85,98 \cdot 5000 = 429\,900 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot \text{Ч}_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (33)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 5000$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 1,15$;

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

$k_{\text{доп}} = 1,05$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_{п} \cdot n}{N}, \quad (34)$$

где: $g_{п}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_{п} = 0,46$ шт.;

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 10$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,46 \cdot 3}{10} = 0,138 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ чел.; Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

$$Ч_{контр.} = 0,07 \cdot 2 = 0,14 \text{ чел. Принимаем } 1 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,138 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 9,64 \text{ р.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,052 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 2,09 \text{ р.};$$

$$З_{контр.} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,0721 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{5000} = 3,84 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 26.

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,138	1	9,64
Транспортный рабочий	93,09	0,1	1	2,09
Контролер ОТК	123,3	0,14	1	3,84
Итого:			3	15,57

Определим затраты на заработную плату вспомогательных рабочих за год:

$$З_{\text{п}} = 15,57 \cdot 5000 = 77\,850 \text{ р.}$$

Рассчитаем общие затраты на заработную плату:

$$З_{\text{зп}} = 429\,900 + 77\,850 = 507\,750 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

$$507\,750 \cdot 0,3 = 152\,325 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

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

$$З_{\text{э}} = \frac{N_{\text{у}} \cdot k_{\text{N}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{в}} \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (35)$$

где $N_{\text{у}}$ – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_{N} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $k_{\text{N}} = 0,2 \div 0,4$;

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

$k_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,

$k_{од} = 0,75$ – при двух двигателях и $k_{од} = 1$ при одном двигателе;

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

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

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

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\Pi_э = 4,3$ р.

Для примера производим расчеты для ОЦ с ЧПУ по формуле HERMLE C32:

$$З_{э1} = \frac{29 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 21,08}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 4,3 = 29,38 \text{ р.}$$

Результаты расчета сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
HERMLE C32	29	0,351	29,38
250UDXB	7	0,018	0,11
Итого			29,49

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 29,49 \cdot 5000 = 147\,450 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (36)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (37)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ,

$H_{амН} = 12\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{об} = 5268,9$ ч;

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

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

Производим расчеты для операции на ОЦ с ЧПУ HERMLE C32 по формуле:

$$C_{ам1} = \frac{6500000 \cdot 0,12 \cdot 21,08}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 59,99 \text{ р};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ($C_{рем}$) определяем исходя из того, что производится дозагрузка оборудования.

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (38)$$

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{рем1} = \frac{6500000 \cdot 0,04 \cdot 21,08}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 19,99 \text{ р}.$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 28.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Таблица 28 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
HERMLE C32	6500	1	12	21,08	59,99	19,99
250UDXB	1500	1	12	1,06	0,69	0,23
Итого					60,68	20,22

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования за год рассчитывается по формуле:

$$З_{\pi} = (60,68 + 20,22) \cdot 5000 = 80,9 \cdot 5000 = 404\,500 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$З_{инс} = \frac{Ц_{пл} + Ц_{к} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{м} \quad (39)$$

где $Ц_{пл}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

$Ц_{к}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации;

N - количество граней сменной многогранной пластины (для круглой пластины $N = 6$);

b - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента: 0,9 для черновых переходов, 0,95 для чистовых;

$T_{м}$ - машинное время, мин;

T – нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 29.

Таблица 29 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая C,D,V	Трех-гранная T,W	Квадрат-ная S	Круглая R
Q - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$Z_{ин} = \frac{6 \times 500 + 6500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 1,08 = 4,4 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{C_{инс} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta, \quad (40)$$

где $C_{инс}$ - цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_{п}$ - число переточек;

$C_{п}$ - стоимость одной переточки, руб.;

T - период стойкости инструмента, мин;

T_o - машинное время, мин;

η - коэффициент случайной убыли инструмента ($\eta = 1,15$).

Определим затраты на эксплуатацию сверла:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 0,12 \cdot 1,15 = 1,84 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 30.

