

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

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ФЛАНЕЦ ЗАДНИЙ ПРАВЫЙ»**

Дипломный проект
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 933

Екатеринбург 2017

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
«ФЛАНЕЦ ЗАДНИЙ ПРАВЫЙ»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04

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

Идентификационный код ВКР: 933

Исполнитель

студент гр. Нт-412С ТО

Д.В. Юрьева

Руководитель

ст. преподаватель

О.В.Костина

Екатеринбург 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	8
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали.....	10
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	16
1.1.4. Определение типа производства.....	20
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	22
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	22
1.2.2. Выбор технологических баз	24
1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус привода вентилятора».....	26
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения.....	29
1.2.4.1. Выбор и описание оборудования.....	29
1.2.4.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания.....	31
1.2.4.3. Выбор и описание технологической оснастки.....	43
1.3. Технологические расчеты.....	44
1.3.1. Расчет припусков.....	44
1.3.2. Расчет технических норм времени.....	48
2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	56
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	69
3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	69
3.2. Расчёт капитальных затрат.....	69
3.3. Расчет технологической себестоимости детали	73
4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	91
4.1.Обоснование методической разработки.....	91

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

4.2. Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК.....	93
4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».....	94
4.4. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК.....	99
4.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Контроль точности».....	102
4.6. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока.....	105
4.7. Разработка методического обеспечения для урока.....	109
4.8. Заключение по результатам выполнения метод части.....	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	115
Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию.....	118
Приложение Б. Перечень листов графических документов.....	119
Приложение В. Комплект технологической документации.....	120
Приложение Г. Конспект урока по теме «Контроль точности».....	128
Приложение Д. Презентация на тему «Контроль точности».....	148

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является главным технологом всех отраслей народного хозяйства. В связи с этим оно должно непрерывно разрабатывать на базе новейших достижений науки и техники новые технологические процессы, для осуществления которых надо создавать и выпускать орудия производства и машины, отвечающие своему служебному назначению при наименьшей себестоимости.

В настоящее время вырос выпуск и ввод в эксплуатацию автоматов роботов, автоматизированных поточных линий, металлорежущих станков и обрабатывающих центров с ЧПУ. Повышение качества продукции является непрерывным условием решения проблем качества.

При этом необходимо руководствоваться требованиями сокращения сроков освоения новой техники и технологий, технического перевооружения производства, повышения уровня механизации и автоматизации, внедрения ресурсосберегающей техники и технологии и рационального использования сырья.

Обязательным элементом конструкции любого механизма или машины является деталь типа «Корпус». Она играет роль базовой детали и характеризуется великим многообразием конструкций, габаритных размеров и поверхностей, подлежащих механической обработке.

В дипломном проекте рассматривается деталь «Корпус привода вентилятора». Целью дипломного проекта является усовершенствование технологического процесса изготовления детали «Корпус привода вентилятора» с применением высокотехнологичного обрабатывающего центра с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать исходные данные;
- разработать технологический процесс с учетом современного оборудования с ЧПУ;
- обосновать выбор нового оборудования и режущего инструмента;
- разработать управляющую программу обработки детали;
- выполнить экономическое обоснование предлагаемого технологического процесса;
- рассмотреть вопросы повышения и переподготовки рабочих и выполнить методическую разработку.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

Исходными данными, согласно заданию, являются рабочий чертёж детали со всеми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей.

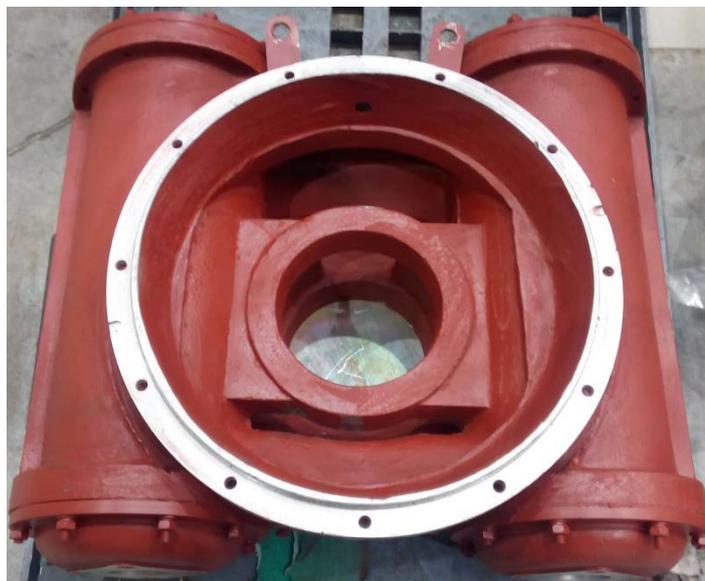


Рисунок 1 - Корпус привода вентилятора в сборе

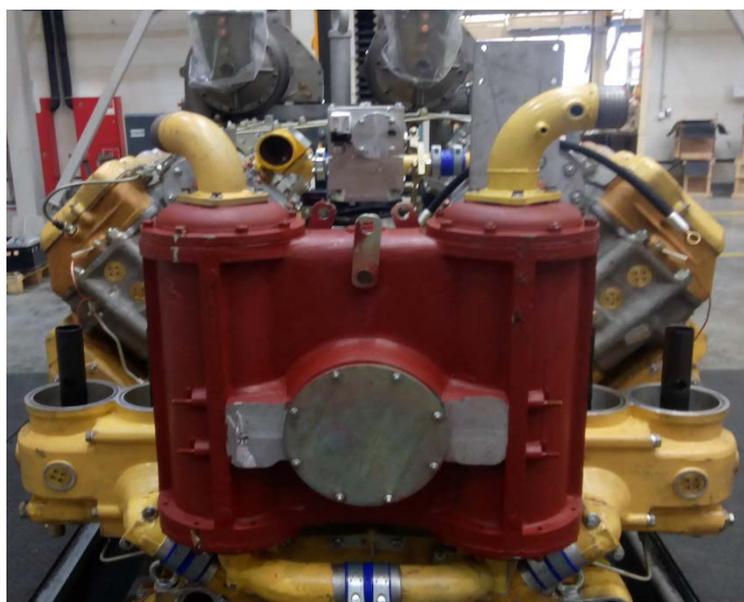


Рисунок 2 - Установка привода вентилятора на двигатель

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь «Корпус привода вентилятора» используется в приводе вентилятора системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания и предназначен для установки и подачи охлаждения.

В два отверстия $\text{Ø}195\text{H}7$ устанавливаются биметаллические втулки с подшипниками качения. В два отверстия $\text{Ø}190\text{H}11$ устанавливаются медные трубки (пучки) по которым подаётся охлаждающая жидкость. Отверстия $\text{Ø}205\text{H}9$ и $\text{Ø}213$ предназначены для установки уплотнений. Восемь резьбовых отверстий $\text{M}8\text{-}6\text{H}$ расположенных на переднем торце предназначены для крепления к корпусу крышки. Одиннадцать отверстий $\text{Ø}11$ предназначены для крепления корпуса к картеру двигателя. Отверстия $\text{M}10\text{-}6\text{H}$ на верхней и нижней поверхностях детали предназначены для крепления крышек и трубопроводов с подводом и отводом охлаждающей жидкости (рис. 3).

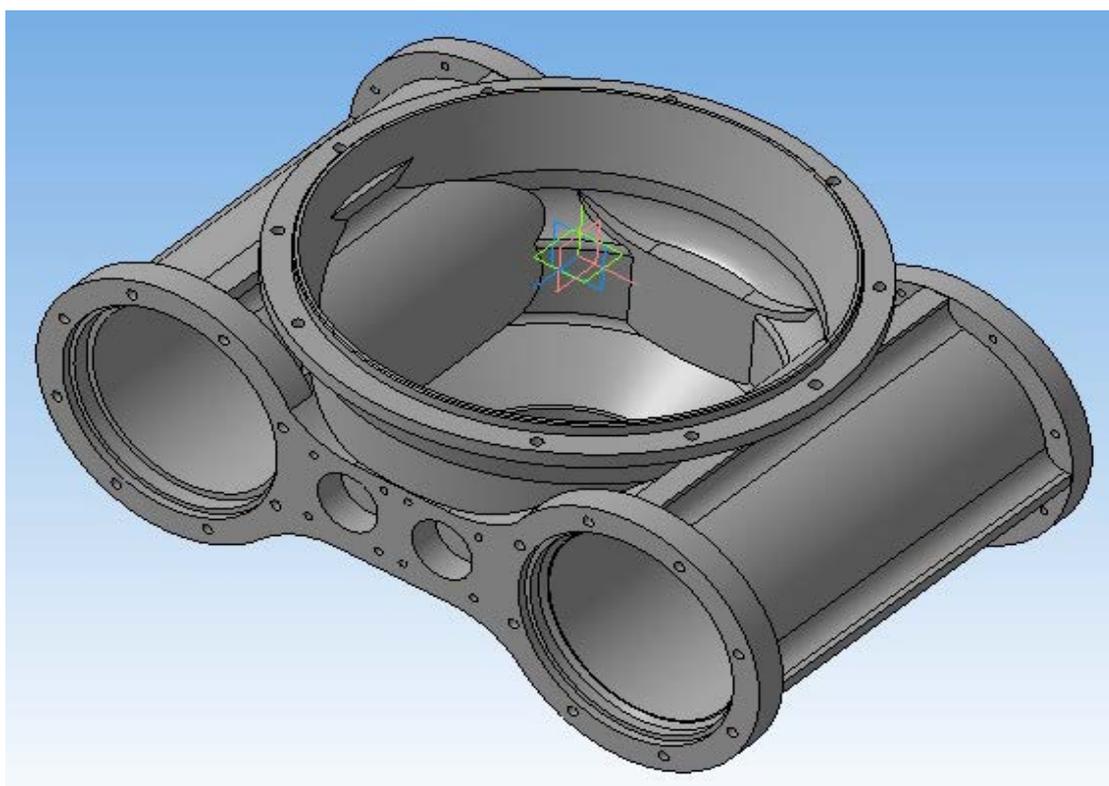


Рисунок 3 – 3D модель детали «Корпус привода вентилятора»

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

Деталь корпус привода вентилятора изготавливается, из литейного алюминиевого сплава АЛ-9 по ГОСТ 1583-93.

Особенности: хорошие коррозионная стойкость, механические и литейные технологические свойства (не склонен к трещинообразованию в процессе кристаллизации и последующего охлаждения, минимальная линейная усадка). По обрабатываемости резанием превосходит сплав АК12. Имеет хорошие механические свойства за счет образования соединения Mg_2Si , которое влияет на прочность сплава.

Области применения: детали самолетов, приборов, корпуса помп, карбюраторов, и работающие при температуре не выше $200^{\circ}C$. Применяют сплав АЛ-9 для наиболее ответственных отливок, сложных и крупногабаритных деталей, работающих при больших нагрузках (картер двигателя внутреннего сгорания), для литья мало и средненагруженных деталей приборов, агрегатов и двигателей, а также для бытовых изделий.

В таблицах 1 и 2 приведены химический состав и механические свойства сплава АЛ-9.

Таблица 1 - Химический состав сплава АЛ-9, % [14]

Fe	Si	Mn	Al	Cu	Mg	Zn	Sn
до 1,5	6-8	до 0,5	89,6-93,8	до 0,2	0,2-0,4	до 0,3	до 0,01

Таблица 2 - Механические свойства сплава АЛ-9 [14]

σ_b , МПа	δ_5 , %	НВ
137-225	1-4	50,0

Формулировка основных технологических задач.

Основные технологические задачи (рис. 5 и 6).

Обеспечить качество поверхностей: отверстия Ø195 по Ra2,5мкм; резьбовые отверстия М8 и М10, поверхность Ø450 и прилегающий к ней фланец, отверстия Ø205 и верхняя и нижняя плоскости по Ra5мкм; отверстия ø190 по Ra10мкм; остальные поверхности по Ra20мкм.

Обеспечить точность размеров: поверхность Ø450 и резьбовые отверстия М8 и М10 по 6-му качеству; отверстия Ø195 по 7-му качеству; отверстия Ø205 по 9-му качеству; отверстия Ø190 и размер 426,5мм по 11-му качеству; остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

Обеспечить допуск радиального биения поверхности Ø450g6 в пределах 0,10 мм относительно оси отверстия Ø195H7.

Обеспечить допуск торцевого биения поверхности Ø500 в пределах 0,03 мм относительно оси поверхности Ø450g6.

Обеспечить допуск торцевого биения поверхности Ø210 в пределах 0,08мм относительно оси отверстия Ø195H7.

Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø11 в пределах 0,25мм на радиус относительно оси поверхности ø450g6.

Обеспечить позиционный допуск резьбовых отверстий М8-6Н в пределах 0,25мм на радиус, относительно оси отверстия ø195H7.

Обеспечить позиционный допуск резьбовых отверстий М10-6Н в пределах 0,25мм на радиус, относительно оси отверстия ø190H11.

Обеспечить плоскостность верхней и нижней поверхностей в пределах 0,1мм.

Обеспечить допуск торцевого биения верхней и нижней плоскостей в пределах 0,20мм относительно оси отверстия Ø190H11.

Обеспечить испытание полости С на герметичность водой в течении 3 мин. при давлении 0,45...0,50 МПа;

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Обеспечить покрытие эмалью ВЛ-515 и ПФ-515 ГОСТ 11066-84.

