

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.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профилю подготовки Машиностроение и материалобработка
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код: 762

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

Терешкевич Г.С.

Руководитель:

к.т.н, доцент

Суриков В.П.

Екатеринбург 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Исходные данные.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	7
1.1.2. Анализ технологичности детали	8
1.1.2.1. Качественный анализ на технологичность.....	8
1.1.2.2. Количественный анализ на технологичность.....	9
1.1.3. Определение типа производства.....	12
1.2. Анализ исходных данных.....	13
1.3. Разработка технологического процесса обработки детали.....	13
1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	13
1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	14
1.3.3. Выбор технологических баз.....	15
1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	16
1.3.5. Выбор режущего инструмента.....	29
1.4. Технологические расчеты.....	23
1.4.1. Расчет припусков	23
1.4.2. Расчет режимов резания	29
1.4.3. Расчет технических норм времени	33
1.4.4. Разработка фрагмента управляющей программы.....	

2.ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	36
2.1. Определение количества технологического оборудования.....	36
2.2. Определение капитальных вложений.....	38
2.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	38
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	49
Вводная часть.....	49
3.1. Описание условий обучения в учебном центре повышения квалификации при МГТУ им. Баумана.....	49
3.2 Анализ профессионального стандарта по профессии «наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.....	51
3.3. Разработка учебного плана.....	59
3.4 Составление тематического плана.....	60
3.5 Занятие теоретического обучения	61
3.6. План-конспект занятия.....	63
3.7 Разработка методического обеспечения.....	68
Заключение методической части.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70
Приложение А. Лист задания на выполнение ВКР.....	73
Приложение Б. Перечень листов графической части.....	74
Приложение В. Альбом технологической документации.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение - ведущий комплекс отраслей в промышленности. Уровень его развития определяет дальнейшее развитие всей промышленности нашей страны. Темпы экономического роста производства, увеличение внутреннего валового продукта зависят от уровня развития машиностроения.

Именно здесь закладываются основы широкого выхода на принципиально новые ресурсосберегающие технологии, повышение производительности труда и качества продукции.

В машиностроении широко внедряются гибкие переналаживаемые производства и системы автоматизированного программирования, автоматические линии, машины и оборудование со встроенными средствами микропроцессорной техники, многооперационные станки с ЧПУ, робототехнические и роторно-конвейерные комплексы

Целью выпускной работы являлось повышение эффективности производства за счет совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус распределителя».

Совершенствование технологического процесса заключается в том, что наряду с универсальным металлорежущим оборудованием применяется станки с ЧПУ.

Задачи, решаемые в рамках дипломного проекта приведены ниже.

- 1) Анализ служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Корпус распределителя»;
- 2) Выбор заготовки и метода ее получения;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Экономическое обоснование принятых технологических решений;
- 7) Разработка методической части.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исходные данные

Чертеж детали – ДП.44.03.04.762.02

Программа выпуска – 800 шт.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «корпус распределителя» предназначена для распределения жидкости в гидроприводе экскаватора. Конструкция детали представляет собой корпус с полусферической наружной поверхностью и перпендикулярно расположенному к нему квадрату с конической поверхностью и отверстием под втулку. Корпус крепится двумя отверстиями $\varnothing 12$. Для соединения с трубой служит верхняя резьба М28х2. Слева $\varnothing 20$ служит для подачи жидкости. Гребенка справа служит для соединения со шлангом.

Допускаемое отклонение неперпендикулярности осей правого диаметра относительно оси основной втулки равно 0,04мм.

Деталь «Корпус распределителя» относится к типу корпусных деталей. Корпусные детали – это базовые детали, служащие для размещения их в сборочных единицах и отдельных деталей.

Деталь «Корпус распределителя» изготавливается из конструкционной стали – сталь 35 ГОСТ 1050-88.

Химический состав стали 35л представлен в таблице 1 [1, табл. 138], механические свойства в таблице 2 [1, табл. 140].

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		6

Таблица 1 – Химический состав стали 35л, в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,32 - 0,4	0,2- 0,52	0,4- 0,9	до 0,3	до 0,045	до 0,04	до 0,3	до 0,3	97

Таблица 2 – Механические свойства стали 35л

Сортамент	Размер	Напр	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	КСУ	Термообр.	В
			МПа	МПа					
Отливки	До 100		500	280	15	25	350	Нормализация 860 - 880°C, Отпуск 600 - 630 °C	29

1.1.2. Анализ технологичности детали

1.1.2.1. Качественный анализ на технологичность

Получение заготовки методом отливки позволяет сократить время на снятие припусков при обработке поверхностей детали, тем самым уменьшить трудоемкость; получить заданную точность и шероховатость поверхностей.

Геометрическая форма заготовки обеспечивает возможность свободного извлечения ее из формы. Также геометрическая форма корпуса позволяет применить высокопроизводительные методы производства. Форма детали позволяет вести обработку фрезами и свёрлами. Свободный вход и выход инструмента из зоны обработки обеспечен. Заданные требования к точности размеров и

формы детали соответствуют его эксплуатационным характеристикам. Допуск перпендикулярности правой втулки относительно средней не более 0,04мм предусмотрен для обеспечения надежной (без перекосов) установки детали

1.1.2.2. Количественный анализ на технологичность

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим показателям:

- 1) коэффициенту унификации конструктивных элементов $K_{уэ}$;
- 2) коэффициенту точности обработки детали K_T ;
- 3) коэффициенту шероховатости поверхностей детали $K_{ш}$;
- 4) по коэффициенту использования материала $K_{им}$.

Для удобства проведения качественного анализа составлена таблица 3, в которую занесены данные чертежа детали.

Таблица 3 – Количественная оценка детали на технологичность

№ п/п	Элементы поверхностей деталей	Количество поверхностей	Количество унифицированных поверхностей	Квалитет точности обработки	Шероховатость поверхностей
1	2	3	4	5	6
1	Поверхность Ø22мм	1	1	h 7	3.2
2	Поверхность Ø15мм	2	2	H 14	2.5
3	Поверхность Ø25мм	1	1	H 11	2.5
4	Поверхность Ø25мм	1	1	h 7	12.5
5	Поверхность Ø12мм	1	1	H 14	3.2
6	Поверхность Ø30мм	1	1	h 14	12.5
7	Поверхность Ø30мм	1	1	h 6	3.2
8	Поверхность Ø20мм	1	1	h 14	2.5
9	Поверхность Ø12мм	2	2	H 14	2.5
10	Поверхность с резьбой M28x2	1	2	7g	2.5
11	Поверхность с резьбой M36x2	1	1	8g	2.5
12				H 14	3.2
13	Фаска 2x45°	2	2	h 14	12.5
14	Радиус закругления R1	2	2	h 14	3.2

Окончание таблицы 3 – Количественная оценка детали на технологичность

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{ср}}} = \frac{1}{7,35} = 0,136,$$

где среднее значение параметра шероховатости

$$B_{\text{ср}} = \frac{\sum(\text{графа№6} * \text{графа№3})}{\sum \text{графы №3}} = \frac{(12,5*6) + (3,2*11) + (2,5*5) + (2*16)}{37} = 7,35$$

Так как $K_{\text{ш}} = 0,136 < 0,32$ то деталь по данному показателю является технологичной.

4. Коэффициент использования материала $K_{\text{им}}$ определяется по формуле:

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}},$$

где $M_{\text{д}}$ – масса детали, кг, ($M_{\text{д}} = 4,4$ кг);

$M_{\text{з}}$ – масса заготовки, кг, (по исходному технологическому процессу $M_{\text{з}} = 5,6$ кг).

При $K_{\text{им}}$ больше 0,75 деталь технологична.

$$K_{\text{им}} = \frac{4,4}{5,6} = 0,78$$

$K_{\text{им}} = 0,78 > 0,75$. В рассматриваемом заводском технологическом процессе при изготовлении детали «Корпус распределителя» в качестве заготовки применяется отливка в песчано-глинистую форму.

1.1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. На данном этапе проектирования тип производства ориентировочно определим в зависимости от массы детали и объема выпуска.

По объему годового выпуска 800 штук в год и массе детали 4,4 кг можно предварительно сделать вывод, что производство среднесерийное [2, табл. 3.4, с. 33].

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121-84):

$$\hat{E}_{\text{з.л.}} = \frac{\sum \hat{I}}{\sum D},$$

где ΣO – суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

ΣP – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Приняты следующие соотношения:

$K_{3,0} \leq 1$ – массовое производство;

$1 < K_{3,0} \leq 10$ – крупносерийное производство;

$10 < K_{3,0} \leq 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{3,0} \leq 40$ – мелкосерийное производство;

$K_{3,0} > 40$ – единичное производство.

В соответствии с приведенной формулой для коэффициента закрепления операций $K_{3,0}$ необходимо установить соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест, предназначенных для проведения данного технологического процесса при условии загрузки этого оборудования в соответствии с нормативными коэффициентами.

Окончательно расчет $K_{з.о}$ следует выполнить после определения трудоемкости операций при расчете технических норм времени в разработанном технологическом процессе.

1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Чертеж детали выполнен в соответствии с ГОСТ 2.107 – 83 «Основные требования к рабочим чертежам» и ГОСТ 2.307 – 83 «Нанесение размеров и предельных отклонений», он содержит все данные, необходимые для изготовления, контроля и испытания изделия.