Таблица 30 – Затраты на эксплуатацию инструмента

Инструмент	Цена инструмента, Ц _{инс} , руб	Число переточек, β _п	Стоимость одной переточки, Ц _п , руб	Период стойкости инструмента, Т, мин	Машинное время, Т _о , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, С _{инс} , руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза торцовая Ø40 R220.88-0080-12-7SA. Пластина 1204AFTN-M15 Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	1,08	1 6	4,4
Фреза концевая Ø16 R217.69 – 1016.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	1,08	1 6	4,73
Фреза концевая Ø10 R217.69 – 1010.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	0,24	1 6	1,00
Фреза концевая Ø6 R217.69 – 1006.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	0,04	1 6	0,17
Фреза концевая Ø50 R217.69 – 1050.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	4,19	1 6	17,81
Фреза концевая Ø20 R217.69 – 10620.0.0-06-2AN. Пластина ХОМХ 060202R – M05. Сплав MP3000	6500 500	-	-	180	1,03	1 6	4,38
Фреза фасочная Ø20 R217.49-1620.RE-ХО12-45.3А Пластина ХОЕХ 120404TR – ME08. Сплав MP2500	4500 500	-	-	90	0,01	1 2	0,04
Сверло Ø6,5 SD203A-C45-6.5-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,12	1	1,84
Сверло Ø10 SD203A-C45-10.0-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,14	1	2,15
Сверло центровочное Ø3,15 SD203A-C90-3,15.5-16.5-8R1. Покрытие TiAlN+TiN	1500	2	150	45	0,08	1	1,23
Фреза фасочная Ø25 R220.47-0025. Пластина TRKN 2204PDTR – MD15 Сплав MP2500	1500	2	150	45	0,02	1	0,08

Окончание таблицы 30

Развертка Seco Nanofix NF10-19,5G10-EB45 Сплав RX2000	2500	-	-	60	0,44	1	25,28
Развертка Seco Nanofix NF10-2H7-EB45 Сплав RX2000	2500	-	-	60	0,42	1	23,77
Эльборовый шлифовальный круг 1A1 125x8x32x5 CBN30 B76 100 N V	500	2	150	45	0,3	1	0,19
Итого							87,07

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 31.

Таблица 31 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Затраты на материал	57,38
Заработная плата с начислениями	101,55
Затраты на технологическую электроэнергию	29,49
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	80,9
Затраты на инструмент	87,07
Затраты на УП	3,52
Итого	359,91

Анализ уровня технологии производства.

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (41)$$

где T^t – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}}(010) = \frac{3,77}{22,14} \cdot 100\% = 17\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(015) = \frac{7,40}{22,14} \cdot 100\% = 33\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(020) = \frac{1,44}{22,14} \cdot 100\% = 6,5\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(025) = \frac{1,06}{22,14} \cdot 100\% = 5\%.$$

$$Y_{\text{оп}}(030) = \frac{8,47}{22,14} \cdot 100\% = 38,5\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

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

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (42)$$

где $g_{\text{пр}}$ – количество единиц прогрессивного оборудования, $g_{\text{пр}} = 2$ шт.;

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 2$ шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{2} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (43)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{22,14} = 5821 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

В таблице 32 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 32 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	5000
Количество оборудования	шт.	2
Количество производственных рабочих	чел.	2
Количество вспомогательных рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,369
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		359,91
- затраты на инструмент	руб.	87,07
- заработная плата рабочих		101,55
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	5821
Коэффициент загрузки оборудования		0,23

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки технологического процесса механической обработки детали «Корпус поворотного механизма» были решены задачи поставленные во ведении, был произведен анализ технологичности конструкции детали «Корпус поворотного механизма», выбран наиболее подходящий способ получения заготовки.

Так же были разработаны маршрутные и операционные технологии механической обработки с учетом технических возможностей обрабатывающего центра HERMLE C32, был произведен выбор металлорежущего инструмента фирмы SECO и элементов режимов резания с учетом рекомендации производителей инструмента для выполнения технологического процесса.