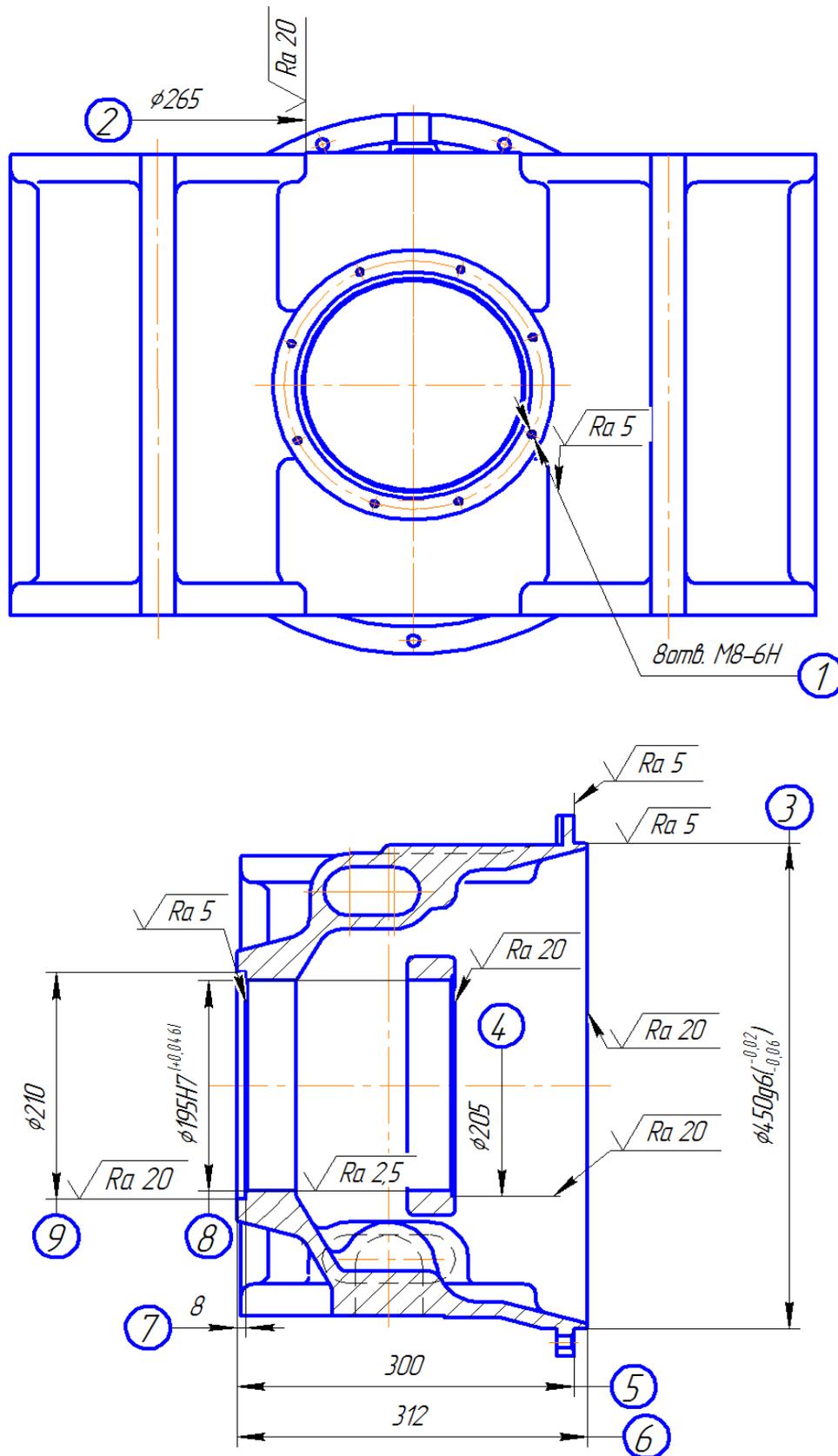


Рисунок 5 – Эскиз детали «Корпус привода вентилятора» (сечение А-А)

					Лист	
					ДП 44.03.04.566 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					12	

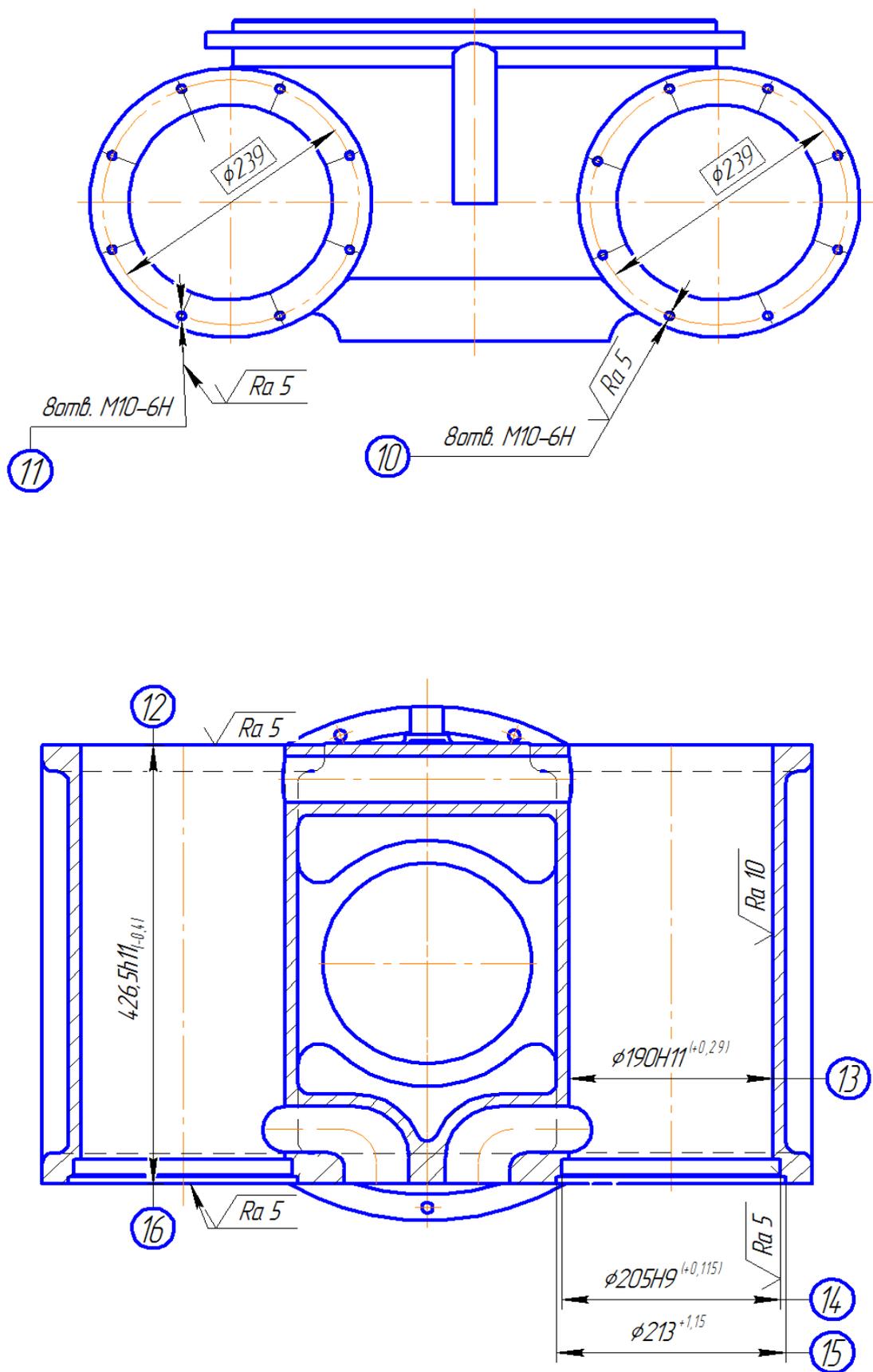


Рисунок 6 – Эскиз детали «Корпус привода вентилятора» (сечение Б-Б)

					Лист	
					ДП 44.03.04.566 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					13	

Качественная оценка технологичности детали.

Достоинства конструкции детали:

- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе механической обработки;
- отверстия, возможно, обрабатывать за проход;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;

Недостатки конструкции детали:

- конструкция детали имеет глухие резьбовые отверстия М8-6Н, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

Количественная оценка технологичности детали.

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

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

T_i – качества, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого качества или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [4, с. 29], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
6	49	294	11	2	22
7	2	14	14	52	728
9	3	27			

$$\Sigma n_i = 108;$$

$$\Sigma T_i \cdot n_i = 1085$$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{1085}{108} = 10,1 \quad (1)$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{10,1} = 0,901. \quad (2)$$

Коэффициент точности приближается к единице (0,901), что подчеркивает сравнительно высокую точность механической обработки.

Определение коэффициента шероховатости по [4, с. 30], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
2,5	2	5,0	10	2	20
5,0	53	265	20	52	1040

$$\Sigma n_i = 109;$$

$$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 1330$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{1330}{109} = 12,20 \quad (3)$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{12,20} = 0,918. \quad (4)$$

Коэффициент шероховатости также близок к единице (0,918), что в свою очередь говорит о сравнительно высоких требованиях к шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Коэффициент использования материала [4, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_D}{m_3} = \frac{34}{44,6} = 0,762 \quad (5)$$

Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки верен (литье в песчаные формы), его следует лишь заменить на другой вид литья соответствующий серийному производству.

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

- Характеристика технического процесса

По признакам технического процесса относят:

- по числу охватываемых изделий – среднесерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный.

- Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 5 и 6 обозначим обрабатываемые поверхности, проанализируем методы обработки поверхностей с точки зрения экономической точности и результаты занесем в таблицу 5.

В большинстве своем методы обработки соответствуют методам обработки поверхностям экономической точности, следовательно, методы обработки в базовой технологии выбраны верно.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Таблица 5 – Сравнение методов обработки поверхностей

№ п/п	Вид поверхности	Квалитет	Шерохов. Ra, мкм	МОП в М.К	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Отверстие М8	6Н	5	Сверление, нарезание резьбы	6Н...7Н	6,3...3,2	Соответ.
2	Плоскость Ø265	14	20	Фрезерование однократное	12...11	3,2...1,6	Соответ.
3	Поверхность цилиндрическая Ø450	6	5	Точение черновое, чистовое, тонкое	7...6	2,5...3,2	Соответ.
4 9 15	Отверстие Ø205	14	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответ.
5 6	Торцевые поверхности	14	20	Точение однократное	12-14	6,3...12,5	Соответ.
7	Поверхность торцевая	14	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответ.
8	Отверстие Ø195	7	2,5	Точение черновое, чистовое, тонкое	7...6	2,5...3,2	Соответ.
10 11	Отверстие резьбовое М10	6Н	5	Сверление, нарезание резьбы	6Н...7Н	3,2...6,3	Соответ.
12 16	Верхняя и нижняя плоскости	11	5	Фрезерование черновое и чистовое	10...11	3,2...6,3	Соответ.
13	Отверстие Ø190	11	10	Точение черновое, чистовое	11...10	3,2...6,3	Соответ.
14	Отверстие Ø205	9	5	Точение черновое, чистовое, и тонкое	7...6	2,5...3,2	Соответ.

- Анализ выбора технологических баз.

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях. Результаты занесем в таблицу 6.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдаются правила базирования: принцип постоянства и совмещения баз.

- Анализ маршрута обработки детали.

При изучении маршрутных карт установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей. Маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

Таблица 6 – Операции базового технологического процесса

№ операции	Наименование и содержание операции
005	Горизонтально-расточная Установ А Фрезеровать боковую поверхность 426,5мм. Установ Б Фрезеровать боковую поверхность 426,5мм с противоположной стороны.
010	Горизонтально-расточная Расточить отверстия Ø190Н11, Ø213, расточить отв. Ø205Н9, сверлить и нарезать резьбу М10-6Н в 40 отв. на верхней и нижней плоскости.
015	Горизонтально-расточная Расточить отверстия Ø195Н7 и Ø205, точить поверхность Ø450 с подрезкой торца, точить поверхность Ø450 с обратной стороны, сверлить 11 отв. ø11, сверлить и нарезать резьбу М8-7Н.

- Анализ станочных операций.

Проанализируем все операции заводского технологического процесса, а результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7 - Анализ станочных операций

№	Наименование и содержание операции	Структура операций				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Горизонтально-расточная Установ А Фрезеровать боковую поверхность 426,5мм. Установ Б Фрезеровать боковую поверхность 426,5мм с противоположной стороны.	4	-	6	9	Большой фланец	Прихваты, опоры, упоры	2А636	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
010	Горизонтально-расточная Расточить отверстия Ø190Н11, Ø213, расточить отв. Ø205Н9, сверлить и нарезать резьбу М10-6Н в 40 отв. на верхней и нижней плоскости.	2	-	12	15	Большой фланец и боковые поверхности	Прихваты, опоры, упоры	2А636	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка
015	Горизонтально-расточная Расточить отверстия Ø195Н7 и Ø205, точить поверхность Ø450 с подрезкой торца, точить поверхность Ø450 с обратной стороны, сверлить 11 отв. ø11, сверлить и нарезать резьбу М8-7Н.	3	-	6	24	Нижняя плоскость отверстия 190Н11	Прихваты, опоры, упоры	2А636	Одноместная, многоинструментальная, последовательная обработка

Выводы

Технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей. В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Корпус привода вентилятора» с 600 до 1150 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Предлагается заменить универсальное оборудование на обрабатывающий центр с ЧПУ, что будет соответствовать среднесерийному типу производства.

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [4, с. 33]:

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

Коэффициентом закрепления операций K_{30} определяемого по формуле [4, с. 33]:

$$K_{3.0} = \sum O / \sum P, \quad (6)$$

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

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

Годовая программа выпуска $N=600$ шт. (для базового тех. процесса).

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [4, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.} \cdot K_{ВН}), \quad (7)$$

где $F_d = 3946$ ч. – годовой фонд времени при 2-х сменной работе оборудования (для базового варианта);

$\eta_{з.н.} = 0,85$ – нормативный коэффициент загрузки;

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

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Определим фактический коэффициент загрузки $\eta_{з.ф.}$ по [4, с. 33]:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P.$$

Количество операций по формуле [4, с. 33]:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.}$$

Рассчитаем $K_{з.о.}$ для базового варианта тех. процесса:

$$m_p = 600 \cdot 456,7 / (60 \cdot 3946 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 1,34; \text{ приму } P = 2;$$

$$\eta_{з.ф.} = 1,34 / 2 = 0,67; O = 0,75 / 0,67 = 1,12, \text{ примем } O = 2.$$

Тогда:

$$K_{з.о.} = 2 / 2 = 1, \text{ что соответствует крупносерийному типу производств.}$$

Количество деталей в партии:

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

где a – периодичность поступления заготовок, $a = 3$ дня [4, с. 33].