При обработке корпуса распределителя необходимо обеспечить:

- точности размеров ($\varnothing 30$ по h6; $\varnothing 22$, $\varnothing 25$ по H7; H11 M36x2 по 8g, остальные по H14, h14);
- точности формы (допуск некруглости отверстия $\varnothing 20$ не более 0,02мм);
- точности взаимного расположения (допуск неперпендикулярности осей корпуса распределителя относительно друг друга не более 0,04мм);
- качество поверхностного слоя (шероховатость поверхности $\varnothing 12, \varnothing 22, \varnothing 30R1$ - Ra-3,2мкм; $\varnothing 30, M36x2, \varnothing 12, \varnothing 25, G1-A$ – Ra = 2 мкм; $\varnothing 15, \varnothing 20$, всех фасок - Ra = 2.5мкм; остальные поверхности - Ra = 12.5мкм)

1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

Метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые формы. Заготовка имеет прямоугольника с полусферой: R = 56мм, h = 105мм, b = 58мм; с квадратом b=56мм, конусом L=25мм и цилиндра $\varnothing 20$ мм и длиной L=15мм, массой m=5,6кг. Масса готовой детали m=4,4 кг.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		12

На момент прохождения практики на заводе имелся только маршрутный технологический процесс и чертеж заготовки для изготовления данной детали.

На заводе в условиях серийного производства наряду с универсальным металлорежущим оборудованием целесообразно было бы применять станки с ЧПУ, что значительно повысило бы производительность и точность обработки.

1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

I. Изготовление моделей:

Модели изготавливают из дерева с учетом припусков. Модель подается в форме на участок формовки.

II. Изготовление формы:

Формируют полуформу низа и полуформу верха. Сборка формы:

Продуть полуформу низа и полуформу верха сжатым воздухом;

Накрыть полуформу низа полуформу верха.

III. Плавка металла:

Плавка ведется в газовой печи. Шахта приготавливается, измельчается и сушится. Сухая шахта загружается в газовую печь. Температура металла доводится до 750°..780°С. снимается шлак и переливается порция металла в тигель электрической печи, сопротивление доводится до красного цвета. Рафинируют металл хлористым алюминием, при помощи колокольчика снимают шлак с поверхности.

IV. Заливка формы:

Ковш подогревают до температуры 100°..150°С, набирают металл в ковш

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		13

и заливают форму непрерывной струей.

V. Выбивка формы:

Освободить опоки от формовочной земли.

Освободить отливку от формовочной земли.

VI. Передать отливку в первичную обработку. Перенести отливку из участка формовки на участок первичной обработки.

VII. Произвести первичную обработку отливок:

Освободить отливку от стержней.

Освободить отливку от заливов и заусенцев.

VIII. Окончательная очистка отливки:

Производится зачистка шлифованной машинкой ЦП-2014 А.

IX. Отрезки прибылей: прибыли отрезаются на фрезерном станке модели 6Р82Г.

X. Контроль и прием ОТК: отливки отправляются на участок механической обработки.

Несоблюдение этих технологических требований ведет к появлению брака в виде недолива и трещин.

1.3.3. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и мерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются:

- чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями;
- вид и точность заготовки;
- условия расположения и работы детали в машине.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		14

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

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии;

- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;

- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

При обработке деталей на первом установе в качестве установочной базы мы берем размер $L=37\text{мм}$, в качестве направляющей базы – размер $L=42\text{мм}$. При обработке деталей на втором установе в качестве установочной базы мы берем нижнюю поверхность с полусферой $R28$ и длиной $L=28\text{мм}$, в качестве направляющей базы- внутренний диаметр $\varnothing 16\text{мм}$, в качестве опорной базы наружные стенки детали размером $L=28\text{мм}$ и высотой 105мм .

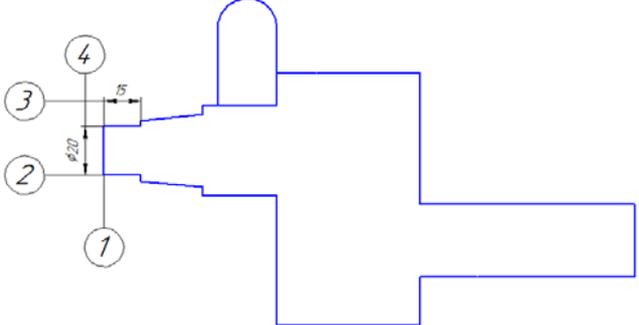
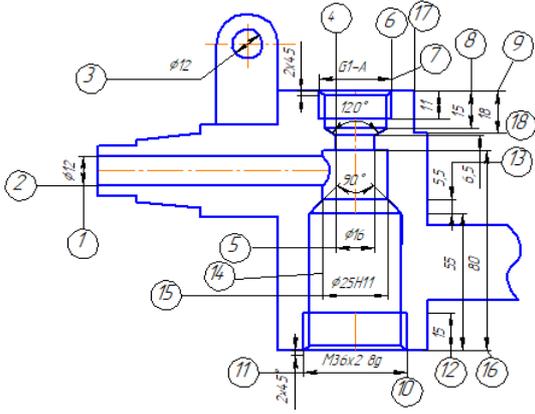
1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус распределителя» заключается в том, что мы отказываемся от сверлильного станка, все операции проходят на одном станке, и уменьшаем количество установов, в нашем технологическом процессе их будет два.

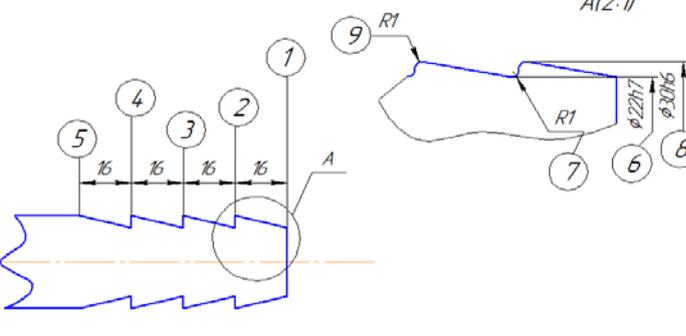
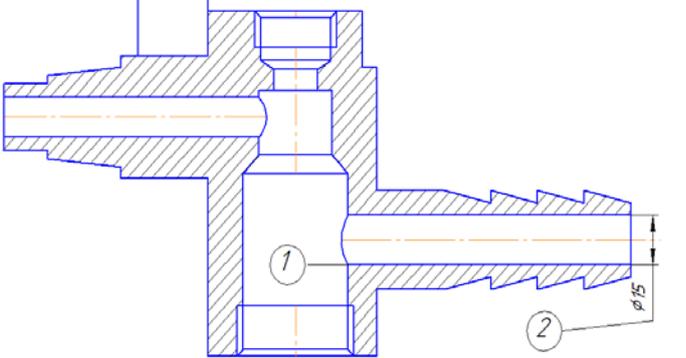
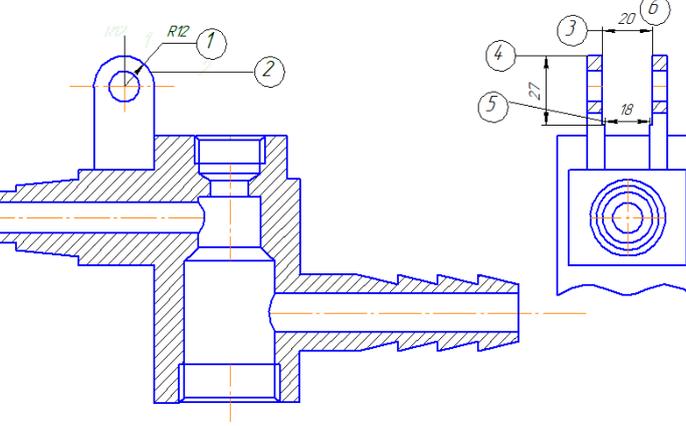
Маршрут обработки детали представлен в таблице 4

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		15

Таблица 4 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус распределителя»

№ операции	Наименование и краткое описание операции	Операционный эскиз
1	2	3
010	<p><i>Комплексная с ЧПУ:</i> подрезать торец 1; точить поверхность 2, выдерживая размеры 3, 4.</p>	
010	<p><i>Комплексная с ЧПУ:</i> Сверлить пов. 2 выдерживая размер 1 Сверлить 2 отв. пов.3 Ø12мм Сверлить насквозь пов. 4 выдерживая размер 5 Сверлить отв. 6 выдерживая размеры 7,8,9 Сверлить отв 10 выдерживая размеры 11,12,13 Зенкеровать отв 14 выдерживая размеры 15,16 Снять фаски 2x45 Нарезать резьбу G1-A Нарезать резьбу M36x2 Фрезеровать пов.17 выдерживая размеры R23, 18</p>	

Окончание таблицы 4 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус распределителя»

1	2	3
010	<p><i>Комплексная с ЧПУ :</i> Подрезать торец 1 Точить гребенку под шланг выдерживая размеры 2,3,4,5,6,7,8,</p>	
010	<p><i>Комплексная с ЧПУ :</i> Сверлить насквозь отв. 1 выдерживая размер 2</p>	
010	<p><i>Комплексная с ЧПУ :</i> Фрезеровать пов. 2 выдерживая размер 1 Фрезеровать пов.6 выдерживая размеры 3,4,5</p>	

1.3.5. Выбор режущего инструмента

Для обработки на станках с ЧПУ все условия выполнения технологических операций (выбор режущего и вспомогательного инструмента, конструкции приспособления, задающего определенным образом базирование и крепление заготовки, последовательность обработки и др.) должны быть определены на стадии разработки технологического процесса и занесены в программноноситель. В технологическую наладку станка с ЧПУ входят инструменты и приспособления, необходимые для обработки всех поверхностей, а также инструменты, применение которых снижает время обработки, облегчает обслуживание и т.д.