Так же выполнено экономическое обоснование проекта с определением себестоимости одной детали и с сопутствующими затратами. Предложено и разработано улучшение программы о переподготовки персонала для используемого обрабатывающего центра.

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		84

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Безменов А.Е. Допуски, посадки и технические измерения: Учебник для техникумов. – М.: Машиностроение, 1969. – 322с.
3. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.
4. Белкин И.М. Средства линейно-угловых измерений. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987. – 386с. (Серия справочников для рабочих).
5. Бородина, Н. В. Дипломное проектирование: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Н. В. Бородина, Г. Ф. Бушков; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 89 с.
6. Воробьева Г. А., Складнова Е. Е., Леонов А. Ф., Ерофеев В. К. Инструментальные материалы: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Политехника, 2016. - 271 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58850>.
7. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений / Под ред. Ю.М. Соломенцева. М.: Высш.школа, Издательский центр «Академия», 2001. – 304с.
8. Галяветдинов Н. Р., Сафин Р. Р., Хасаншин Р. Р., Кайнов П. А. Основы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов: учебное пособие. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. - 112 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62519>

9. Грибов В.Д., Грузилов В.П. Экономика предприятия. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 368с.
10. Данилевский В.В. Технология машиностроения. – М: Машиностроение, 1994. – 220 с.
11. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В.Л. Технология
12. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. Технология машиностроения. Книга 1. Основы технологии машиностроения. – М: Высшая школа, 2003. – 278 с.
13. Клименков, С.С. Обрабатывающий инструмент в машиностроении [Электронный ресурс]: учеб. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2013.
14. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
15. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
16. Миронов А. В. Методическое обеспечение образовательного процесса: учебное пособие. - Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2016. - 95 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66809>.
17. Мирошин, Д. Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ: учеб. пособие для вузов [Гриф УМО] / Д. Г. Мирошин, Т. В. Шестакова, О. В. Костина; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 78 с.
18. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

19. Платонова, Н.А. Основы дипломного проектирования [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.А. Платонова, М.В. Виноградова. — Электрон. дан. — Москва: Дашков и К, 2013. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50229>. — Загл. с экрана.

20. Савицкий Е. Е. Обработка металла на станках с программным управлением. Практикум и средства контроля: учебное пособие. - Минск: Республиканский институт профессионального образования, 2015. - 104 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67674>.

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

22. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст]: учебник для вузов [Гриф Минобрнауки РФ] / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 599 с.

23. Технология машиностроения : учебное пособие для вузов [Гриф Минобрнауки РФ]. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; ред. С. Л. Мурашкин. - 2-е изд., доп. - Москва : Высшая школа, 2005. - 278 с.

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

25. Технология машиностроения: учебник для студ. высш. учеб. заведений / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погодин и др.] – М. Издательский центр «Академия», 2006. – 528 с.

26. Технология металлов и материаловедение. Кнорозов Б.В., Усова Л.Ф., Третьякова А.В. и др. М.: Металлургия, 1987. 800с

27. Фельдштейн, Е.Э. Режущий инструмент. Эксплуатация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2012. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2920>. — Загл. с экрана.

28. Чучкалова Е.И., Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Издательство ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

29. Шишмарев В.Ю. Машиностроительное производство: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев, Т.И. Каспина. —М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352с.

30. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.

31. Интернет ресурс. Адрес сайта: http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco_Frezerovanie_2015.pdf

32. Интернет ресурс. Адрес сайта: http://static.tverdyslav.ru/docs/Seco/Seco_Obrabotka_otverstiy_2015.pdf

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Чертеж заготовки «Корпус поворотного механизма»	A1
2	Чертеж детали «Корпус поворотного механизма»	A1
3	Иллюстрация техпроцесса. Операция 010	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. Операция 015	A1
5	Иллюстрация техпроцесса. Операция 030	A1
5	Фрагмент управляющей программы	A1
	Итого листов формата A1 – 6	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

КОНТРОЛЬНЫЙ ТЕСТ

Закончите утверждение, выбрав один из предложенных вариантов ответов.