Тогда:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{600 \cdot 3}{254} = 7 \text{ шт.}$$

Таблица 8 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

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

При массе детали $m_{дет} = 34$ кг и годовой программе выпуска $N = 600$ шт., примем тип производства по таблице 8 - среднесерийное.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ.

Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются.

Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

- масса детали 34кг;
- габариты детали: 716x500x312мм;
- материал АК7ч ГОСТ 1583-93 ($\sigma_B = 225$ МПа);
- годовое число отливок 1150 шт.

Выбираем способ получения заготовки – отливка в кокиль.

Кокиль - это металлическая форма, которая заполняется расплавом под действием гравитационных сил. Кокиль может быть использован многократно, в отличие от песчаных форм, которые используются разово [1].

Таким образом, сущность литья в кокиль заключается именно в многократности использования литейных форм, металлические части которых и формируют конфигурацию отливки.

Кокиль состоит из двух полу форм и вставок. Полуформы взаимно центрируются штырями, и перед заливкой их соединяют замками.

Размеры рабочей полости кокиля больше размеров отливки на величину усадки сплава. Полости и отверстия в отливке могут быть выполнены металлическими или песчаными стержнями, извлекаемыми из отливки после ее затвердевания и охлаждения до заданной температуры. Расплав заливают в кокиль через литниковую систему, выполненную в его стенках, а питание массивных узлов отливки осуществляется из прибылей (питающих выпоров).

Все литейные алюминиевые сплавы в жидком состоянии интенсивно растворяют газы и окисляются. При затвердевании сплава газы выделяются из раствора и образуют газовую и газоусадочную пористость, которая снижает механические свойства и герметичность отливок. Образующаяся на поверхности расплава пленка окислов при заполнении формы может разрушаться и попадать в тело отливки, снижая ее механические свойства и герметичность. При высоких скоростях движения расплава в литниковой системе пленка окислов, перемешиваясь с воздухом, образует пену, попадание которой в полость формы приводит к дефектам в теле отливок.

Интенсивное охлаждение расплава и отливки в кокиле увеличивает скорость ее затвердевания, что благоприятно влияет на структуру - измельчается зерно твердого раствора, эвтектики и вторичных фаз.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Структура силуминов, отлитых в кокиль, близка к структуре модифицированных сплавов; снижается опасность появления газовой и газоусадочной пористости, уменьшается вредное влияние железа и других примесей.

Это позволяет допускать большее содержание железа в алюминиевых отливках, получаемых в кокилях, по сравнению с отливками в песчаные формы. Все это способствует повышению механических свойств отливок, их герметичности.

Кокили для литья алюминиевых сплавов применяют массивные, толстостенные. Такие кокили имеют высокую стойкость и большую тепловую инерцию: после нагрева до рабочей температуры они охлаждаются медленно. Это позволяет с большей точностью поддерживать температурный режим литья и получать тонкостенные отливки. Для отливок сложной конфигурации используют кокили, имеющие системы нагрева или охлаждения отдельных частей. Это дает возможность обеспечить направленное затвердевание и питание отливок.

Положение отливки в форме должно способствовать ее направленному затвердеванию: топкие части отливки располагают внизу, а массивные – вверху, устанавливая на них прибыли и питающие выпоры.

Литниковая система должна обеспечивать спокойное, плавное поступление расплава в полость формы, надежное улавливание окисных плен, шлаковых включений и предотвращать их образование в каналах литниковой системы и полости кокиля, способствовать направленному затвердеванию и питанию массивных узлов отливки.

1.2.2. Выбор технологических баз

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборке и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят нижнюю плоскость и большой правый фланец.

К вспомогательным базам относят два отверстия $\varnothing 195H7$, два отверстия $\varnothing 190H11$, верхнюю плоскость и большой правый фланец, а также отверстие $\varnothing 36$.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствует обработанная поверхность. В нашем случае черновой базой будет нижняя плоскость **А** (лишает деталь трех степеней свободы), поверхность **Б** (лишает деталь двух степеней свободы) и поверхность **В** (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 7.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами будет плоскость разъема **Г** (лишает деталь трех степеней свободы), отверстие **Д** (лишает деталь двух степеней свободы) и отверстие **Е** (лишает деталь одной степени свободы). Таким образом, базирование полное.

Схема чистового базирования показана на рисунке 8.

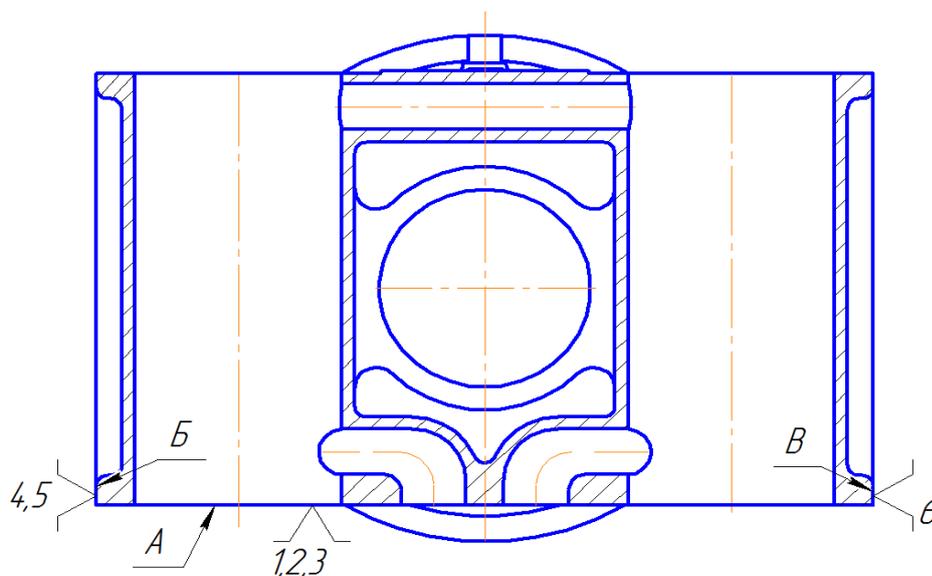


Рисунок 7 - Черновые базы в предлагаемом технологическом процессе

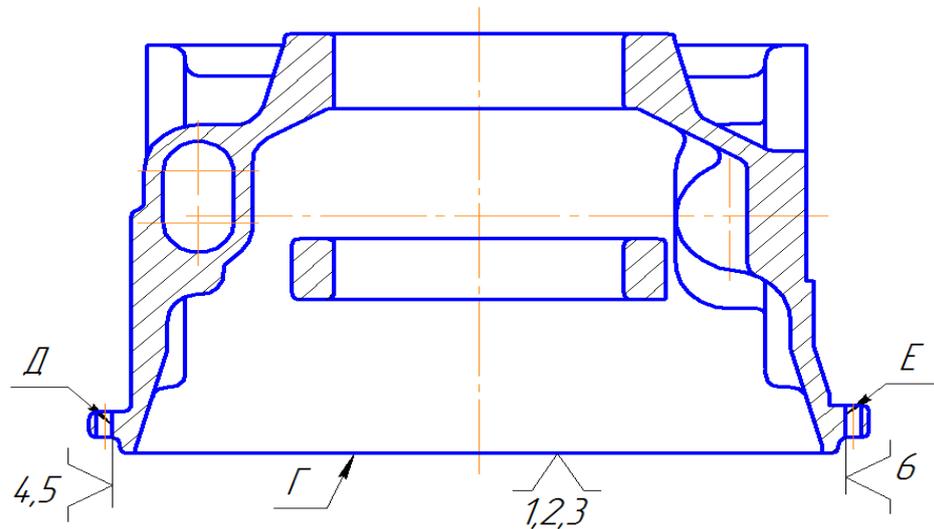


Рисунок 8 - Чистовые базы в предлагаемом технологическом процессе

1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали «Корпус привода вентилятора»

Технологический маршрут обработки детали «Корпус привода вентилятора» представлен в таблице 9. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунках 9 и 10.

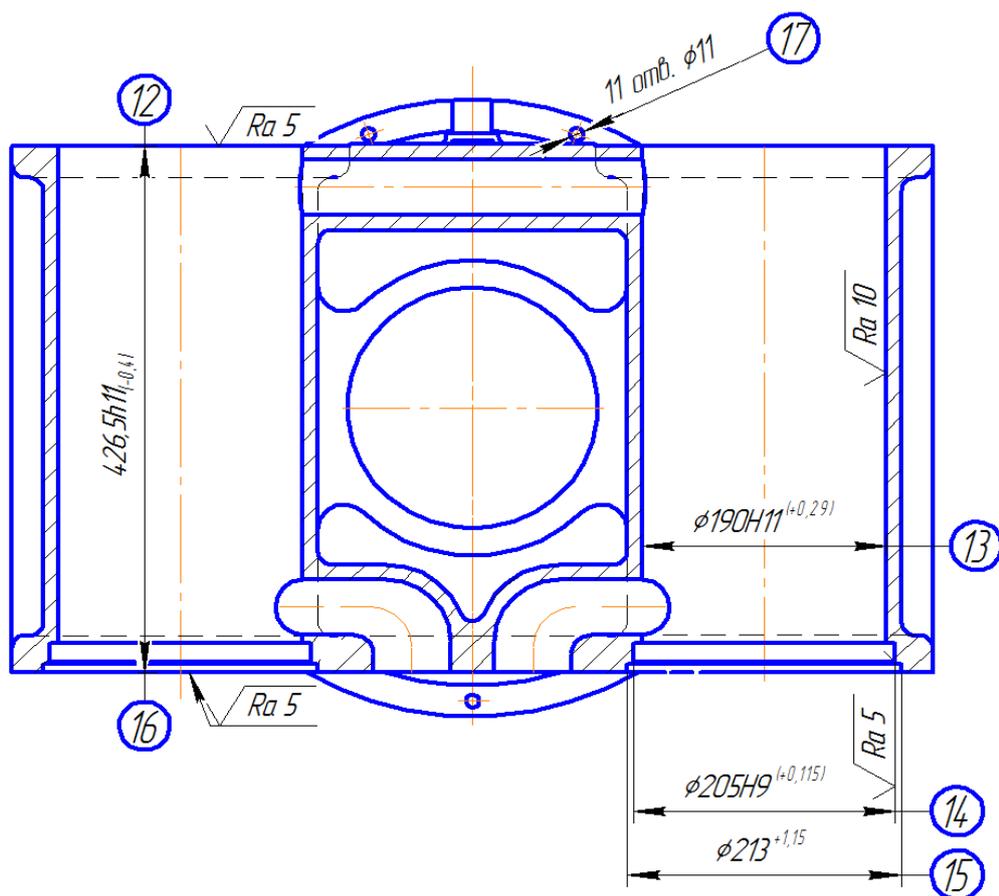
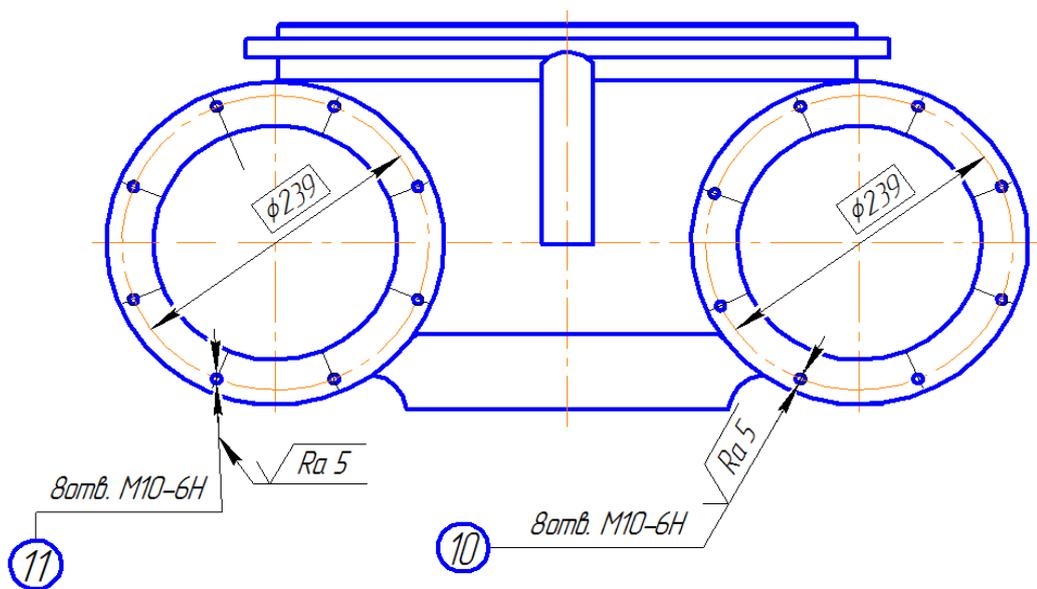


Рисунок 10 – Эскиз детали «Корпус привода вентилятора» (сечение Б-Б)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.566 ПЗ

Лист

28

Таблица 9 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус привода вентилятора»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А	Фрезеровать торец	6
	Фрезеровать торец	5,3
	Фрезеровать торец	5
	Точить поверхность	3
	Расточить отверстие	8
	Расточить отверстие	9
	Расточить отверстие	4
	Сверлить отверстие под резьбу	1
	Нарезать резьбу	1
	Сверлить отверстие	17
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ Б	Фрезеровать торец	12
	Фрезеровать торец	16
	Расточить отверстие	14
	Расточить отверстие	15
	Расточить отверстие	13
	Сверлить отверстия под резьбу с двух сторон	10, 11
	Нарезать резьбу с двух сторон	10, 11

1.2.4. Выбор средств технологического оснащения

1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей «Корпус привода вентилятора» с 600 до 1150 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей.