Технологически необходимые инструменты составляют комплект, состав которого зависит от вида заготовки, ее конфигурации, системы ЧПУ и технологических возможностей станка. Станок с ЧПУ благодаря своим конструктивным решениям (возможность автоматического изменения по программе частот вращения и подач в широком диапазоне) обеспечивает работу инструментов в рекомендуемых для него режимах на каждом из переходов.

Режущие инструменты закрепляются в шпинделе или на суппорте станка с помощью разнообразных вспомогательных приспособлений (оправок, втулок, патронов, державок, блоков). Инструменты станков с ЧПУ должны обладать:

- высокой режущей способностью;
- благоприятными условиями стружкоотвода;
- стабильностью качества и высокой стойкостью;
- возможностью настройки на размер вне станка;
- технологичностью в изготовлении и относительной простотой конструкции

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		18

Условия эксплуатации инструмента на станках с ЧПУ отличаются от условий эксплуатации инструмента на обычных станках и определяются следующими факторами:

1) обработка отверстий осуществляется без кондукторных втулок и других направляющих устройств для инструмента. Погрешности обработки (например, увод сверла) не могут быть уменьшены при изготовлении деталей и не всегда могут быть учтены при составлении программы;

2) удельный вес времени резания от общего времени работы возрастает до 45 – 75 % вместо 20 % на обычных станках. Это снижает стойкость инструмента и увеличивает его расход;

3) детали обрабатывают по принципу автоматического получения заданных размеров, поэтому размерную настройку инструмента с учетом точностью баланса производят вне станка специальными контрольно-измерительными средствами.

Перечень используемых инструментов при обработке детали» корпус распределителя»

1. Резец проходной MSDNN 2525 M12 с пластиной CCMT 090304



Рисунок 1 – Резец MSDNN 2525 M12

2. Сверла с напайными твердосплавными пластинами Whistle-Notch HE TiN HOLEX

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		19

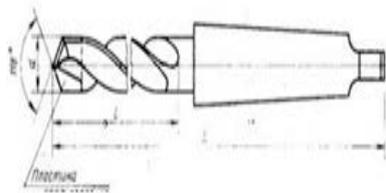


Рисунок 2 – Сверла с твердосплавными пластинами

Таблица 5 – Размеры свёрл

d	L	l	Конус Морзе
12	199	101	2
15	212	114	2
16	218	120	2
28	324	175	4
36	340	190	4

3. Зенкер по металлу 7,0 ц/х

Характеристики:

Диаметр D, мм	25
Длина общая L, мм	175
Длина режущей части, мм	94
Материал	P6M5
Артикул	Зенкер 7
Производство	Россия
Конус Морзе	1

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.762 ПЗ

Лист

20

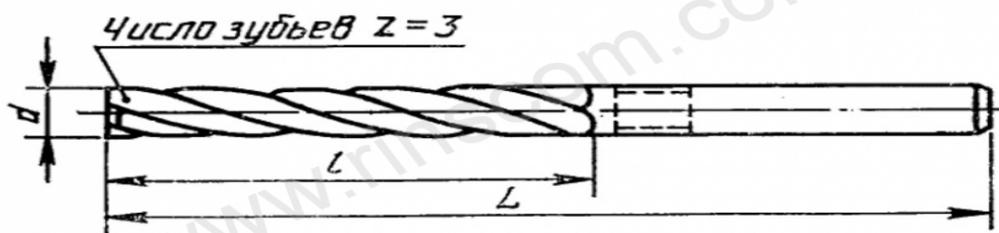


Рисунок 3 – Зенкер 7

4. Зенковка

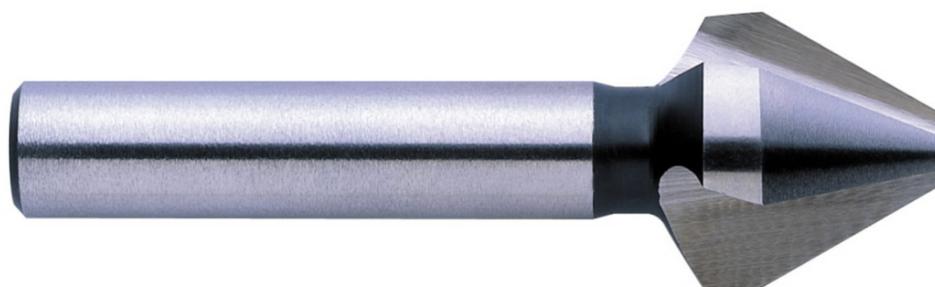


Рисунок 4 – Зенковка $\varnothing 40$ mm HSS DIN 334 C90°

5. Метчик



Рисунок 5 – Метчик машинный TiCN GARANT

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

6. Фреза



Рисунок 6 – Фреза концевая с механическим креплением пластин

1.4. Технологические расчеты

1.4.1. Расчет припусков

Припуски на поверхность $\varnothing 20h14$ рассчитываются расчетно-аналитическим методом, на остальные поверхности – статистическим методом

Заготовка – отливка в песчаные формы

Для заготовки $h=200$ мкм, $R_z = 100$ мкм [3, табл. 6, с.182]

Значения «Т» и « R_z » по переходам [3, табл. 10, с.185]:

Черновое растачивание – $R_z = 50$ мкм, $h = 50$ мкм, 12 квалитет;

Чистовое растачивание – $R_z = 25$ мкм, $h = 25$ мкм, 10 квалитет;

Тонкое растачивание – $R_z = 5$ мкм, $T = 5$ мкм, 8 квалитет.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Суммарное пространственное отклонение:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Pi}^2 + \Delta_{\kappa}^2}$$

где Δ_{Π} – перекос отверстия, $\Delta_{\Pi} = 200$ мкм [3, табл. 8, с.183],

Δ_{κ} – коробление отливок, $\Delta_{\kappa} = 80$ мкм [3, табл.8, с.183],

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{200^2 + 80^2} = 204 \text{ мкм}$$

Остальные пространственные отклонения на обработанных поверхностях.

$$\Delta_{\text{ост}} = \Delta \cdot K_y,$$

где K_y – коэффициент уточнения.

Для чернового точения $K_y = 0.06$ [3, табл.29, с.190],

Для чистового точения $K_y = 0.04$ [3, табл.29, с.190],

$$\Delta_{\text{ост}} = 204 * 0,06 = 12 \text{ мкм после чернового точения}$$

$$\Delta_{\text{ост}} = 204 * 0,04 = 8 \text{ мкм после чистового точения}$$

Расчетный минимальный припуск на данном переходе:

$$2Z_{\text{min}} = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_1^2})$$

где R_Z – средняя величина микронеровностей на предыдущем переходе, мкм;

h – глубина дефектного поверхностного слоя предыдущем переходе, мкм;

Δ – геометрическая сумма пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей предыдущем переходе, мкм;

ε_y – погрешность установки на данном переходе, мкм

Погрешность установки определяется по [3, табл. 14, с.43] при установке обрабатываемой детали в приспособление с винтовым зажимом $\varepsilon_y = 90$ мкм

После чернового точения расчет с учетом коэффициента уточнения K_y

$$\varepsilon_y = 90 * 0,06 = 5 \text{ мкм}$$

В связи с малой величиной на последующих переходах погрешность установки в расчет не принимается.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		23

под черновое обтачивание:

$$2Z_{\min} = 2(100+200+\sqrt{204^2 + 90^2}) = 1046 \text{ мкм}$$

под чистовое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2(50 + 50 + \sqrt{10^2 + 5^2}) = 222 \text{ мкм}$$

под тонкое растачивание:

$$2Z_{\min} = 2(25 + 25 + 8) = 116 \text{ мкм}$$

Расчетный максимальный припуск на данном переходе:

$$2Z_{i\max} = 2Z_{\min} + TD_{i-1} - TD_i ,$$

где $2Z_{\min}$ – минимальный припуск на обработку, мкм;

TD_{i-1} – допуск на предыдущую операцию, мкм;

TD_i – допуск на данную операцию, мкм.

Максимальный припуск на черновое растачивание:

$$2Z_{\max} = 1046 + 2000 - 700 = 2346 \text{ мкм}$$

Максимальный припуск на чистовое растачивание:

$$2Z_{\max} = 222 + 700 - 200 = 722 \text{ мкм}$$

Максимальный припуск на тонкое растачивание:

$$2Z_{\max} = 116 + 200 - 80 = 236 \text{ мкм}$$

Допуски на размеры, полученные после каждого тех. перехода принимаются по [4, табл.32, с.192].