1. Обрабатывающий центр HERMLE C32 оснащен..

- а) неповоротным столом
- б) поворотным столом

2. На станке HERMLE C32 обрабатываются детали весом до...

- а) 100 кг
- б) 1000кг
- в) 10000кг

3. На станке HERMLE C32 возможна обработка одновременно по....

- а) 2-м осям
- б) 3-м осям
- в) 4-м осям
- г) 5-ти осям

4. Станок HERMLE C32 оснащается системой управления...

- а) только Heidenhain iTNC 530 HSCI
- б) только Siemens S 840 D sl
- в) Heidenhain iTNC 530 HSCI или Siemens S 840 D sl

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		90

5. Диапазон поворота наклонно – поворотного стола

а) от $+120^0$ до -120^0

б) от $+130^0$ до -130^0

в) от $+140^0$ до -140^0

6. В магазин станка HERMLE C32 может устанавливаться до..

а) 6 инструментов

б) 16 инструментов

в) 26 инструментов

г) 36 инструментов

Ключ ответов:

1. а)

2. б)

3. г)

4. в)

5. б)

6. г)

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

«Устройство и принцип действия ОЦ с ПУ HERMLE C32»



Обработка центр HERMLE C32 представляет собой высокопроизводительный станок для комплексной обработки штампов, деталей коробчатой формы из стали, титана, сплавов легких металлов и других материалов, закрепленных на поворотном столе.

НАЗНАЧЕНИЕ

Станок Hermle предназначен для высококачественной обработки деталей как на предприятиях, занятых крупносерийным производством, так и в небольших мастерских. На С32 можно обрабатывать заготовки весом до 1000 кг с высокой динамикой и одновременно по 5 осям, при помощи наклонно-поворотных столов с ЧПУ. На неподвижном зажимном столе можно крепить заготовки массой до 1500 кг, что идеально подходит для обработки по 3 осям крупногабаритных, громоздких и тяжелых деталей.

ОСОБЕННОСТИ

- большая рабочая зона по отношению к площади установки;
- большой диапазон угла поворота заготовки в рабочей зоне;
- эффективное использование всех перемещений рабочих органов танка;
- отсутствие скопления стружки на столе (наклон стола).

Технические характеристики фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ HERMLE C32

Рабочая зона	Пути перемещения	Ось X	650 мм
	Пути перемещения	Ось Y	650 мм
	Пути перемещения	Ось Z	500 мм
	Ускоренные ходы линейные (dynamic)	X-Y-Z	45-45-40 мм/мин 60-60-60 мм/мин
	Ускорение линейное (dynamic)	X-Y-Z	6 [10] м/с ²
	Усилие подачи линейное	X-Y-Z	8500 Н
Частота вращения	Частота вращения	10000 об/мин 20 % ED	SK40/HSK A63 29 кВт / 200 Nm
Мощность/Крутящий момент	Мощность/Крутящий момент		
Система управления	Heidenhain	iTNC530	
Устройство смены инструмента	Siemens	Sinumerik 840 D sl	
	Количество гнезд в магазине	36 шт.	
	Время от зажима до зажима	ок. 4,5 сек.	
Масса	(Стандартное исполнение без опций, монтажных деталей, заготовок и СОЖ)		11 т.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