Предлагается, заменить существующее универсальное оборудование на обрабатывающий центр с ЧПУ, что будет соответствовать серийному производству и позволит предприятию справиться с задачей годового увеличения выпускаемых изделий.

1.2.4.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «Seco».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Seco» [10, 11, 12].

Материал детали – сплав АЛ-9 по классификации компании «Seco» относится к группе N1 [12, с. 333].

Фрагмент каталога «Seco» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 12.

Классификация материалов - SMG2



SMG	Описание	свойства	Пример
N1	Алюминиевые сплавы, Si < 9%		AW-7075
N2	Сплавы алюминия, 9% < Si < 16%		AC-44200 Si = 12%

Рисунок 12 – Выбор группы материала для сплава АЛ-9 из каталога фирмы «Seco»

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Установ А (Позиция А)

Переход 1. Фрезеровать плоскость б (рис. 9).

Выбираем тип фрезы JS554 – фреза универсальная для обработки материалов группы N1 [12, с. 21]. На рисунке 13 показан выбор типа фрезы из каталога «Seco» [12].

Окончательно выбираем фрезу JS554250R310Z4.0-SIRON-A [12, с. 54], где JS – линейка продукции (JABRO SOLID), 554 – геометрия, 250 – диаметр фрезы (25мм), R310 – форма конца, Z4 – число зубьев, .0 – тип хвостовика, SIRON-A – тип покрытия [12, с. 10].

Наименование		JS512	JS513	JS514	JS553	JS554
Стр.		26-30	31-36	37-41	42-51	52-69
Диапазон продукции		JS ²				
Тип фрезы						
Хвостовик	Цилиндр	<input checked="" type="checkbox"/>				
	Weldon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Число зубьев		2	3	4	3	4
ИСС						
Диапазон диаметров	Метрич.	1-25	1-25	1-25	2-25	3-25
	Дюйм.				1/8-1	1/4-1
Доступные длины, на основе коэффициента длины		 2,3,4	 2,3,4	 2,3,4	 2,3	 2,3
Операция						
SMG						
P1-8		<input checked="" type="checkbox"/>				
P11		<input checked="" type="checkbox"/>				
M1-3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
M4-5		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
K1-7		<input checked="" type="checkbox"/>				
S1-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
S11-13		<input checked="" type="checkbox"/>				
H5 H8 H11 H12 H21		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N1		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
N2-3		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 13 – Выбор типа фрезы

Размеры фрезы (рис. 14): $D_c=25\text{мм}$, $d_{m_m}=25\text{мм}$. $l_2=125\text{мм}$, $a_p=52\text{мм}$
[12, с. 54].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,11$ мм/зуб, $V_c=470$ м/мин
 [12, с. 62].

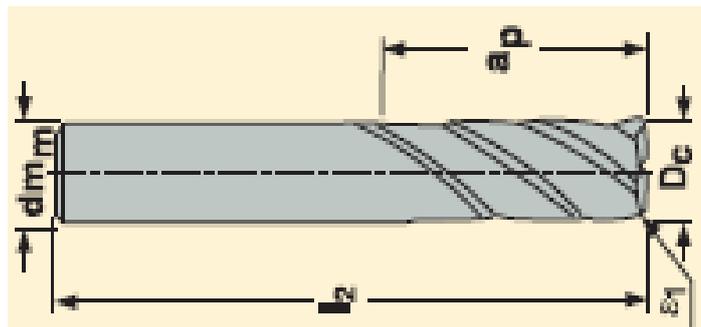


Рисунок 14 - Фреза концевая JS554

Переход 2. Фрезеровать плоскость 5 и поверхность 3 (рис. 9).

Выбираем фрезу JS554250R310Z4.0-SIRON-A [12, с. 54] (рис. 14).

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,11$ мм/зуб, $V_c=470$ м/мин
 [12, с. 62].

Переход 3. Фрезеровать торец 5 с противоположной стороны (рис. 9).

Выбираем фрезу дисковую R335.10-125-03.32-9 [12, с. 203] (рис. 15),
 где R – правое вращение, 335 – фреза дисковая, 10 – система, 125 – диаметр
 фрезы, 03 – ширина фрезы, 32 – диаметр отверстия, 9 – число зубьев
 [10, с. 193].

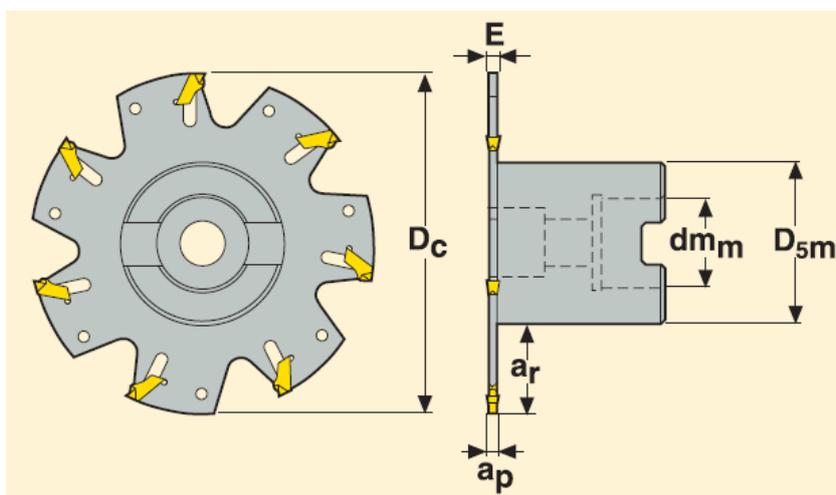


Рисунок 15 – Фреза дисковая R335

Размеры фрезы (рис. 15): $D_c=125$ мм, $d_{m}=32$ мм. $a_r=33$ мм, $a_p=3,1$ мм
 [10, с. 203].

Сменная многогранная пластина 150.10-3N-12 CP500 [12, с. 207],
 где 150.10 – тип пластины, 3N – размер, 12 – вид стружколома [12, с. 627].

CP500 – материал пластины (твердый сплав с покрытием) для
 обработки цветных сплавов

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,12$ мм/зуб, $V_c=690$ м/мин [12, с.
 207-208].

Переход 4. Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$ на поверхности $\varnothing 450$ мм.

Выбираем фрезу С6-R217.49-032-22-ХО12-45,3А [12, с. 560] (рис. 16),
 где R – правое вращение, 335 – фреза дисковая, 10 – система, 125 – диаметр
 фрезы, 03 – ширина фрезы, 32 – диаметр отверстия, 9 – число зубьев [12, с.
 193].

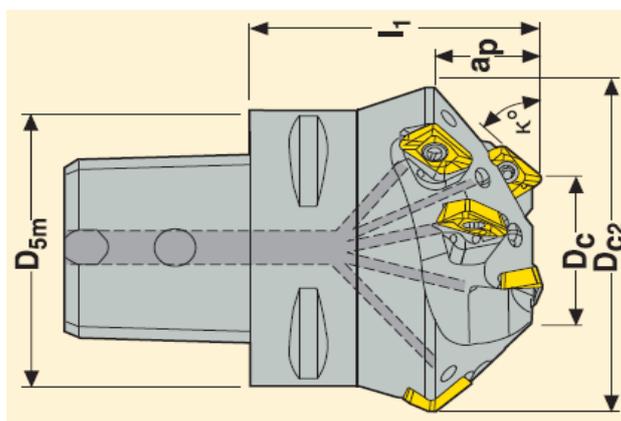


Рисунок 16 – Фреза для фрезерования фаски

Размеры фрезы (рис. 16): $D_{c2}=76,4$ мм, $D_c=32$ мм, $d_{m32}=32$ мм. $l_1=60$ мм,
 $a_p=22,5$ мм, $D_{5m}=63$ мм [12, с. 559].

Сменная многогранная пластина ХОЕХ 120408FR-E06 Н15 [12, с. 561],
 где обозначено: Х - форма пластины (специальная), О - задний угол
 (специальный), Е – класс точности, Х – тип СМП (специальная), 12 –
 номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина (4,76мм), 08 – радиус
 вершине (0,8мм), F – обозначение режущей кромки, R – направление
 резания (правое), E06 – внутреннее обозначение (условия обработки
 простые), Н15 – материал пластины (твердый сплав без покрытия) [12, с. 9-
 10].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,16$ мм/зуб, $V_c=250$ м/мин [12, с.
 561-562].

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

Позиция Б

Переход 9. Фрезеровать торец 7.

Фреза торцевая R220.53-0160-09-14С [10, с. 129] (рис. 22),

где обозначено: R – правостороннее вращение, 220 – крепление на оправке, 53 - система фрез, 0160 – диаметр фрезы (160мм), 09 – размер пластины, 14 – эффективное число зубьев, С – крепление пластины клином (рис. 12).

Размеры фрезы: $D_c=160\text{мм}$, $D_{c2}=170\text{мм}$, $D_{5m}=90\text{мм}$ $l_1=63\text{мм}$, $a_p=4,5\text{мм}$ [10, с. 129].

Пластина SEEX 09Т3AFN-E04 Н15 [10, с. 603],

где обозначено: S - форма пластины (квадратная), E - задний угол (равен 20°), E – класс допуска, X – тип СМП, 09 – номинальная длина режущей кромки (9,52мм), Т3 – толщина (3,97мм), AF – пластина с фаской 45° , N – направление резания (нейтрал), E04 – внутреннее обозначение (условия обработки простые), Н15 – материал пластины (твердый износостойкий сплав для обработки алюминия, сплав без покрытия) [10, с. 14].

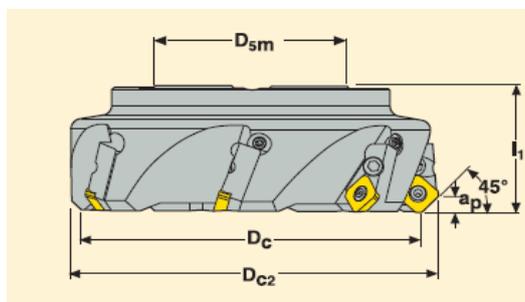


Рисунок 22 - Фреза торцевая

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 662]: $a_{p\text{max}}=4,5\text{мм}$, $f=0,20\text{ мм/зуб}$, $V_c=600\text{м/мин}$.

Переход 10. Расточить отверстие 8.

Растачивание выполняем в два этапа: в размер $\varnothing 194,5$ и в размер $\varnothing 195\text{H7}$.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ				

Первый этап.

Головка А750 70 [11, с. 487] (рис. 18).

Держатель пластин А750 75СC12 90 [11, с. 489] (рис. 19).

Пластина ССGТ 120408F-AL КХ [11, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания: $a_{pmax}=5\text{мм}$, $V_c=300\text{м/мин}$,
 $f=0,40\text{ мм/об}$ [11, с. 594 и с. 596].

Второй этап.

Головка А780 70 [11, с. 541] (рис. 20).

Держатель пластин А725 75СC09 Т3 [11, с. 544] (рис. 21).

Пластина ССGТ 06Т308F-AL КХ [11, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания на втором этапе: $a_{pmax}=0,5\text{мм}$,
 $V_c=300\text{м/мин}$, $f=0,12\text{ мм/об}$ [11, с. 327 и с. 330].

Переход 11. Расточить отверстие 9.

Головка А750 70 [11, с. 487] (рис. 18)

Держатель пластин А750 75СC12 90 [11, с. 489] (рис. 19).

Пластина ССGТ 120408F-AL КХ [11, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания: $a_{pmax}=5\text{мм}$, $V_c=300\text{м/мин}$,
 $f=0,40\text{ мм/об}$ [11, с. 594 и с. 596].

Переход 12. Сверлить 8 отверстий 1 под резьбу (рис. 9).

Сверло SD203-6.8-25-8R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,29\text{ мм/об}$,
 $V_c=350\text{м/мин}$.

Переход 13. Зенковать фаску в 8-ми отверстиях 1 (рис. 9).

Сверло SD203-12.0-36-12R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,42\text{ мм/об}$,
 $V_c=350\text{м/мин}$.

Переход 14. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях 1 (рис. 9).

Метчик МТН-М8х1.25ISO6Н-ТВ-V008 [11, с. 290],

где МТН – метчик со спиральной канавкой и со спиральной подточкой,

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Держатель пластин A750 75CC12 90 [11, с. 489] (рис. 19).

Пластина CCGT 120408F-AL KX [11, с. 594].

Рекомендуемые режимы резания: $a_{pmax}=5\text{мм}$, $V_c=300\text{м/мин}$,
 $f=0,40\text{ мм/об}$ [11, с. 594 и с. 596].

Переход 5. Сверлить 24 отверстия 10 под резьбу (рис. 10).

Сверло SD203-8.5-27-10R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,33\text{ мм/об}$,
 $V_c=170\text{м/мин}$.

Переход 6. Зенковать фаску в 24-х отверстиях 10 (рис. 10).

Сверло SD203-12.0-36-12R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,42\text{ мм/об}$,
 $V_c=170\text{м/мин}$.

Переход 7. Нарезать резьбу в 24-х отверстиях 10 (рис. 10).

Метчик МТН-М10х1.50ISO6Н-ТВ-V008 [11, с. 290].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 276]: $V_c=47\text{м/мин}$.

Позиция Г

Переход 8. Фрезеровать плоскость 12 (рис. 10).

Фреза торцевая R220.53-8250-09-16C [10, с. 128] (рис. 11).

Пластина SEEX 09T3AFN-E04 H15 [10, с. 603].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [10, с. 662]: $a_{pmax}=4,5\text{мм}$,
 $f=0,20\text{ мм/зуб}$, $V_c=600\text{м/мин}$.

Переход 9. Сверлить 16-ть отверстий 10 и 11 под резьбу (рис. 10).

Сверло SD203-8.5-27-10R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,33\text{ мм/об}$,
 $V_c=350\text{м/мин}$.

Переход 10. Зенковать фаску в 16-ти отверстиях 10 и 11 (рис. 10).

Сверло SD203-12.0-36-12R1 [11, с. 39] (рис. 17).