Проверка правильности расчетов:

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{д}} = \sum 2Z_{\max} - \sum 2Z_{\min}$$
$$2000 - 80 = (2346 + 722 + 236) - (1046 + 222 + 116)$$

$$1920 = 1920 \text{ – равенство верно}$$

Минимальные промежуточные размеры обрабатываемой поверхности по переходам определяются по формуле:

$$D_{\min i} = D_{\min i-1} - 2Z_{\max i-1} ,$$

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		24

где $D_{\min i-1}$ – минимальный промежуточный размер на последующий переход, мм;

$2Z_{\max i-1}$ – максимальный припуск на последующий переход, мм

Минимальный размер обработанной поверхности детали:

$$D_{\min д} = 19,48 \text{ мм};$$

Минимальный размер при чистовом растачивании:

$$D_{\min} = 19,48 + 0,236 = 19,716 \text{ мм};$$

Минимальный размер при черновом растачивании:

$$D_{\min} = 19,716 + 0,722 = 20,438 \text{ мм};$$

Минимальный размер на поверхности заготовки:

$$D_{\min} = 20,438 + 2,346 = 22,784 \text{ мм};$$

Максимальные промежуточные размеры обрабатываемой поверхности по переходам определяются по формуле:

$$D_{\max i} = D_{\max i-1} - 2Z_{\min i-1} ,$$

где $D_{\max i-1}$ – максимальный промежуточный размер на последующий переход, мм;

$2Z_{\min i-1}$ – минимальный припуск на последующий переход, мм

Максимальный размер обработанного отверстия детали:

$$D_{\max д} = 20 \text{ мм};$$

Максимальный промежуточный размер при чистовом растачивании:

$$D_{\max} = 20 + 0,116 = 20,116 \text{ мм};$$

Максимальный промежуточный размер при черновом растачивании:

$$D_{\max} = 20,116 + 0,222 = 20,338 \text{ мм};$$

Максимальный промежуточный размер заготовки:

$$D_{\max} = 20,338 + 1,046 = 21,384 \text{ мм}.$$

Таблица 6 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности $\text{Ø}20\text{h}14$

Тех. переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ	ϵ			Dmin	Dmax	2Zmax	2Zmin
Заготовка отливка	100	200	204	90	222.78	2000	22.784	21.384	2500	1500
Черновое точение	50	50	12	5	220.44	700	20.438	20.338	2346	1046
Чистовое точение	25	25	8	-	19.7	200	19.716	20.116	722	222
Тонкое точение	5	5	-	-	19.5	80	19.48	20	236	116

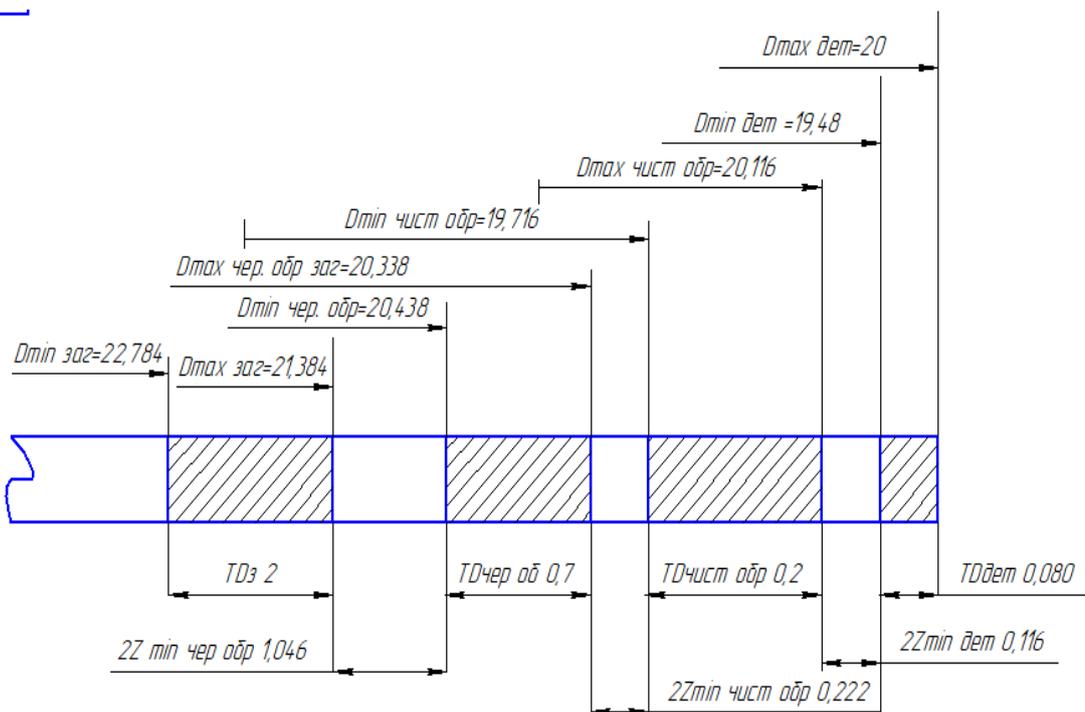


Рисунок 6 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку внутренней поверхности отверстия $\varnothing 20h14$

Общие припуски и допуски на остальные обрабатываемые поверхности [3, табл.3 и 8], промежуточные припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры заносятся в таблицу 4.

Таблица 7 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Чистовой размер	Размер отливки
$\varnothing 30h14$	$\varnothing 32$
R12h14	R13
20	18
215	219

1.4.2. Расчет режимов резания

Существует два метода для определения режимов резания:

- расчётно-аналитический метод;
- Опытно-статистический метод.

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

Аналитический расчёт режимов резания выполняется только для одной операций с целью показать сущность методики расчёта. Данные для других операций берутся из справочников. В качестве примера рассматривается операция токарная операция подрезать торец.

010 Комплексная

1. Подрезать торец Ø22мм

1. Глубина резания $t = 2\text{мм}$

2. Подача $S = 0,4 - 0,5$ мм/об [4, табл. 11, с. 266], принимаю $S = 0,5$ мм/об,

3. Скорость резания

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v – коэффициент в формуле скорости резания;

m, x, y , – показатели степени, $C_v = 350$ $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ [4, табл. 17, с. 269].

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

T – период стойкости инструмента, мин;

Поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv},$$

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		28

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v},$$

где K_r – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

n_v – показатель степени;

$K_r = 1,0$; $n_v = 1,0$ [4, табл. 2, с. 262].

$$K_{mv} = 1 * \left(\frac{750}{500}\right)^1 = 1,5$$

$K_{nv} = 1,0$ (без корки) [4, табл. 5, с. 263],

$K_{uv} = 0,6$ (Т15К6) [4, табл. 6, с.263]

$$K_v = 1,39 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,9$$

$$V = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 2,015^{0,5} \cdot 0,5^{3,35}} = 165 \text{ м/мин}$$

4. Частота вращения шпинделя,

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 165}{3,14 \cdot 22} = 2388 \text{ об/мин}$$

5. Крутящий момент на шпинделе создается тангенциальной составляющей силы резания P_Z , которую определяют по формуле по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p,$$

где C_p – коэффициент в формуле силы резания;

x , y , n – показатели степени;

K_p – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания.

$C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = -0,15$ [4, табл. 22, с. 273].

Поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания рассчитывается по формуле:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p},$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$K_{\varphi p}$, $K_{\gamma p}$, $K_{\lambda p}$, $K_{r p}$ – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания, $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{r p} = 1,1$ [4, табл. 23, с. 275].

Коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости рассчитывается по формуле:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где σ_B – временное сопротивление разрыву, МПа;

n – показатель степени, учитывающий материал режущей части инструмента, $n = 0,75$ [4, табл. 9, с. 264].

$$K_{mp} = \left(\frac{500}{750} \right)^{0,75} = 0,73$$

Тогда

$$K_p = 0,73 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,1 = 0,7$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 165^{-0,15} = 1656 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент от тангенциальной силы P_z определяется по формуле:

$$M_{P_z} = P_z \cdot \frac{D_\delta}{2} = 1041,2 \cdot \frac{0,2615}{2} = 136,1 \text{ Н/м}$$

$$M_{P_z} = P_z \cdot \frac{D}{2} = 1656 \cdot \frac{0,022}{2} = 18,21 \text{ Н/м}$$

7. Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N = \frac{1656 \cdot 165}{1020 \cdot 60} = 4.5 \text{ кВт.}$$

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу.

Таблица 8 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания			
				Глубина резания, t , мм	Частота вращения шпинделя, n , об/мин	Скорость резания, V , м/мин	Подача на оборот, S , мм/об
010	Комплексная с ЧПУ	1	Ø20	2	300	60	0,5
		2	Ø12	6.0	530	50	0,7
		3	Ø12	6.0	800	60	0,8
		4	Ø16	8.0	650	55	0,5
		5	Ø28	14	300	40	0,5
		6	Ø36	18	250	30	0,2
		7	Ø25	12.5	630	45	0,3
		8	2x45	2	930	300	0,8
		9	M28	14	200	15	0,2
		10	M36	18	200	10	0,1
		11	R23	18	300	20	0,5
010	Комплексная с ЧПУ	12	Ø34	2,0	500	160	0,5
		13	Ø22	2,0	850	125	0,2
010	Комплексная с ЧПУ	14	Ø15	6,0	650	50	0,3
010	Комплексная с ЧПУ	15	R12	1,5	800	35	0,4
		16	L27	10	800	20	0,3

1.4.3. Расчет технических норм времени

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом, определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$:

Комплексная с ЧПУ

1. Основное время определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_o \cdot n_{\partial}} \cdot i ,$$