1. Heidenhain iTNC 530 HSCI

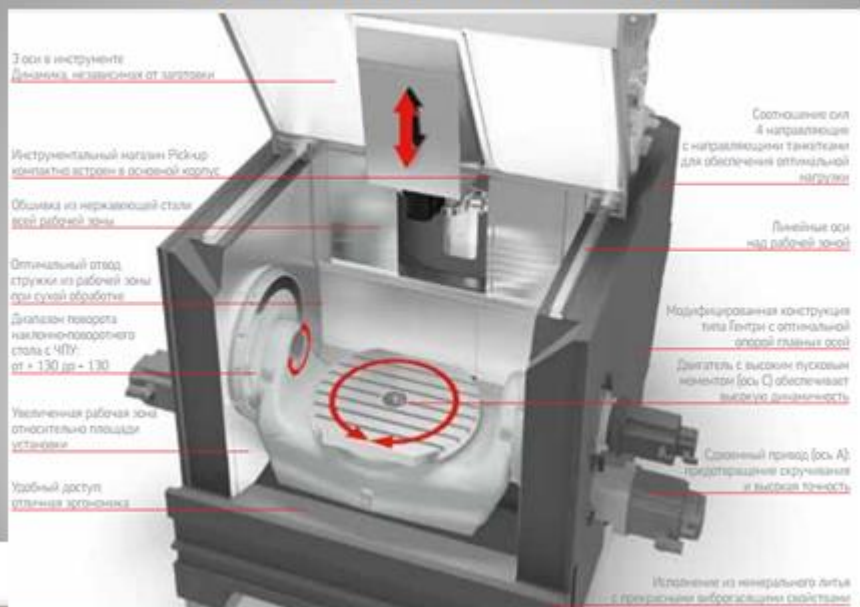
- TFT-дисплей 19 дюймов
- Клавишный блок с полной клавиатурой, интегрированным трекболом, гнездами Ethernet и USB
- Полностью цифровое устройство благодаря интерфейсам HSCI и EnDat Программирование открытым текстом Heidenhain с smart.NC или IN/ISO
- Стандартные циклы сверления и фрезерования
- Циклы системы сканирования
- Произвольное контурное программирование
- Специальные функции для быстрой трехмерной обработки
- Автоматический расчет параметров резания
- Управление паллетами
- Опция программного обеспечения Kinematic Opt
- Измерительный цикл для повышения точности обработки на наклонно-поворотном столе

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

2. Siemens S 840 D sl

- TFT-дисплей 19 дюймов
- Клавишный блок с полной клавиатурой, дополнительной панелью с интегрированным трекболом, запираемым выключателем и клавишами, а также с гнездами USB и Ethernet
- Сплошная и гибкая концепция диагностики и сервиса
- Алгоритмы преобразования боковых поверхностей, 5-осевого преобразования и измерения технологических данных
- Опция программного обеспечения Kinematic Opt
- Измерительный цикл для повышения точности токарной обработки
- Управление инструментом для всех станков: HTDI
- Операционная панель управления

ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ СТАНКА



МАГАЗИН PICK-UP



Магазин Pick-up обрабатывающего центра С 32 с поворотным пультом управления встроен в станину, обеспечивая очень хороший доступ. В кольцевом магазине предусмотрено до 36 мест под инструменты. Максимальный вес инструмента составляет 8 кг, а его максимальная длина – 300 мм. В позициях смены инструмента смонтированы обдувочные форсунки.

Конструкция наклонно-поворотного стола с ЧПУ

Технические характеристики наклонно-поворотного стола следующие:

Поверхность зажима:

ø 650 x 540 мм

Рабочий диаметр стола:

ø 650 мм

Т-образные пазы:

параллельные, 7 шт. / 14H7

Диапазон поворота:

± 130 °

Тип привода оси вращения С:

Червячный

Частота вращения оси вращения С:

30 об/мин

Односторонний привод:

25 об/мин

Макс. нагрузка стола: Односторонний

привод: 600 кг.



Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.049 ПЗ

Лист

96

Привод наклонно-поворотного стола с ЧПУ



Обеспечивает высокую динамику при обработке по 5 осям, поскольку самая медленная ось определяет скорость при синхронном фрезеровании по 5 осям. С помощью двигателей с высоким пусковым моментом и адаптированных редукторов обеспечивается быстрое и, самое главное, исключительно точное позиционирование заготовок весом до 1000 кг.

Принцип действия



Hermle C 32 U Schaftfraser - and mill cutter.mp4



High speed surfacing on Hermle C32.mp4

					ДП 44.03.04.049 ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		