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [11, с. 123]: $f=0,42\text{ мм/об}$,
 $V_c=350\text{м/мин}$.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

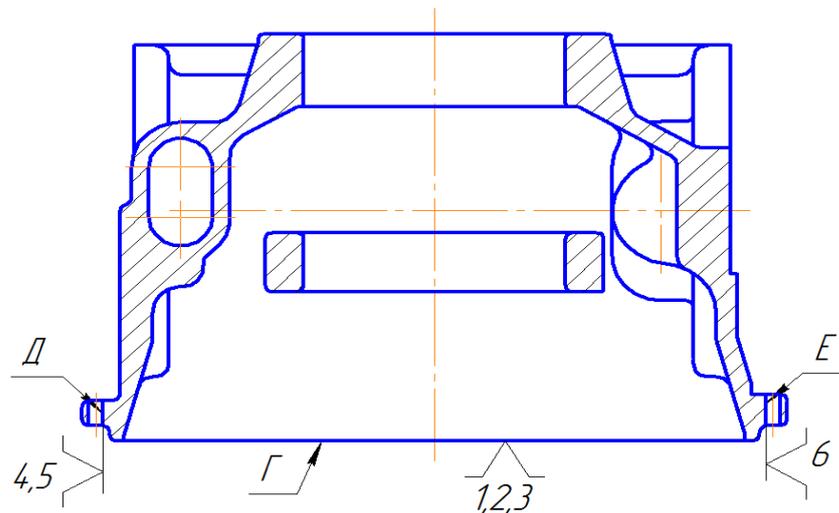


Рисунок 25 - Чистовые базы в проектируемом варианте

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом

Материал – сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93.

Масса заготовки $m_3=44,6$ кг.

Определим припуск на размер на отверстие $\varnothing 195H7(+0,046)$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 195H7(+0,046)$:

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

Определим элементы припуска [7, с. 186 табл.12 и 8, с. 188 табл.25] и занесем в таблицу 11.

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

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (9)$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем $\rho_{см} = 2$ мм;

$\rho_{кор}$ - коробление поверхностей, определим по формуле;

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,8 \cdot 40 = 0,032 \text{ мм};$$

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2^2 + 0,032^2} = 2,0\text{мм} = 2000\text{мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения [8, с. 37]:

-после чернового растачивания

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2000 = 100 \text{ мкм};$$

-после чистового растачивания

$$\rho_2 = 0,04 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2000 = 40 \text{ мкм};$$

-после тонкого растачивания

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

Погрешность установки определим по [8, с. 75 табл. 410].

Расчетный минимальный припуск определим по формуле, а результаты занесем в таблицу 11.

$$2 \cdot Z_{0\text{min}} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}). \quad (10)$$

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

Определим наименьший предельный размер путем округления в сторону увеличения расчетных размеров D_p до той же значащей цифры, что и у допуска.

Наибольшие предельные размеры получим путем прибавления допуска к наименьшему предельному размеру.

Определим предельные значения припусков по формулам:

$$Z_{\text{min}}^{np} = D_{\text{min } i}^{np} - D_{\text{min } i-1}^{np}, \quad (11)$$

$$Z_{\text{max}}^{np} = D_{\text{max}}^{np} - D_{\text{max } i-1}^{np} \quad (12)$$

Определим общий припуск

$$2 \cdot Z_{\text{оном}} = 2 \cdot Z_{\text{o min}} + \frac{\sigma_3}{2} - \sigma_3 = 5,816 + \frac{1,2}{2} - 0,016 = 6,4 \text{ мм}. \quad (13)$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Произведем проверку по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (14)$$

$$5,01 - 2,27 = 3,2 - 0,46 = 2,74 \text{ мм}$$

$$0,562 - 0,217 = 0,46 - 0,115 = 0,345 \text{ мм}$$

$$0,228 - 0,159 = 0,115 - 0,046 = 0,069 \text{ мм}$$

На рисунке 26 представлена графическая схема припусков и допусков.

Таблица 11 - Расчет припусков на размер $\varnothing 195H7^{(+0,046)}$

Технологич. переходы обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетн. припуск $2 \cdot Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер, D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение припуска, мм	
	Rz	h	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	500	300	2000			189,2	3,20	189,20	192,40		
Черновое растачивание	50	50	100	150	$2 \cdot 2506$	194,212	0,46	194,21	194,67	2,27	5,01
Чистовое растачивание	25	25	40	150	$2 \cdot 280$	194,772	0,115	194,77	194,887	0,217	0,562
Тонкое растачивание	10	10		50	$2 \cdot 114$	195,0	0,046	195,0	195,046	0,159	0,228

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2,646 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 5,80 \text{ мм}$$

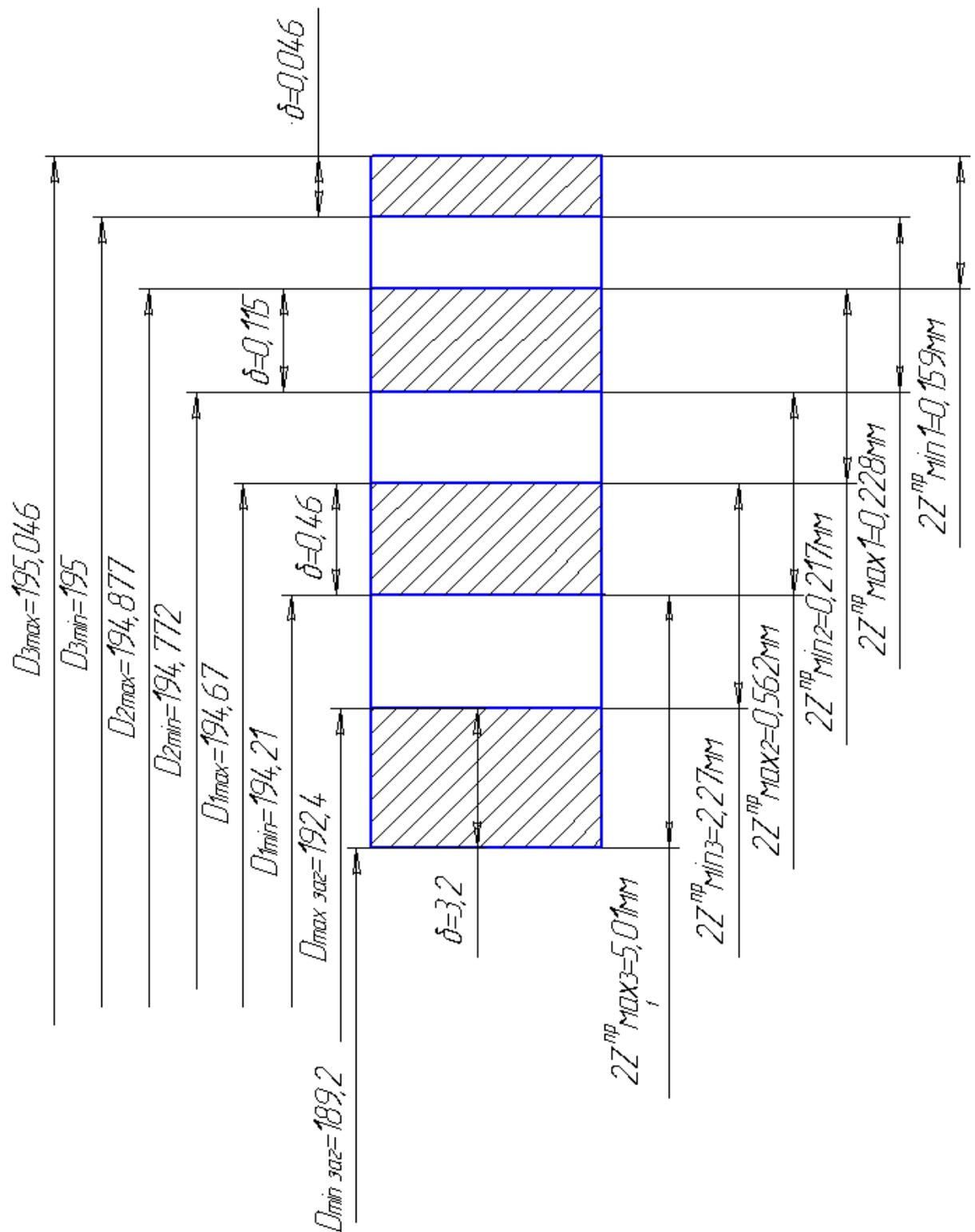


Рисунок 26 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\text{Ø}195\text{H}7(+0,046)$

Табличный метод расчета припусков.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					47

На рисунках 9 и 10 покажем эскизы детали, проставим размеры и назначим на них припуски по [1, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 12.

Таблица 12 - Припуски и допуски на обработку, мм

Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер предварительный	Отклонения
Фрезерование однократное	7	5,0	322,0	± 2,2
	12	2,0	434,5	± 2,2
	16	6,0	434,5	± 2,2
Точение: - черновое	3	2·4,0	460	± 2,20
	5	4,5	310	± 2,20
	6	4,5	322	± 2,20
	8	2·4,0	185	± 1,80
	13	2·5,0	178	± 1,80
- чистовое	3	2·0,7	452	-1,55
	5	0,5	306,5	-1,3
	6	0,5	317,5	-1,4
	8	2·0,7	193	+1,15
	13	2·0,5	188	+1,15
- тонкое	3	2·0,30	450,6	-0,155
	8	2·0,30	194,4	-0,115

1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (15)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время на операцию;

n - количество деталей в партии, $n=14$ шт;

t_0 - основное время, мин;

t_B - вспомогательное время;

$t_{об}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{от}$ - время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время определяется по формуле [4, с. 99]:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{ус}} + t_{\text{з.о}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{и.з}}, \quad (16)$$

где $t_{\text{ус}}$ - время на установку и снятие детали;

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

$t_{\text{уп}}$ - время на приемы управления, мин;

$t_{\text{из}}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$t_{\text{об}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}}, \quad (17)$$

где $t_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание;

$t_{\text{орг}}$ - время на организационное обслуживание.

Основное время [4, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (18)$$

где l - расчетная длина;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [4, с. 101]:

$$l = l_{\text{о}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}, \quad (19)$$

где $l_{\text{о}}$ - длина обработки поверхности;

$l_{\text{вр}}$ - величина врезания инструмента;

$l_{\text{пер}}$ - величина перебега.

Операция 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ (Установ А, поз. А)

Переход 1. Фрезеровать плоскость 6.

Длина обрабатываемой поверхности: $l_{\text{о}} = 1398\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [4, с. 95]:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 52\text{мм}.$$

Тогда:

$$l = l_{\text{о}} + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1398 + 52 = 1450\text{мм}.$$

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ				

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{1450}{2640} = 0,55 \text{ мин.}$$

Переход 2. Фрезеровать плоскость 5 и поверхность 3.

$$l_o = 1413\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 75\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1413 + 75 = 1488\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{02} = \frac{1488}{2640} \cdot 2 = 1,13 \text{ мин.}$$

Переход 3. Фрезеровать плоскость 5 с противоположной стороны.

$$l_o = 1413\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 75\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1413 + 75 = 1488\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{03} = \frac{1488}{1900} \cdot 2 = 1,57 \text{ мин.}$$

Переход 4. Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$ на поверхности $\varnothing 450\text{мм}$.

$$l_o = 1413\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 67\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1413 + 67 = 1480\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{04} = \frac{1480}{1500} = 0,99 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить 11 отверстий 17.

$$l_o = 15\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 15 + 5 = 20\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=11$.

$$t_{05} = \frac{20}{1969} \cdot 11 = 0,11 \text{ мин.}$$

Переход 6. Зенковать фаску в 11-ти отверстиях 17.

$$l_o = 1,6\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4,4\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1,6 + 4,4 = 6\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=11$.

$$t_{06} = \frac{6}{1732} \cdot 11 = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 7. Расточить отверстие 8.

$$l_o = 42\text{мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 125\text{мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 18 + 125 = 143\text{мм.}$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{07} = \frac{143}{197} + \frac{143}{59} = 3,15 \text{ мин.}$$

Переход 8. Расточить отверстие 4.

$$l_o = 2 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 123 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 + 123 = 125 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{08} = \frac{125}{186} = 0,67 \text{ мин.}$$

Переход 9. Фрезеровать торец 7 (Поз. Б)

$$l_o = 250 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 160 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 250 + 160 = 410 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{09} = \frac{410}{239} \cdot 2 = 3,43 \text{ мин.}$$

Переход 10. Расточить отверстие 8.

$$l_o = 45 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 15 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 45 + 15 = 60 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{010} = \frac{60}{197} + \frac{60}{59} = 1,32 \text{ мин.}$$

Переход 11. Расточить отверстие 9.

$$l_o = 8 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8 + 6 = 14 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{011} = \frac{14}{182} = 0,08 \text{ мин.}$$

Переход 12. Сверлить 8 отверстий 1 под резьбу.

$$l_o = 20 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 + 5 = 25 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=8$.

$$t_{012} = \frac{25}{1630} \cdot 8 = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 13. Зенковать фаску в 8-ми отверстиях 1.

$$l_o = 1,6 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4,4 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1,6 + 4,4 = 6 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Число проходов равно $i=8$.

$$t_{013} = \frac{6}{1516} \cdot 8 = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 14. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях 1.

$$l_o = 17 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 28 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 17 + 28 = 45 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=8$.

$$t_{014} = \frac{45}{2339} \cdot 8 = 0,15 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установке А:

$$t_{0A} = 0,55 + 1,13 + 1,57 + 0,99 + 0,11 + 0,04 + 3,15 + 0,67 + 3,43 + 1,32 + 0,08 + 0,12 + 0,03 + 0,15 = 13,34 \text{ мин}$$

Установ Б

Переход 1. Фрезеровать плоскость 16. (Поз. В)

$$l_o = 716 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 315 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 716 + 315 = 1031 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{1031}{2185} = 0,47 \text{ мин.}$$

Переход 2. Расточить последовательно два отверстия 13.