где L_{px} - длина рабочего хода, мм;

i – количество проходов

$$L_{px} = l + l_1 + l_2 ,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм;

l_1 и l_2 - длина врезания и перебега инструмента соответственно, мм

При подрезании торца $t = 2$ мм, $\varphi = 45^\circ$ $l_1 = 5$ мм [5, приложение 1, лист 1], $l_2 = 0$

$$L_{p.x.} = 50 + 5 + 0 = 55 \text{ мм}$$

$$T_{o1} = \frac{55}{0.5 \cdot 2300} = 0.05 \text{ мин}$$

При точении ступени, $\varphi = 90^\circ$ $l_1 = 3 - 5$ мм [5, приложение 1, лист 1], принимаю $l_1 = 4$ мм, $l_2 = 0$, тогда

$$T_{o2} = \frac{25 + 5 + 0}{0.5 \cdot 300} = 0.2 \text{ ми}$$

$$T_o = 0,05 + 0,2 = 0,25 \text{ мин}$$

2. Вспомогательное время определяется по формуле:

$$T_{всп} = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}$$

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		32

2.1 На установку и снятие детали при массе заготовки до 5,6 кг $t_{уст} = 0,5$ мин [5, карта 11, лист 4]

2.2. Время, связанное с переходом $t_{пер} = 0,4 \cdot 2 = 0,8$ мин [5, карта 22, лист1]

2.3. Время на измерения $t_{изм} = 1$ мин [5, карта 44, лист 1]

$$T_{всп} = 0,5 + 0,8 + 1 = 2,3 \text{ мин}$$

4. Оперативное время определяется по формуле:

$$T_{оп} = T_o + T_{всп}$$

$$T_{оп} = 0,25 + 2,3 = 2,55 \text{ мин}$$

5. Время на обслуживание рабочего места, на отдых и естественные надобности составляет 5,5 % от $T_{оп}$ [5, карта 45, лист 1],

$$T_{обс.о.е} = 0,055 \cdot 2,55 = 0,14 \text{ мин}$$

6. Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обс.о.е.}$$

$$T_{шт} = 2,55 + 0,14 = 2,69 \text{ мин}$$

7. Подготовительно-заключительное время [5, карта 49]

7.1. На наладку станка, инструмента и приспособления $T_{пз1} = 10$ мин

7.2. На получение инструмента из кладовой и сдачу после окончания обработки $T_{пз2} = 10$ мин

$$T_{пз} = 10 + 10 = 20 \text{ мин}$$

8. Штучно-калькуляционное время для среднесерийного производства определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт} ,$$

$$T_{шт-к} = \frac{20}{800} + 2,69 = 2,7 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		33

Таблица 9 – Основное и вспомогательное время

Номер и наименование операции	t _о , мин	t _в				t _{об}		t _{от}	t _{шт}	t _{п-з}	t _{ш-к}
		t _{yc}	t _{уп}	t _{из}	t _{зо}	t _{тех}	t _{орг}				
Операция 010 Токарная	0,7	0,5	0,5	0,1	0,06	0,06	0,07	0,04	1,5	10	1,9
Операция 020 Комплексная с ЧПУ	3,2	0,9	0,4	2,5	0,6	0,4	0,4	0,2	3,7	10	4,13
Операция 030 Токарная с ЧПУ	0,5	0,1	0,17	0,5	0,05	0,20	0,20	0,13	1,0	10	2,5
Операция 040 Сверлильная	0,49	0,1	0,35	0,87	0,05	0,12	0,12	0,08	1,0	10	1,5
Операция 050 Фрезерная с ЧПУ	1,0	0,1	0,4	0,7	0,2	0,2	0,3	0,9	1,8	10	2,0

1.4.4. Разработка фрагмента управляющей программы

Фрагмент управляющей программы разработан на переходы:

- точить торец Ø32
- точить гребенку под шланг размерами Ø30, Ø22, 16мм

Фрагмент управляющей программы представлен в приложении В

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Корпус распределителя» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 800 штук в год.

2.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 10 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t_{шт.к.}</i> , мин
010	Комплексная с ЧПУ	Okuma Multus B300w	1,9
			4,1
			2,5
			1,5
			2,0
	Итого комплексная		12

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

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

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:

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

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

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

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 119 – количество выходных и праздничных дней; 246 – количество рабочих дней, из них: 8 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 238 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1960 \cdot 3 = 5880 \text{ ч.}$$

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

$$F_{об} = 5880 * \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 5350,8 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q = \frac{12 \cdot 800}{5350,8 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,04 \text{ шт. Принимаем } q = 1 \text{ шт.}$$

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		36

2.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии. Поэтому в данном случае не требуется производить расчет капитальных вложений.

2.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

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

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и,$$

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, р.

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

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

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр},$$

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

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

$Z_к$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров,

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитаем по формуле (форма оплаты труда- сдельная):

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}},$$

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

t - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{\text{мн}}$ - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{\text{мн}} = 1$);

$k_{\text{доп}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{\text{доп}} = 1,05 \div 1,15$)

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

$k_{\text{р}}$ - районный коэффициент ($k_{\text{р}} = 1,15$).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}},$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1960 ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей: $N_{\text{год}} = 800$ шт.

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{12 \cdot 800 \cdot 1}{1960 \cdot 60} = 0,08 \text{ чел.}$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 119 – количество выходных и праздничных дней; 246 – количество рабо-

чих дней, из них: 8 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 238 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 5 – потери пол больничному листу, 5– прочие; итого потерь – 34 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1688 ч. Результаты вычислений занесем в таблицу 11

Таблица 11 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Комплексная с ЧПУ(4 разряд)	280	12	100,46	0,08	1
Итого:		12	100,46	0,08	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 100,46 \cdot 800 = 80368 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}},$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 800$ шт.;

k_p – районный коэффициент, $k_p = 2$;

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

$$k_{доп} = 1,5;$$

$C_T^{всп}$ – 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:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_{\text{п}} \cdot n}{N},$$

где $g_{\text{п}}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_{\text{п}} = 0,04$ шт.;

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 12$ шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,04 \cdot 3}{12} = 0,01 \text{ чел}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 0,08 = 0,004 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,08 = 0,005 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{180 \cdot 1688 \cdot 0,01 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{800} = 6,55 \text{ р.}$$

$$З_{\text{трансп}} = \frac{100 \cdot 1688 \cdot 0,004 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{800} = 1,46 \text{ р.}$$

$$З_{\text{контр}} = \frac{100 \cdot 1688 \cdot 0,005 \cdot 1,5 \cdot 2}{800} = 3,16 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 12.

Таблица 12 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на из- готовление од- ной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	180	0,24	1	6,55
Транспортный рабочий	100	0,016	1	1,46
Контролер ОТК	100	0,022	1	3,16
Итого:			3	11,18

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 11,18 \cdot 800 = 8944 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату:

$$З_{зп} = 80368 + 8944 = 89312 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

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

$$З_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_{э},$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт; $N_y = 11 \text{ кВт}$

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

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

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

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

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,2$;

Ц_3 – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\text{Ц}_3 = 4,6$ р.

Производим расчеты по формуле:

$$\text{З}_3(010) = \frac{11 \cdot 0,2 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,05 \cdot 12}{0,9 \cdot 1,2} \cdot 3 = 13,48 \text{ руб}$$

Результаты расчета сводим в таблицу.

Таблица 13 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Okuma Multus b300w	11	12	13,48
Итого			13,48

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$\text{З}_3 = 13,48 \cdot 800 = 10780 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$\text{З}_{\text{об}} = \text{С}_{\text{ам}} + \text{С}_{\text{рем}},$$

где $\text{С}_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$\text{С}_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$\text{С}_{\text{ам}} = \frac{\text{Ц}_{\text{об}} \cdot \text{Н}_{\text{ам}} \cdot \text{t}}{\text{F}_{\text{об}} \cdot \text{k}_3 \cdot \text{k}_{\text{вн}}},$$

где $\text{Ц}_{\text{об}}$ – цена единицы оборудования, 80 000 тыс. р.;

$\text{Н}_{\text{ам}}$ – норма амортизационных отчислений, $\text{Н}_{\text{амН}} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$\text{F}_{\text{об}}$ – годовой действительный фонд работы оборудования,

$$F_{\text{обНОВ}} = 5000 \text{ ч};$$

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм, $k_{\text{вн}} = 1,2$.

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{80000000 \cdot 0,08 \cdot 12}{5000 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 60} = 251 \text{ руб}$$

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

Вычисления производим по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{Ц_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}},$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа; - 0,001

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$Ц_{\text{РЕ}}$ - коэффициент ремонта оборудования

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}} = \frac{80000000 \cdot 0,001}{12,0 \cdot 800} = 8,3 \text{ руб}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 14.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		43

Таблица 14 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Okuma Multus b300w	80000000	1	8	12	251	8,3
Итого					251	8,3

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 251 + 8,3 = 259,3 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

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

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

где $Z_{\text{эи}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

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

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

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

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

$k_{\text{компл}}$ – коэффициент, учитывающий количество наборов

комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{компл} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице 31;

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

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

$T_{маш}$ - машинное время, мин;

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

Таблица 15 – Параметры прогрессивного инструмента

Инструмент	Цена инструмента, $C_{инс}$, руб	Число переточек, $k, \beta_{п}$	Стоимость одной переточки, $C_{п}$, руб	Период стойкости инструмента, T , мин	Машинное время, T_o , мин	Кол-во инструмента	Затраты на инструмент $C_{инс}$, руб
1	2	3	4	5	6	7	8
Резцы токарные	1100	5	20	90	0.158	2	15
Фреза концевая	1500	2	30	90	0,2	1	10
Сверло $\varnothing 16$ мм	900	8	50	60	0,4	1	22

Окончание таблицы 15– Параметры прогрессивного инструмента

1	2	3	4	5	6	7	8
Сверло Ø12 мм	850	8	50	60	0,2	1	20
Сверло Ø28 мм	1100	8	50	60	1,9	1	21
Сверло Ø36 мм	1300	8	50	60	1.1	1	20
Сверло Ø15 мм	880	8	50	60	1.3	1	20
Метчик машинны й М28	1200	-	-	90	0,074	1	15
Метчик машинны й М36	1500	-	-	90	0,65	1	20
Зенковка Ø40	600	-	-	120	0.5	1	1
Зенкер Ø25	900	-	-	150	0.4	1	12
Итого							176

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 16

Таблица 16 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	111,64
Затраты на технологическую электроэнергию	13,48
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	259,3
Затраты на инструмент	176
Итого	560,42

Анализ уровня технологии производства.

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{\text{ви}} \cdot 60}{t},$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$V_{\text{пр}} = \frac{1688 \cdot 1,2 \cdot 60}{12} = 10128 \text{ шт. чел/год.}$$

В таблице 17 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 17 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значения показателя по вариантам		Изменение показателя
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт	500	800	+300
Количество оборудования, шт.	2	1	-1
Трудоемкость изготовления 1 изделия, н-ч	0,2	0,04	-0,16
Технологическая себестоимость изготовления 1 изделия, руб.	916,2	560,42	- 355,78
В том числе:			
-затраты на инструмент	620,3	176	- 444,3
-заработная плата рабочих	180,3	111,64	- 68,66
Масса заготовки, кг	8	5,6	-2,4
Затраты на электроэнергию при изготовлении 1 изделия, руб.	26,4	13,48	-12,92
Уровень механизации труда, %	33,76	93,8	+60,04
Производительность труда, шт/чел.год	7500	10128	+35,5
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	-	4	-

Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус распределителя», а именно использование станков с ЧПУ, позволило снизить себестоимость обработки детали, сократить производственный цикл, повысить качество обработки. Поэтому можно сказать, предлагаемый

технологический процесс механической обработки детали «Корпус распределителя» является экономически эффективным.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		48

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Вводная часть

В данной выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус распределителя». Совершенствование технологического процесса изготовления детали заключается в применении современного оборудования с числовым программным управлением, применении современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм.

В настоящей работе по механообработке «Корпус распределителя» используется обрабатывающий центр Okuma Multus B300w. Ввиду сложности детали и использовании нескольких приспособлений необходима быстрая и правильная наладка данного станка. Для этого необходимо провести курсы повышения квалификации наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

На заводе ООО «Завод Имени Воровского» возможности для обучения сотрудников отсутствуют, поэтому персонал направляют на учебные центры. В данном случае, МГТУ им. Баумана. МГТУ им. Баумана при сотрудничестве с СК «Роутер» проводит курсы повышения квалификации для операторов и наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

3.1. Описание условий обучения в учебном центре повышения квалификации при МГТУ им. Баумана

Обучение осуществляется по программе дополнительного профессионального образования «Основы работы на обрабатывающих центрах с числовым программным управлением».

В ходе обучения слушатели курса формируют теоретические и практические компетенции в сфере обработки деталей на станках с ЧПУ, включая мате-

риаловедение, технологию обработки, устройство и безопасная эксплуатация обрабатывающих центров.

По окончании курса слушателям выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца от МГТУ им. Баумана.

Стоимость обучения составляет 20.000 руб., без НДС.

Продолжительность курса: 10 дней по 8 часов.

Центр подготовки

Обучение операторов проходит в центре повышения квалификации в МГТУ им. Баумана. Теоретическую часть курса читают действующие преподаватели МГТУ. Практические занятия проводятся на исправных [станках с ЧПУ](#), которые поддерживаются в надлежащем для обучения техническом состоянии.

Форма обучения

Подготовка осуществляется только в очной форме. Дистанционное обучение операторов ЧПУ отсутствует, т.к. курс предполагает 20 часов практических занятий на станках.

Обучение проходит в группах по 7 человек, что обеспечивает индивидуальный подход к каждому слушателю курса и качественное освоение практических навыков и теоретической базы, необходимой операторам для работы на фрезерных станках с числовым программным управлением.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		50

Требования к слушателям

Курс предназначен для следующих категорий слушателей:

- руководители производственных подразделений;
- руководители эксплуатационных служб;
- инженеры-механики и технологи машиностроения;
- операторы ЧПУ (в том числе без опыта работы);
- наладчики ЧПУ;
- помощники оператора ЧПУ.

3.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Зарегистрировано в Минюсте России 3 мая 2017 г. N 46576

Утвержден

приказом Министерства труда

и социальной защиты

Российской Федерации

от 13 марта 2017 г. N 265н

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

НАЛАДЧИК ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В таблице 3.1 приведено описание трудовых функций наладчика имеющейся квалификации (3 разряд) обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		51

Таблица 18 – Трудовые функции наладчика 3 разряда

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
	Наладка токарных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	3	Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/01.3	3
			Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/02.3	3
			Наладка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых деталей типа тел вращения	A/03.3	3
			Изготовление пробной простой детали типа тела вращения и передача ее в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.3	3
			Подналадка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ в процессе работы	A/05.3	3

В таблице 19 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика требуемой квалификации (4 разряд) обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 19 – Трудовые функции наладчика 4 разряда

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
	Наладка сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	4	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/01.4	4
			Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/02.4	4
			Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/03.4	4
			Изготовление пробной простой корпусной детали и передача ее в ОТК	В/04.4	4
		4	Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы	В/05.4	4

Продолжение таблицы 19 – Трудовые функции наладчика 4 разряда

1	2	3	4	5	6
	Наладка токарных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	4	Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	С/01.4	4
			Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	С/02.4	4
			Наладка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	С/03.4	4
			Изготовление пробной сложной детали типа тела вращения и передача ее в ОТК	С/04.4	4
			Подналадка токарного обрабатывающего центра с ЧПУ в процессе работы	С/05.4	4

Окончание таблицы 19 – Трудовые функции наладчика 4 разряда

1	2	3	4	5	6
	Наладка сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	4	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/01.4	4
			Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/02.4	4
			Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей	D/03.4	4
			Изготовление пробной сложной корпусной детали и передача ее в ОТК	D/04.4	4
			Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных корпусных деталей в процессе работы	D/05.4	4

Далее проведем анализ обобщенной трудовой функции- Наладка сверлильно-фрезерно-расточных обрабатывающих центров с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей

Код: В

Уровень квалификации: 4

Таблица 20 – Обобщенная трудовая функция

Требования к образованию и обучению	Профессиональное обучение - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих; программы повышения квалификации рабочих, служащих или среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих
Требования к опыту практической работы	Не менее двух лет наладчиком обрабатывающих центров с числовым программным управлением 4-го разряда при наличии профессионального обучения - программы профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих; программы переподготовки рабочих, служащих; программы повышения квалификации рабочих, служащих Не менее одного года наладчиком обрабатывающих центров с числовым программным управлением 4-го разряда при наличии среднего профессионального образования - программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке
	Прохождение противопожарного инструктажа
	Прохождение инструктажа по охране труда на рабочем месте
Другие характеристики	-

Таблица 21 – Дополнительные характеристики

Наименование документа	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники и наладчики металлообрабатывающих станков
ЕТКС	§ 45	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-го разряда
ОКПДТР	14989	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

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

Таблица 22 – Трудовые функции обучаемого

Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/01.4
Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/02.4
Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	В/03.4
Изготовление пробной простой корпусной детали и передача ее в ОТК	В/04.4
Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы	В/05.4
Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	С/01.4
Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	С/02.4

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Выбираем трудовую функцию - Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы.

Данная трудовая функция должна быть сформирована на 4-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 3.5

Код: В/05.4

Уровень квалификации: 4

Таблица 23 – Анализ трудовой функции - Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы.

Трудовые действия	Выполнение регулярной проверки точности наладки приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей
	Выполнение регулярной проверки точности наладки комплекта инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей
	Корректировка работы сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей
Необходимые умения	Контролировать точность наладки приспособления
	Контролировать точность наладки инструментов
	Заменять приспособление или инструменты
	Корректировать УП для изготовления простых корпусных деталей на сверлильно-фрезерно-расточном обрабатывающем центре с ЧПУ
Необходимые знания	Правила чтения конструкторской документации
	Правила чтения технологической документации
	Интерфейс стойки сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ
	Правила выбора режимов резания
	Правила наладки инструмента
	Правила наладки приспособлений

3.3. Разработка учебного плана

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		58

Таблица 23 – Учебный план

№	Наименование дисциплины	Формы промежуточной аттестации	Количество часов
1	2	3	4
1	Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	зачет	5
2	Установка и наладка инструментов сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	зачет	5
3	Наладка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	зачет	8
4	Изготовление пробной простой корпусной детали и передача ее в ОТК	зачет	8
5	Подналадка сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей в процессе работы	зачет	10
6	Установка и наладка приспособления токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения	зачет	10

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Окончание таблицы 23 – Учебный план

1	2	3	4
7	Установка и наладка приспособления сверлильно-фрезерно-расточного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления простых корпусных деталей	зачет	10
8	Закрепление материала теоретической части	КР	4
9	Практика на станках	Экзамен	30

3.4. Составление тематического плана

Тематический план раскрывает последовательность изучения разделов и тем программ, устанавливающий распределение учебных часов по разделам и темам дисциплины, как из расчета максимальной учебной нагрузки студента, так и аудиторных занятий.