$$l_o = 427 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 52 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 427 + 52 = 479 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{02} = \frac{479}{201} \cdot 2 = 4,77 \text{ мин.}$$

Переход 3. Расточить последовательно два отверстия 14 (рис. 10).

$$l_o = 24 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 8 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 24 + 8 = 32 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{03} = \frac{32}{186} \cdot 2 = 0,34 \text{ мин.}$$

Переход 4. Расточить последовательно два отверстия 15.

$$l_o = 7 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 10 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7 + 10 = 17 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{04} = \frac{17}{179} \cdot 2 = 0,19 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить 24 отверстия 10 под резьбу.

$$l_o = 31 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 37 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 31 + 37 = 68 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=24$.

$$t_{05} = \frac{68}{1855} \cdot 24 = 0,88 \text{ мин.}$$

Переход 6. Зенковать фаску в 24-х отверстиях 10.

$$l_o = 1,6 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4,4 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1,6 + 4,4 = 6 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=24$.

$$t_{06} = \frac{6}{1672} \cdot 24 = 0,09 \text{ мин.}$$

Переход 7. Нарезать резьбу в 24-х отверстиях 10.

$$l_o = 24 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 24 + 6 = 30 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=24$.

$$t_{07} = \frac{30}{2246} \cdot 24 = 0,32 \text{ мин.}$$

Переход 8. Фрезеровать плоскость 12 (**Поз. Г**)

$$l_o = 270 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 250 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 270 + 250 = 520 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=2$.

$$t_{08} = \frac{520}{2445} \cdot 2 = 0,43 \text{ мин.}$$

Переход 9. Сверлить 16-ть отверстий 10 и 11 под резьбу.

$$l_o = 20 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 + 6 = 26 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=16$.

$$t_{09} = \frac{26}{1855} \cdot 16 = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 10. Зенковать фаску в 16-ти отверстиях 10 и 11.

$$l_o = 1,6 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4,4 \text{ мм}, l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 1,6 + 4,4 = 6 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Число проходов равно $i=16$.

$$t_{O10} = \frac{6}{1672} \cdot 16 = 0,06 \text{ мин.}$$

Переход 11. Нарезать резьбу в 16-ти отверстиях 10 и 11.

$$l_o = 17 \text{ мм}, l_{вр} + l_{пер} = 23 \text{ мм}, l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 17 + 23 = 40 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=24$.

$$t_{O11} = \frac{40}{2246} \cdot 16 = 0,28 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{OB} = 0,47 + 4,77 + 0,34 + 0,19 + 0,88 + 0,09 + 0,32 + 0,43 + 0,22 + 0,06 + 0,28 = 8,05 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на операции:

$$T_o = 13,34 + 8,05 = 21,39 \text{ мин.}$$

Определим элементы вспомогательного времени [5, с. 98]:

$$t_{ус} = 4,86 \text{ мин.}$$

$$t_{уп} = 12,05 \text{ мин.}$$

$$t_{изм} = 18,35 \text{ мин.}$$

$$t_B = 4,86 + 12,05 + 18,35 = 35,26 \text{ мин.}$$

Оперативное время [5, с. 101]:

$$t_{оп} = T_o + t_B = 21,39 + 35,26 = 56,65 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [5, с. 102]:

$$t_{тех} = \frac{6 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{6 \cdot 56,65}{100} = 3,39 \text{ мин.}$$

Время организационного обслуживания [5, с. 102]:

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$t_{орз} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 56,65}{100} = 4,53 \text{ мин.}$$

Время на отдых [5, с. 102]:

$$t_{от} = \frac{2,5 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{2,5 \cdot 56,65}{100} = 1,42 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 56,65 + 3,39 + 4,53 + 1,42 = 65,99 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [5, с. 216-217]:

$$T_{пз} = 28 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{28}{14} + 65,99 = 67,99 \text{ мин.}$$

Рассчитаем $K_{зо}$ для операции 005 Комбинированная на ОЦ с ЧПУ:

$$m_p = 1150 \cdot 67,99 / (60 \cdot 5919 \cdot 0,85 \cdot 1,02) = 0,25; \text{ приму } P=1,0;$$

$$\eta_{з.ф.} = 0,25 / 1 = 0,25; O = 0,75 / 0,25 = 3, \text{ примем } O=3.$$

Тогда:

$K_{з.о.} = 3 / 1 = 3$, что соответствует крупносерийному типу производства.

2. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства [13].

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ.

Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом:

- процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования;

- в целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали;

- при выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок;

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

- для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в револьверной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином;

- при точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

Обрабатывающий центр с ЧПУ модели Система ЧПУ Fanuc 21i-MB , 10,4" цветной графический дисплей, порт RS-232:

- в каждом кадре 3 типа M-функций;
- вызов до 4 вложений подпрограмм;
- упрощенное программирование углов скруглений для фасок и радиусов;

- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход;

- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов;

- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы;

- циклы SCHAUUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов;

- программируемое смещение нулевой точки;

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ);

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE;
- копирование и переименование программ ISO;
- индикация времени обработки и количества деталей;
- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC);
- пересчет размеров дюймы/метрические величины;
- 125 программ ISO;
- 32 корректоров инструмента;
- нарезание наружной резьбы с переменным шагом;
- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами);
- нарезание наружной цилиндрической резьбы;
- язык программирования макро В (для программирования циклов пользователем).

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти [13].

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

Разработка фрагмента управляющей программы обработки для операции 005(установ А)

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Контур обрабатываемой детали, траектория движения инструмента, таблицы с опорными точками приведен на плакате к операции 005 установ А.

Фрагмент управляющей программы на операцию 005 представлен в таблице 13.

Таблица 13 - Фрагмент управляющей программы на операцию 005 (установ А)

1	2
Переход 1. Фрезеровать плоскость 6	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T01 M06	Выбор фрезы концевой, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H01	Компенсация длины инструмента
M03 S6000	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X437 Y-227 Z185	Быстрое перемещение инструмента 1 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z177 F0.44 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G2 X437 Y-227 I-227 J215	Круговая интерполяция по часовой стрелке с рабочей подачей
G0 Z185 Y-227 Z437	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
G41 X452,5 Z173	Коррекция на радиус инструмента. Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
Переход 2. Фрезеровать плоскость 5 и поверхность 3	
G1 X170 F0.44	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи
G41 G2 X452,5 Y-227 I-227 J215	Коррекция на радиус инструмента. Круговая интерполяция по часовой стрелке с рабочей подачей
G0 X500	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 Z173	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами

Продолжение таблицы 13

1	2
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T02 M06	Выбор фрезы дисковой, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H02	Компенсация длины инструмента
M03 S1758	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X531 Y-227 Z150	Быстрое перемещение инструмента 2 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z500,5 F1.08 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G2 X500,5 Y-227 I-227 J215	Круговая интерполяция по часовой стрелке с рабочей подачей
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X531 Y-227 Z150	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 4. Фрезеровать фаску 1x45° на поверхности Ø450мм	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T03 M06	Выбор фрезы фасочной, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H03	Компенсация длины инструмента
M03 S1042	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X456 Y-227 Z180	Быстрое перемещение инструмента 3 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z176 F1.44 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G2 X456 Y-227 I-227 J215	Круговая интерполяция по часовой стрелке с рабочей подачей
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов

Продолжение таблицы 13

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

1	2
G0 X456 Y-227 Z180	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 5. Сверлить 11 отверстий 17	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T04 M06	Выбор сверла, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H04	Компенсация длины инструмента
M03 S4922	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X436,9 Y-308,2 Z168	Быстрое перемещение инструмента 4 в опорную точку с указанными координатами,
G81 Z146 R3 F0.4 M08	Цикл простого сверления, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче, включение СОЖ
Y-145,8	Переход и сверление отверстия 2
X349,7 Y-32,5	Переход и сверление отверстия 3
X213,5 Y-10,5	Переход и сверление отверстия 4
.....	
G80	Отмена цикла сверления
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 6. Зенковать фаску в 11-ти отверстиях 17.	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T05 M06	Выбор сверла, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H05	Компенсация длины инструмента
M03 S3609	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X436,9 Y-308,2 Z168	Быстрое перемещение инструмента 5 в опорную точку с указанными координатами

Продолжение таблицы 13

1					2					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					Лист
										62

G81 Z164 R3 F0.44 M08	Цикл простого сверления, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче, включение СОЖ
Y-145,8	Переход и зенкование фаски в отверстии 2
X349,7 Y-32,5	Переход и зенкование фаски в отверстии 3
X213,5 Y-10,5	Переход и зенкование фаски в отверстии 4
.....	
G80	Отмена цикла сверления
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 7. Расточить отверстие 8 предварительно	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T06 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H06	Компенсация длины инструмента
G0 X215 Y-227 Z70	Быстрое перемещение инструмента 6 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z10 F0.4 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z70	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 7. Расточить отверстие 8 окончательно	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T07 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H07	Компенсация длины инструмента

Продолжение таблицы 13

1				2				
G0 X215 Y-227 Z70				Быстрое перемещение инструмента 7 в				
				ДП 44.03.04.566 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				Лист
								63

	опорную точку с указанными координатами
G1 Z10 F0.12 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z70	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 8. Расточить отверстие 4	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T08 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H08	Компенсация длины инструмента
G0 X215 Y-227 Z70	Быстрое перемещение инструмента в опорную точку с указанными координатами
G1 Z52,5 F0.4 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z70	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 9. Фрезеровать поверхность 1	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T09 M06	Выбор фрезы торцевой, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H09	Компенсация длины инструмента
M03 S1194	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке

Продолжение таблицы 13

1	2
G0 X215 Y17 Z135	Быстрое перемещение инструмента в точку 9

	опорную точку с указанными координатами
G1 Y440 F2.8 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 10. Расточить отверстие 8 предварительно	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T06 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H06	Компенсация длины инструмента
G0 X215 Y-227 Z138	Быстрое перемещение инструмента 6 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z78 F0.4 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z138	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 10. Расточить отверстие 8 окончательно	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T07 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H07	Компенсация длины инструмента
G0 X215 Y-227 Z138	Быстрое перемещение инструмента 7 в опорную точку с указанными координатами

Продолжение таблицы 13

1	2
G1 Z78 F0.12 M08	Перемещение инструмента в точку с

	указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z138	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 11. Расточить отверстие 9	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T08 M06	Выбор расточной головки, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H08	Компенсация длины инструмента
G0 X215 Y-227 Z138	Быстрое перемещение инструмента 8 в опорную точку с указанными координатами
G1 Z127 F0.4 M08	Перемещение инструмента в точку с указанными координатами, включение рабочей подачи, включение СОЖ
G0 Z138	Быстрое перемещение инструмента в точку с указанными координатами
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 12. Сверлить 8 отверстий 1 под резьбу	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T10 M06	Выбор сверла, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H10	Компенсация длины инструмента
M03 S5620	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке

Продолжение таблицы 13

1	2
G0 X322 Y184,8 Z138 M08	Быстрое перемещение инструмента 10 в

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

	опорную точку с указанными координатами, включение СОЖ
G81 Z113 R3 F0.29 M08	Цикл простого сверления, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче включение СОЖ
X319,7 Y-274,5	Переход и сверление отверстия 2
X253,4 Y315,5	Переход и сверление отверстия 3
X163,7Y329,9	Переход и сверление отверстия 4
.....	
G80	Отмена цикла сверления
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
Переход 13. Зенковать фаску в 8-ми отверстиях 1	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T11 M06	Выбор сверла, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H11	Компенсация длины инструмента
M03 S3609	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X322 Y184,8 Z138	Быстрое перемещение инструмента I1 в опорную точку с указанными координатами,
G81 Z113 R3 F0.42 M08	Цикл простого сверления, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче включение СОЖ
X319,7 Y-274,5	Переход и сверление фаски в отверстии 2
X253,4 Y315,5	Переход и сверление фаски в отверстии 3
X163,7 Y329,9	Переход и сверление фаски в отверстии 4
.....	
G80	Отмена цикла сверления
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами

Окончание таблицы 13

1	2
Переход 14. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях 1	
G17 G49 G90	Выбор рабочей плоскости XY, отмена

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

	компенсация длины инструмента, программирование в абсолютных размерах
T12 M06	Выбор метчика, смена инструмента
G54	Активизация смещения нулевой точки
G43 H12	Компенсация длины инструмента
M03 S1871	Включение оборотов шпинделя по часовой стрелке
G0 X106.5 Y0 Z53	Быстрое перемещение инструмента 12 в опорную точку с указанными координатами
G84 Z118 R3 F1.25 M08	Цикл нарезания резьбы, перемещение инструмента в точку с указанными координатами на рабочей подаче включение СОЖ
X319,7 Y-274,5	Переход и нарезание резьбы в отверстии 2
X253,4 Y315,5	Переход и нарезание резьбы в отверстии 3
X163,7 Y329,9	Переход и нарезание резьбы в отверстии 4
...	
G80	Отмена цикла
M09 M05	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X750 Y800 Z820	Быстрое перемещение инструмента в точку смены с указанными координатами
M30	Конец программы

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

В данном дипломном проекте производится совершенствование технологического процесса детали «Корпус привода вентилятора» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 1150 штук в год.

Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование новейшего прогрессивного оборудования и приемов производства, применение специальных приспособлений.

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

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение экономической эффективности разрабатываемого технологического процесса.

3.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} , \quad (20)$$

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

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

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [9]:

$$g = \frac{t \cdot N_{зад}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3} , \quad (21)$$

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

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

$N_{\text{год}} = 600$ шт. базовый вариант;

$N_{\text{год}} = 1150$ шт. проектируемый вариант;

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

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

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства, $K_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [9]:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{K_p}{100} \right), \quad (22)$$

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

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

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней; 247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{\text{н}} = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_{\text{н}} = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч};$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_{\text{н}} = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч}.$$

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (22), составляет:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч - базовый вариант.}$$

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч - проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (21). Данные по расчетам сводим в таблицу 14 по базовому варианту.

$$C_{2A63} = \frac{3,09 \cdot 600}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,55 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3.2. по формуле (21). Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по проектируемому варианту.

$$C_{H1000} = \frac{1,13 \cdot 1150}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,28.$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [9].

Таблица 14 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
2A636	3,09	0,55	1	0,55
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 3,09$	0,55	$\Sigma C_{п} = 1$	

Таблица 15 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
H1000	1,13	0,28	1	0,28
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,13$	0,28	$\Sigma C_{п} = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 16 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 17.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Горизонтально-расточной	2A636	1	15	15	550	55	-	605
Итого		1		15	550	55	-	605

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	H1000	1	11,5	11,5	19600	1960	35	19600	21595
Итого		1		11,5					21595

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 28% составляет $0,28 \cdot 21595 = 6046,6$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [9]:

$$K_{\text{прс}} = \sum g_p \cdot N_{\text{прс}} \cdot C_{\text{пр}} \cdot K_{\text{осн}},$$

(23)

где g_p – расчетное количество оборудования, $g_p = 1$ шт.;

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

$N_{\text{прс}} = 2$ шт.;

$C_{\text{пр}}$ – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

$K_{\text{осн}}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{\text{осн}} = 1$, т.к. используется только на обработку этих изделий;

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, $C_{\text{прс1}}=35100$ руб., (спец. приспособление), $C_{\text{прс2}}=41500$ руб., (спец. приспособление).

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов.

Тогда:

$$C_{\text{прс}} = (35100 + 41500) \cdot 1,025 = 78500 \text{ руб.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле [9]: $K_{\text{прс}} = 78,5$ т. руб.

Итого: $6046,6 + 78,5 = 6125,1$ т. руб.

3.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [9]:

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

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

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

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

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

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

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

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [9]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр},$$

(25)

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [9]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (26)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,

$F_p = 1685$ ч.;

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

$k_{мн} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

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

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1685 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (26). Результаты вычислений сводим в таблицу 18 по проектируемому варианту в таблице 19.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Расточная	4	121,3	3,09	374,8	1,1
Итого				374,8	1,1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [9]:

$$Ззп = 374,8 \cdot 600 = 224880 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 224880 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 299989,9 \text{ руб.}$$

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	105,2	1,13	118,8	0,77
Итого				118,8	0,77

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [9]:

$$З_{ЗП} = 118,8 \cdot 1150 = 136620 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{ми}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$З_{ЗП} = 136620 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 182251,1 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}}, \quad (27)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 600$ шт.;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, $k_{\text{р}} = 1,2$;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $k_{\text{доп}} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (28)$$

где $g_{п}$ – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_{п} = 0,55 \text{ шт.};$$

n – число смен работы оборудования, $n = 2$;

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

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,55 \cdot 2}{8} = 0,14 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,14 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,14 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (19) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{87,1 \cdot 1685 \cdot 0,14 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{600} = 50,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{73,1 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{600} = 3,1 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{69,4 \cdot 1685 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{600} = 2,9 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 20 по проектируемому в таблице 21.

Таблица 20 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	87,1	0,14	50,5
Транспортный рабочий	73,1	0,01	3,1
Контролер	69,4	0,01	2,9
Итого		0,16	56,5

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 56,5 \cdot 600 = 33900 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (25):

$$З_{зп} = 299989,9 + 33900 = 333889,9 \text{ руб.}$$

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	87,1	0,07	13,2
Транспортный рабочий	73,1	0,01	1,6
Контролер	69,4	0,01	1,5
Итого		0,10	16,3

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 16,3 \cdot 1150 = 18745 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (25):

$$З_{зп} = 182251,1 + 18745 = 200996,1 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $333889,9 \cdot 0,3 = 100166,9$ руб.

Проектируемый вариант $200996,1 \cdot 0,3 = 60298,8$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [9]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{ep} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (29)$$

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

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

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);

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (21):

$$Z_э(2A636) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 3,09}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 29,8 \text{ руб.};$$

$$Z_э(H1000) = \frac{11,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,13}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 8,4 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 22 по проектируемому варианту в таблицу 23.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
2A636	15	3,09	29,8
Итого			29,8

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 29,8 \cdot 600 = 17880 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
Н1000	11,5	1,13	8,4
Итого			8,4

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 8,4 \cdot 1150 = 9660 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [9]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (30)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [9]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_з \cdot k_{вн}}, \quad (31)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 4\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{обБАЗ} = 3867$ ч. и $F_{обНОВ} = 5386$ ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (31):

$$C_{\text{ам}}(2A636) = \frac{605000 \cdot 0,12 \cdot 3,09}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 66,9 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(H1000) = \frac{6046600 \cdot 0,04 \cdot 1,13}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 58,5 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{РЕбаз}} = 460 \text{ р.}, C_{\text{РЕнов}} = 920 \text{ р.}$$

Вычисления производим по формуле [9]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (32)$$

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (32):

$$C_{\text{рем}}(2A636) = \frac{460 \cdot 1}{3,09 \cdot 600} = 0,3 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(H1000) = \frac{920 \cdot 1}{1,13 \cdot 1150} = 0,7 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 24 по проектируемому в таблицу 25.

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
2A636	605,0	1	12	3,09	66,9	0,3
Итого					66,9	0,3

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Н1000	6046,6	1	4	1,13	58,5	0,7
Итого					58,5	0,7

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (30):

$$З_6 = 66,9 + 0,3 = 67,2 \text{ руб.}$$

$$З_п = 58,5 + 0,7 = 59,2 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента.

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле [9]:

$$З_и = \frac{Ц_и + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_и, \quad (33)$$

где $Ц_и$ – цена единицы инструмента, руб.;

β_n – число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

$\eta_и$ – коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_и = 0,98$;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 600$.

В таблице 26 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 26 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	T _м , мин	№ опер.	Наименование	T _м , мин.
005	Фреза торцевая ГОСТ 26595	23,8	015	Резец расточной ГОСТ 18883	18,1
010	Резец расточной ГОСТ 18883	5,8	015	Резец расточной ГОСТ 18883	22,4
010	Сверло ГОСТ 10903	15,3	015	Сверло ГОСТ 10903	12,3
010	Метчик М10 ГОСТ 17752	21,1	015	Сверло ГОСТ 10903	24,0
015	Резец расточной ГОСТ 18883	12,5	015	Метчик М8 ГОСТ 17752	30,0

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (33):

$$Z_{II} = \frac{3610+6 \cdot 80}{50 \cdot 600 \cdot 7} \cdot 23,8 \cdot 0,98 + \frac{852+6 \cdot 60}{40 \cdot 600 \cdot 7} \cdot 5,8 \cdot 0,98 + \frac{630+9 \cdot 80}{55 \cdot 600 \cdot 10} \cdot 15,3 \cdot 0,98 + \frac{2201+8 \cdot 90}{38 \cdot 600 \cdot 9} \cdot 21,1 \cdot 0,98 + \frac{925+7 \cdot 80}{42 \cdot 600 \cdot 8} \cdot 12,5 \cdot 0,98 + \frac{1023+7 \cdot 80}{60 \cdot 600 \cdot 8} \cdot 40,5 \cdot 0,98 + \frac{1123+6 \cdot 85}{38 \cdot 600 \cdot 7} \cdot 36,3 \cdot 0,98 + \frac{1320+5 \cdot 80}{32 \cdot 600 \cdot 6} \cdot 54 \cdot 0,98 = 156,1 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [9]:

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

где $Z_{ЭИ}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

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

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

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

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

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

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

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице 1;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

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

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

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

В таблицу 27 внесем параметры инструмента.

Таблица 27 – Параметры прогрессивного инструмента

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости ин-та, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
005	Фреза R220.53-0160-09-14С СМП SEEX 09T3AFN-E04 H15	3,43	28400	280	0,90	3,5
	Фреза R335.10-125-03.32-9 СМП 150.10-3N-12 CP500	1,57	21 630 520	205	0,90	1,9
	Фреза С6-R217.49-032-22-ХО12-45,3А СМП ХОЕХ 120408FR-E06 H15	0,99	26 360 490	290	0,90	3,2
	Сверло SD203-11.0-33-12R1	0,11	2430	160	0,90	2,4
	Сверло SD203-15.0-38-16R1	0,04	2950	210	0,90	1,3
	Головка А750 70 СМП ССГТ 120408F-AL КХ	5,0	26321 630	180	0,90	5,1

Окончание таблицы 27

					ДП 44.03.04.566 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			85

	Сверло SD203-6.8- 25-8R1	0,03	2130	170	0,90	1,7
	Метчик МТН- М8х1.25IS О7Н-ТВ- V008	0,15	2920	195	0,90	2,3
	Фреза R220.53- 8315-09- 18С СМП SEEX 09Т3AFN- Е04 Н15	0,90	32561 623	305	0,90	2,3
	Сверло SD203-8.5- 27-10R1	1,10	2563	145	0,90	2,8
	Сверло SD203- 12.0-36- 12R1	0,15	2632	150	0,90	1,5
	Метчик МТН- М10х1.50I SO6Н-ТВ- V008	0,60	2985	135	0,90	2,8
Итого						40,8

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [9]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (34)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 1$ шт.);

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 3$);

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс1}} = 27130$ руб., $C_{\text{прс2}} = 24500$ руб.);

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления,

($N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$);

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = (600$ шт.).

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (34):

										Лист
										86
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (27130 + 24500) \cdot 66}{600 \cdot 100} = 56,8 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 28.

Таблица 28 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	723,4	227,2
Затраты на технологическую электроэнергию	29,8	8,4
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	67,2	59,2
Затраты на эксплуатацию оснастки	56,8	0
Затраты на инструмент	151,6	40,8
Итого	1028,8	335,6

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от совершенствованного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (1028,8 - 335,6) \cdot 1150 = 797180 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [9]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (35)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали

						Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ	

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (35) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(2A636) = \frac{3,09}{3,09} \cdot 100\% = 100\%$$

- по проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(H1000) = \frac{1,13}{1,13} \cdot 100\% = 100\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [9]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (36)$$

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

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g=1$ шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях [9]:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{\text{вн}} \cdot 60}{t},$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе [9]:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{67,99} = 1784,3 \text{ шт/чел.год.}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе [9]:

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

$$B_b = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{185,3} = 654,7 \text{ м/чел.год.}$$

Рост производительности труда [9]:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_b}{B_b} \cdot 100\%,$$

где B_{np} , B_b – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{1784,3 - 654,7}{654,7} \cdot 100\% = 173\%$$

В таблице 29 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 29 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	600	1150	+550
Количество видов оборудования	шт.	1	1	-
Количество рабочих	чел.	2	1	-1
Сумма инвестиций	тыс. руб.		6125,1	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	3,09	1,13	-1,96
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	1028,8	335,6	-693,2
- затраты на инструмент		151,6	40,8	-110,8
- заработная плата рабочих		723,4	227,2	-496,2
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	654,7	1784,3	+1129,6
Рост производительности труда	%	100	273	+173
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,55	0,28	-0,27
Годовой экономический эффект	т. руб.		797,18	
Срок окупаемости	лет		7,7	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,1 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 600 шт. до 1150 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Корпус привода вентилятора», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 797,18 т. руб. и срок окупаемости проекта 7,7 лет.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

4. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

4.1. Обоснование методической разработки

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Корпус привода вентилятора». Совершенствование технологического процесса изготовления детали ведется в направлении изменения типа и формы заготовки, применения современного оборудования с числовым программным управлением, применения современного металлорежущего инструмента зарубежных фирм.

На предприятии данная деталь обрабатывается на нескольких универсальных станках без ЧПУ, которые решено было заменить на один обрабатывающий центр с ЧПУ модели Vcenter-N1000 (страна-производитель Тайвань), что соответствует серийному типу производства. Это позволит сократить время обработки, уменьшить количество брака, как следствие уменьшить количество выбросов (уменьшение загрязнения окружающей среды), также позволит справиться с задачей увеличения годового выпуска изделий.

Результатом совершенствования технологического процесса изготовления детали «Корпус привода вентилятора», помимо роста производительности обработки, стало изменение характера труда производственных рабочих – в частности с уменьшилось количество операций, выполняемых на универсальном оборудовании, поэтому уменьшилось количество основных рабочих токарей, фрезеровщиков, слесарей механосборочных работ, особенно невысоких разрядов. В то же время потребовались рабочие, способные вести работу на станках с ЧПУ и в

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

частности – операторы станков с программным управлением, наладчики станков с программным управлением и операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Фрезеровщик» 3 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» четвертого разряда.

Целью методической части дипломного проекта является анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры с ЧПУ модели Vcenter-N1000.

Цель раскрываются следующими задачами:

- Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК;
- Анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Контроль точности»;
- Разработка плана и плана-конспекта учебного занятия по теме «Контроль точности»;
- Разработка методического обеспечения учебного занятия по теме «Контроль точности».

4.2. Описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК

Центре УПК, расположенный в г. Екатеринбурге, ул. Сибирский тракт 8д. работает на рынке образовательных услуг более 10 лет. Имеет лицензию на право ведения образовательной деятельности №17017 от 21 февраля 2013 года, выданную Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В центре УПК ведется подготовка по профессиям механосборочного производства:

- Токарь.
- Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением.
- Оператор станков с программным управлением.

Обучение (первичное, переподготовка, повышение квалификации) по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Характеристика работ. Ведение процесса обработки с пульта управления деталей на станках с программным управлением. Обслуживание многоцелевых станков с числовым программным управлением (ЧПУ) и манипуляторов (роботов) для механической подачи заготовок на рабочее место. Управление группой станков с программным управлением. Установка инструмента в инструментальные блоки. Подбор и установка инструментальных блоков с заменой и юстировкой инструмента. Подналадка узлов и механизмов в процессе работы.

Сроки обучения:

Теория - 1 месяц, практика - 2 месяца (для лиц имеющих профессию **сроки могут быть сокращены**).

По окончании курса обучения выдаются свидетельство об окончании, удостоверения установленного образца.