Наиболее общими характеристиками тематического плана является представленная в ней последовательность изучения тем программы и количество часов, отведенных на изучение каждой темы. Эти характеристики регулируются следующими дидактическими принципами:

научность, связь теории с практикой, систематичность и доступность, унификация и дифференциация.

Таблица 24 – Тематический план по дисциплине " Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения"

№ Урока	Тема	Количество часов	
		Теория	Практика
1	Виды сложных деталей	2	
2	Способы обработки сложных деталей	2	
3	Установка инструмента	1	2
4	Наладка инструмента	1	2

3.5. Занятие теоретического обучения

Предмет: «Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения».

Тема урока: «Способы обработки сложных деталей».

Тип урока: комбинированный урок.

Цели урока:

- **Обучающая:** познакомить со способами обработки сложных деталей, способами закрепления детали, более рациональными методами наладкастанка;
- **Развивающая:** развивать представленное пространственное мышление учащихся.

Метод обучения: объяснительно-иллюстративный метод.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- способы обработки сложных деталей;
- способы закрепления детали
- наиболее рациональные методы наладки станка

Уметь: быстро наладить станок

Таблица 25 – План занятия

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время, мин	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Проверить готовность учащихся к уроку Отметить отсутствующих	5	Участвуют в переключке
2	Подготовка к восприятию нового учебного материала	Постановка цели занятия, сообщение темы и плана проведения урока	5	Записывают тему, слушают преподавателя
3	Изложение нового учебного материала	Рассказывает о резбовых поверхностях, о способах классификации резб, об элементах резбы. Показывает слайды презентации и комментирует их	60	Слушают преподавателя и запоминают. Смотрят слайды. Воспринимают и осмысливают новый материал, конспектируют.
4	Закрепление знаний	Задаёт вопросы по новой теме. Проводит фронтальный опрос	10	Отвечают на вопросы, слушают преподавателя
5	Сообщение домашнего задания.	Повторить изученную тему. Привести примеры резбовых деталей. Благодарит за внимание, сообщает об окончании урока.	10	Записывают домашнее задание. Прощаются с преподавателем

3.6. План-конспект занятия

К сложным способам установки заготовок на токарном станке относятся: установка в 4-кулачковом несамоцентрирующем патроне, на планшайбе, угольнике, в люнетах и установка заготовок при обработке эксцентричных деталей. Все они нуждаются либо в особой настройке приспособления, либо в выверке заготовки относительно оси вращения.

§ 1. Обработка в 4-кулачковых патронах.

Для закрепления заготовок некруглой формы, отливок и поковок с неровными поверхностями и некоторых других работ применяются 4-кулачковые патроны с независимым перемещением кулачков (рис.8).

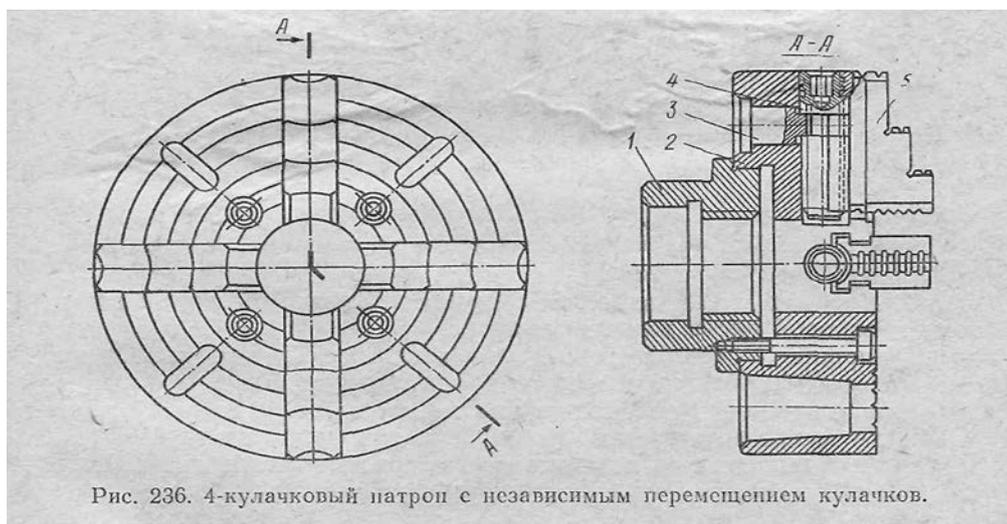


Рис. 236. 4-кулачковый патрон с независимым перемещением кулачков.

Рисунок 8 - 4-х кулачковый патрон с независимым перемещением кулачков

Они состоят из корпуса 2, опор 3, винтов 4 и кулачков 5. Кулачки могут быть использованы в качестве прямых или обратных. Зажим и центрирование заготовок в таких патронах выполняются отдельно. Патрон крепится на резьбовом конце шпинделя при помощи переходного фланца 1. Для станков с фланцевой конструкцией шпинделя посадочное отверстие выполнено непосредственно в корпусе патрона. Корпус 4-кулачкового патрона может быть использован в качестве планшайбы для установки и закрепления заготовок с об-

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

работанной опорной поверхностью. Для этой цели в нем предусмотрены сквозные продолговатые пазы для установки крепежных болтов.

Патроны изготавливаются различных размеров *с наружным диаметром от 160 до 1000 Мм. Особенность обработки заготовок в таких патронах заключается в необходимости совмещения оси обрабатываемой поверхности с осью патрона (шпинделя). Это осуществляется выверкой заготовок по меловой риске или по разметке. В первом случае (рис. 3,2 а) к выверяемой поверхности медленно вращающейся заготовки подносят кусочек мела и определяют concentricity ее с осью вращения по виду меловой риски. Чтобы не повредить руки, брусок мела располагают примерно на уровне оси заготовки с небольшим наклоном вниз, а для большей устойчивости правую руку поддерживают левой. Если след риски располагается по всей окружности, что при первой проверке бывает весьма редко, то положение заготовки правильное

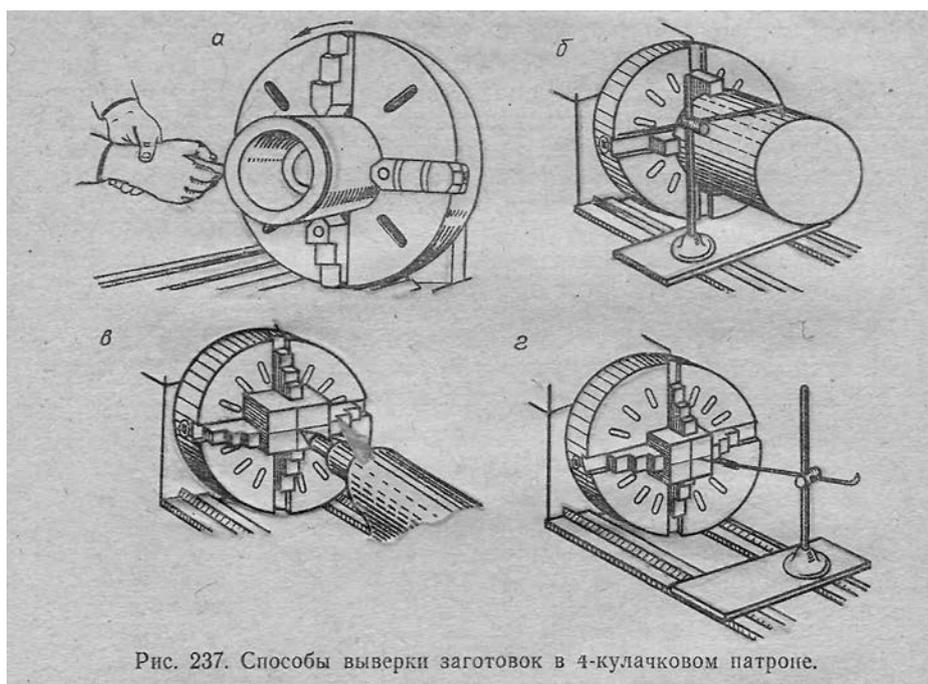


Рис. 237. Способы выверки заготовок в 4-кулачковом патроне.

Рисунок 9 - Способы крепления заготовок

Когда же риска остается лишь на небольшом участке проверяемой поверхности, положение заготовки регулируют сдвигом кулачков, противоположных риске. Если заготовка имеет относительно ровную или предварительно обработанную поверхность, то аналогичную выверку выполняют слесарным рей-

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

смасом, как показано на рис. 3,2, б. Иглу рейсмаса, установленного на специальную плиту или верхнюю плоскость поперечных салазок, подводят к проверяемой поверхности с небольшим зазором и, включив малые обороты шпинделя, определяют его равномерность по окружности. Изменяя положение заготовки в патроне сдвигом соответствующих кулачков, добиваются, чтобы изменение зазора было возможно меньшим. Затем заголовку окончательно закрепляют. По второму способу выверку производят по разметке на торце заготовки при помощи заднего центра или рейсмаса. Вершину заднего центра вводят в накерненное углубление точки пересечения центровых линий разметки (рис. 3,2, в), поджимают заготовку центром к торцу корпуса патрона и закрепляют ее кулачками в таком положении. При выверке рейсмасом (рис. 3,2, г) его устанавливают на . плоскость поперечных салазок суппорта или специальную плиту. Иглу рейсмаса, установленную по высоте вершины заднего центра, подводят к центровым линиям торца заготовки и поперечным перемещением выверяют поочередно положение каждой линии. При этом центровая линия при повороте заготовки на 180° должна совмещаться с вершиной иглы рейсмаса на всей длине. Указанные выверки выполняют только при изготовлении первой детали из партии. Остальные детали правильно ориентируют в 4-кулачковом патроне поджимом к двум соседним кулачкам, которые не перемещают при откреплении заготовок.

§ 2. Обработка на планшайбе и угольнике

Детали произвольной формы типа рычагов или корпусов, которые невозможно правильно установить в 4-кулачковом патроне, закрепляют на планшайбе. К этому способу установки прибегают также, если требуется выдержать строгую перпендикулярность оси обрабатываемой поверхности к торцу, или основанию детали. Планшайба 1 (рис. 238) представляет собой чугунный диск со ступицей, усиленный с обратной стороны ребрами жесткости, Отверстия

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		65

ступицы выполняются по форме переднего конца шпинделя, на который устанавливается и закрепляется планшайба. Передний торец планшайбы строго перпендикулярен к ее оси. На нем расположены Т-образные и сквозные пазы для крепежных болтов.

Планшайба напоминает корпус 4-кулачкового патрона, который иногда используется для этой же цели. Заготовка прижимается к торцу планшайбы прихватами и болтами, а для исключения смещения во время обработки ее дополнительно поджимают боковыми опорами. Такое крепление показано на рис. 10. Деталь 4 прижата к планшайбе двумя прихватами 2 и болтами 3. Передний конец прихвата опирается на деталь, задний — на подставку 8.

Боковыми опорами здесь служат винты 6, которые ввернуты в угольники 5, прикрепленные к планшайбе.

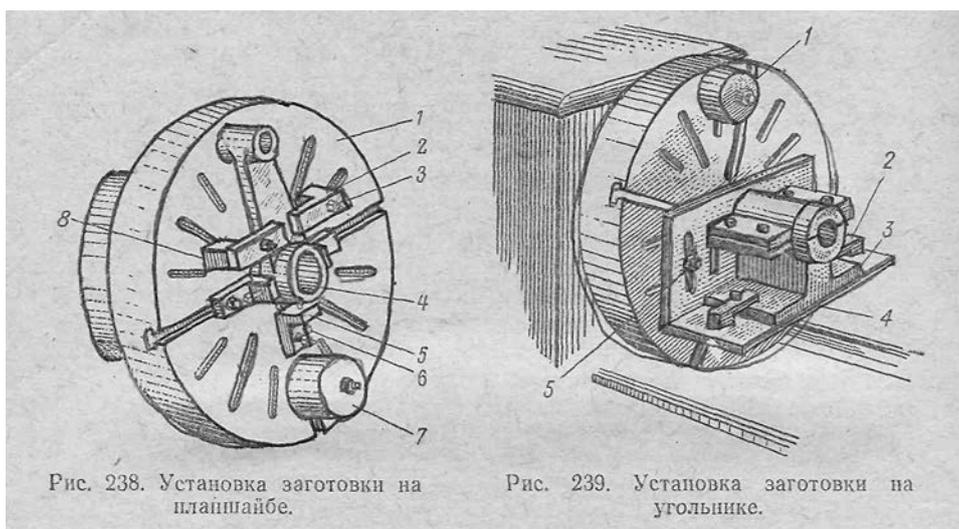


Рисунок 10

Рисунок 11

Установка заготовки на планшайбе

Заготовки, устанавливаемые на планшайбе, должны иметь чисто обработанный опорный (обращенный к планшайбе) торец. При их закреплении необходимо придерживаться следующих правил.

1. Зажимные болты следует располагать, возможно, ближе к детали для

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

создания более прочного крепления.

2. Затяжку гаек выполнять в диагональном порядке вначале слабо, затем окончательно.

3. Прихваты устанавливать по возможности в местах детали, которые имеют опору на планшайбе.

4. Если третье правило выдержать невозможно, затяжку гаек производить неслишком сильно во избежание прогиба детали.

5. Опорные подставки подбирать такой высоты, чтобы прихваты располагались параллельно рабочей плоскости планшайбы.

Первая заготовка из партии выверяется на планшайбе теми же способами, что и в 4-кулачковом патроне. При немного отжатых гайках ее можно сдвинуть в любую сторону легкими ударами молотка. Остальные заготовки правильно ориентируются боковыми опорами. Если центр тяжести заготовки смещен с оси вращения, применяют уравнивание противовесом 7 (рисунок 10). Балансировку выполняют в таком порядке. Противовес сначала закрепляют на планшайбе на каком-либо расстоянии от ее оси, противоположно центру тяжести заготовки. Затем, отключив шпиндель от механизма коробки скоростей, вручную проворачивают планшайбу. Если последняя останавливается, в разных положениях, то балансировка правильна. В противном случае противовес смещают в нужную сторону от оси вращения и снова повторяют балансировку. Детали с параллельным или угловым расположением оси обрабатываемой поверхности к основанию устанавливаются на угольнике 4 (рисунок 11), который прикрепляется к планшайбе болтами и гайками 5. Деталь 3 (в данном случае корпус подшипника) в свою очередь закрепляется на горизонтальной полке угольника прихватами 2 и уравнивается противовесом 1. Выверка первой заготовки из партии совместно с угольником осуществляется одним из выше рассмотренных способов по меловой риске или по разметке. Для указанных работ может быть также использован 4-кулачковый патрон, Один из кулачков которого заменяют угольником.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		67

3.7. Разработка методического обеспечения

Для проведения данного урока, знания учащимся предлагаются в готовом виде, а учащиеся осуществляют восприятие (рецепцию) и осмысление знаний, фиксируют их в своей памяти.

При рецепции используются все источники информации, как словесные, так и наглядные.

При проведении данного урока применяется совокупность словесных, наглядных и практических методов обучения.

Словесные методы – рассказ, объяснение.

Наглядные методы – демонстрация, иллюстрация.

В ходе урока использованы следующие средства обучения:

- Мультимедийный проектор, компьютер.

Заключение

В методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 130н «наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по дисциплине " Установка и наладка инструментов токарного обрабатывающего центра с ЧПУ для изготовления сложных деталей типа тел вращения". Занятия ведутся на базе учебного центра при МГТУ им. Баумана. В выпускной квалификационной работе разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме ««Способы обработки сложных деталей», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации интерактивной образовательной технологии.

Таким образом, в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		68

Целью выпускной работы являлось повышение эффективности производства за счет совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус распределителя».

Предлагаемый проектный вариант обработки детали «Корпус распределителя» наиболее технологичен по сравнению с технологическим процессом, который основан на применении универсального оборудования. Применение оборудования с ЧПУ позволяет уменьшить вспомогательное время на операциях за счет сокращения времени на установку и снятие детали, а также улучшить условия труда станочников, сокращением времени ручного труда.

Использование высокопроизводительного режущего инструмента позволяет сократить производственный цикл, при этом обеспечив требуемое качество механической обработки.

Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

Технико-экономические расчеты подтвердили эффективность принятых технологических решений.

. В выпускной квалификационной работе разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Способы обработки сложных деталей», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации интерактивной образовательной технологии.

Таким образом, была повышена эффективность производства за счет совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус распределителя», что является достижением поставленной цели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 12.3.025-80 ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности.
2. ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения.
3. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.019-96 Электробезопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.030 -96 Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
6. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штамповочные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
7. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей жидкости: Гигиенические нормативы. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2003. – 30 с.
8. СНиП 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные нормы и правила. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.
9. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение: Санитарные нормы и правила. – М., 2001. – 28 с.
10. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки: Санитарные нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1996. – 24 с.
11. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий: Санитарные нормы. - М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1996. – 22 с.
12. СНиП 21.07-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений: Строительные нормы и правила. – М., 1997. – 20 с.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		70

13. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

14. Безопасность технологических процессов и производств: Учеб. пособие для вузов / П.П. Куклин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев и др. – 2-е изд., испр. и доп. М.: Высш. шк., 2001. – 319 с.: ил.

15. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.

16. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 260 с.

17. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М.: Машиностроение, 1971.- 425 с.

18. Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справочник. –4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.

19. Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С., Яламов Ю.И. Основы экологии. - М.: Высш. шк., 1997. –268 с.

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

21. Методические указания к выполнению раздела охрана природы дополнительного проекта и дипломных работ. Свердловск: Изд-во Инж.-пед. ин-та, 1988. – 8 с.

22. Новиков Р.А. О механизме регулирования окружающей среды от загрязнения. – М.: Высш. шк., 1991. – 220 с.

23. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 1974.- 406 с.

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		71

24. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство.-М.: Машиностроение, 1984

25. Общая и профессиональная педагогика: Учеб. пособие / Авт.-сост.: Г.Д. Бухарова, Л.Н. Мазаева, М.В. Полякова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 298 с.

26. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.- 656 с.

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

28. Sandvik Coromant "Сменные пластины SANDVIK-MKTC" - каталог, 2000, 170 с.

29. Sandvik Coromant "Вращающийся инструмент Sandvik Coromant" - каталог,, 2000, 625 с.

30. Sandvik Coromant "Токарный инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2000, 560 с.

31. Sandvik Coromant «Инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2009, 988 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

					ДП 44.03.04.762 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		72

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Чертеж детали «Корпус распределителя»	A2
2	Чертеж заготовки «Корпус распределителя»	A2
3	Иллюстрация техпроцесса. 1	A1
4	Иллюстрация техпроцесса. 2	A1
5	Управляющая программа на операцию 010 (фрагмент)	A1
	Итого листов формата A1 – 3 A2 – 2	