По заявкам предприятий обучение может проводиться на базе самих предприятий с выездом преподавателей на место обучения.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

После прохождения теоретического обучения слушатели могут проходить практику на своем предприятии.

Стоимость теоретического обучения - 9000 рублей. Стоимость практики для физических лиц оплачивается отдельно. При необходимости Центр УПК предоставляет возможность прохождения практики на предприятиях города.

В учреждении имеются три учебных аудитории, в том числе компьютерный класс. В каждой аудитории имеются мультимедийные проекторы.

Имеется тренажеры для подготовки стропальщиков, машинистов кранов автомобильных, операторов станков с ЧПУ, операторов АЗС. В наличии плакаты, наглядные пособия, раздаточный материал, библиотека.

Таким образом, в Центре УПК имеются достаточно обеспеченные материально условия для подготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» с учетом того, что производственное обучение ведется непосредственно на закупленном оборудовании Vcenter-N1000.

4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Согласно Профессиональному стандарту, утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (далее Стандарт) должен иметь:

-образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

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

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

В таблице 30 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 30 – Описание трудовых функций

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
		Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3

Окончание таблицы 30

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 качествам	В/04.3	3
		Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/01.4	4
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4			

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Возможные наименования должностей:

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

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

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

Особые условия допуска к работе:

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

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

4.4. Разработка учебного плана повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК

Основополагающим документом по профессиональной подготовке Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре является программа повышения квалификации.

Программа повышения квалификации состоит из теоретической части (72 академических часа) и производственного обучения (72 часа). Всего на обучение отводится 144 часа по учебно-тематическому плану.

В ходе обучения учащиеся изучают основы технического черчения, допуски и посадки основы материаловедения, основы электротехники электроники, основы программирования, устройство обрабатывающих центров, а также обучаются настраивать и наладивать обрабатывающий центр Vcenter-N1000 непосредственно в ходе практического обучения на предприятии..

Учебный график рассчитан на 4 часа в день с пяти часов, поскольку обучения ведется без отрыва о производства. Таким образом, срок обучения составляет 8 недель с учетом подготовки и сдачи квалификационного экзамена. Пробную работу обучаемые выполняют непосредственно на ООО «Арт-Инжиниринг».

После прохождения курса сдаётся квалификационный экзамен, состоящий из теоретической (контрольный тест) и практической (обработка детали) частей. В случае успешной сдачи экзамена, присваивается 4-й разряд по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ приведен в таблице 32.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Таблица 32 - Учебно-тематический план повышения квалификации по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
	Общее	Теоретическое обучение	Практическое обучений	
<i>Теоретическое обучение</i>	72	40	32	
1. Техническое черчение	10	4	6	Контрольный чертеж
2. Допуски, посадки, технические измерения, контроль точности.	6	4	2	Задание
3. Современные металлорежущие инструменты	10	6	4	Задание по выбору инструмента
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	14	8	6	Задание по разработке технологии
5. Устройство станков с ЧПУ	14	10	4	Тест
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	12	4	8	Задание по разработке УП
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	6	6	-	Тест
<i>Практическое обучение</i>	72	12	60	
Наладка обрабатывающего центра Vcenter-N1000	16	4	12	Задание по наладке станка
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	32	4	28	Задание по отработке УП
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	24	4	20	Задание по отработке УП
ИТОГО	144	52	92	

В таблице 33 приведено соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана.

Таблица 33 - соотношение требований Профессионального стандарта и структуры учебно-тематического плана

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.566 ПЗ

Темы учебно-тематического плана	Требования Профессионального стандарта
<i>Теоретическое обучение</i>	
1. Техническое черчение	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
2. Допуски, посадки, технические измерения, контроль точности.	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
3. Современные металлорежущие инструменты	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
4. Стратегии и технологии обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
5. Устройство станков с ЧПУ	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
6. Основы программирования обработки деталей на станках с ЧПУ	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам
7. Техника безопасности и пожарная безопасность на предприятии	Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам
<i>Практическое обучение</i>	
Наладка обрабатывающего центра Vcenter-N1000	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
Отработка управляющих программ токарной обработки деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Отработка управляющих программ фрезерования и сверления деталей	Выполнять обработку отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам Обработка отверстий в деталях по 8–14 квалитетам Обработка поверхностей деталей по 8–14 квалитетам

В методической части дипломного проекта выберем тему «Допуски, посадки, технические измерения, контроль точности». На эту тему отводится

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

6 часов, что составляет 3 учебных занятия по 2 часа. Из них – два занятия – теоретические, и одно практическое занятия. В следующем параграфе рассмотрим содержание выбранной темы и тематическое планирование.

4.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Контроль точности»

Цели изучения темы «Контроль точности»

знания:

- сформировать систему знаний о видах и причинах погрешностей при обработке, нормировании точности при изготовлении изделий, видах и обозначении на чертежах соединений, о средствах контроля и измерений готовой продукции в машиностроении.

умения:

- способствовать развитию умений и приобретению навыков при определении годности изделий, проведению контрольно-измерительных операций.

- способствовать формированию умений творческого подхода к решению профессиональных задач.

Критерии и норма достижения целей:

- понимание закономерностей изучаемых явлений;

- умение соотносить между собой понятия и факты, явления и сущность процессов;

- умение обосновать изложенные понятия, явления, обобщать и делать выводы;

- умение находить взаимосвязи и взаимозависимости в изучаемом материале.

Содержание темы «Контроль точности»:

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Качество продукции в машиностроении. Показатели качества продукции.

Основы технических измерений. Метрология как научная основа технических измерений. Основные метрологические характеристики средств измерений. Виды и методы измерений. Погрешности измерений.

Перспективно-тематический план приведен в таблице 34.

Таблица 34 - Перспективно-тематический план изучения темы «Контроль точности»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1 (2 часа)	Качество продукции. Допуски и посадки	<p><i>Образовательные:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - сформировывать у обучаемых понятие о качестве и показателях качества продукции; - сформировать у обучаемых основные понятия о размерах и допусках на размер; - сформировать у обучаемых основные понятия о посадках и их видах. <p><i>Воспитательные:</i> формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности к производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия;</p> <p><i>Развивающие:</i> развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	<p>Словесные (беседа, рассказ, объяснение).</p> <p>Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).</p>	Учебная презентация, учебные плакаты.	Фронтальная

Окончание таблицы 34

2	Технические	Образовательные	Словесные	Учебная	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лист
ДП 44.03.04.566 ПЗ					103

(2 часа)	измерения	<ul style="list-style-type: none"> - сформировывать у обучаемых понятие метрологии - сформировать у обучаемых основные понятия о технических измерениях - сформировать у обучаемых основные понятия о погрешностях измерений <p>Воспитательные: формирование</p> <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	(беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (демонстрация презентации, плакатов и иных объектов).	презентация, учебные плакаты.
3 (2 часа)	Контроль точности	<p>Образовательные</p> <ul style="list-style-type: none"> - сформировать у обучаемых умения проводить контроль качества деталей <p>Воспитательные: формирование системы убеждений в перспективности профессии, профессионального интереса, готовности в производительному труду, и способности поддерживать оптимальные условия</p> <p>Развивающие: развитие интереса к данной теме, развитие умения анализировать факты, чертежи, управляющие программы</p>	Словесные (беседа, рассказ) Наглядные (демонстрация презентации, плакатов, реальных деталей и иных объектов) Практически – решение задач и выполнение контрольных заданий	Учебная презентация, учебные плакаты, реальные детали, измерительные инструменты.

4.6. Выбор урока и разработка плана и плана-конспекта урока

Для дальнейшей разработки выберем тему «Контроль точности»

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Цели урока:

Дидактические: ознакомить с новым материалом: сформировать у обучающихся знания и умения проводить контроль качества деталей.

Развивающие: развитие интереса к предмету, данной теме, развитие умения анализировать.

Воспитательные: формирование системы убеждений: уважительное отношение к деятельности педагога, повышение уровня самодисциплины, поддержание дисциплины в группе, повышение мотивации в обучении, основанное на аргументировании педагогом важности изучения данного предмета для будущей профессиональной деятельности студентов.

Учебно-наглядные пособия, используемые на уроке: учебник, справочник по допускам, плакаты с рисунками и схемами, рисунки на доске.

Методические указания: необходимо привить сознательное усвоение материала о линейных размерах, отклонения и допуски линейных размеров.

Ход урока

I. Организационная часть (2 минуты)

Проверка присутствующих по журналу

II. Подготовка к изучению нового материала (2 минуты).

Сообщение темы и целей урока.

III. Объяснение нового материала (60 минут).

IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).

4.1. Дайте определения понятию «Единица физической величины»

4.2. Перечислите, что относится к средствам измерения. Дайте определения и характеристики.

4.3. С помощью каких измерительных средств осуществляется текущий контроль размеров деталей на рабочих местах в ходе выполнения технологических операций?

4.4. Какие размеры проверяют калибрами?

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

4.5. Из чего состоит комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей?

4.6. Что определяют с помощью предельных калибров?

4.7. Перечислите различные типы калибров.

4.8. Что понимают под шероховатостью поверхности и базовой длиной?

4.9. Какие инструменты и приборы используются для измерения шероховатости поверхности?

4.10. Какие типы направлений неровностей поверхности по ГОСТ 2789–73?

V. Подведение итогов занятия (2 минуты).

Учащийся должен знать: виды и причины погрешностей при обработке, нормировании точности при изготовлении изделий, виды и обозначения на чертежах соединений, средства контроля и измерений готовой продукции в машиностроении.

Учащийся должен уметь: определять годность изделий, проводить контрольно-измерительные операции.

VI. Домашнее задание (2 минуты)

Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.

Таблица 35 – План урока

Этапы урока, время	Содержание учебного материала	Описание методики осуществления учебных действий
--------------------	-------------------------------	--

<p>Организационная часть, 4 минуты</p>	<p>I. Организационная часть (2 минуты) Проверка присутствующих по журналу</p> <p>II. Подготовка к изучению нового материала (2 минут). Сообщение темы и целей урока.</p>	<p>Урок начинается с вводной организационной части, проверки присутствующих по журналу, сообщения темы и целей урока,</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.</p>
<p>Объяснение нового материала, 60 минут</p>	<p>III. Объяснение нового материала (60 минут).</p>	<p>Действия преподавателя: при объяснении нового учебного материала преподаватель использует словесные методы: устное изложение нового материала, беседу; использует наглядные методы: показ натуральных (инструменты, приборы, детали и узлы оборудования, образцы материалов, изделий и т.п.); изобразительных (плакаты, модели, макеты, схемы) средств наглядности.</p> <p>Действия учащихся: слушают преподавателя, конспектируют новый материал, зарисовывают схемы и рисунки, рассматривают средства наглядности, отвечают на вопросы преподавателя</p>

Окончание таблицы 35

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

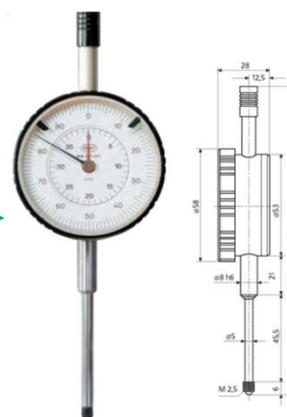
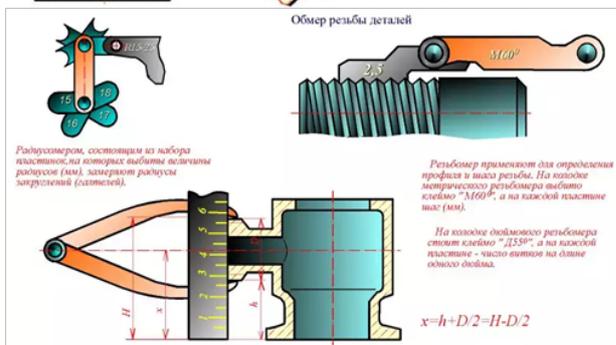
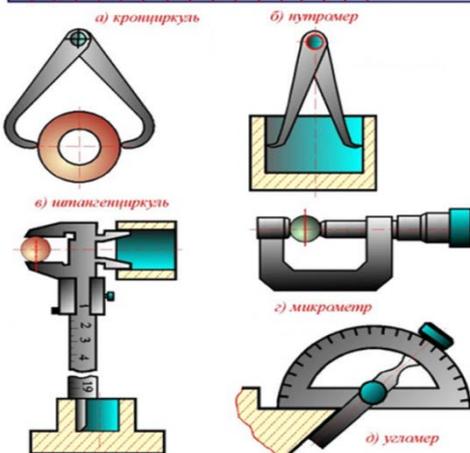
Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала, 22 минуты	<p>IV. Обобщение и систематизация знаний по усвоению нового материала (22 минуты).</p> <p>4.1. Дайте определения понятию «Единица физической величины»</p> <p>4.2. Перечислите, что относится к средствам измерения. Дайте определения и характеристики.</p> <p>4.3. С помощью каких измерительных средств осуществляется текущий контроль размеров деталей на рабочих местах в ходе выполнения технологических операций?</p> <p>4.4. Какие размеры проверяют калибрами?</p> <p>4.5. Из чего состоит комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей?</p> <p>4.6. Что определяют с помощью предельных калибров?</p> <p>4.7. Перечислите различные типы калибров.</p> <p>4.8. Что понимают под шероховатостью поверхности и базовой длиной?</p> <p>4.9. Какие инструменты и приборы используются для измерения шероховатости поверхности?</p> <p>4.10. Какие типы направлений неровностей поверхности по ГОСТ 2789–73?</p>	<p>Преподаватель опрашивает группу учащихся по новой теме, задает вопросы, используя вопросно-ответный метод – беседу, дает задание - решить два примера, подводит итоги о проделанной работе.</p> <p>Действия учащихся: отзываются на фамилии, записывают тему урока, отвечают на вопросы преподавателя.</p> <p>Учащиеся отвечают на вопросы преподавателя, глядя на наглядные средства обучения, решают два примера.</p>
Выдача домашнего задания, 4 минуты	<p>V. Подведение итогов занятия (2 минуты)</p> <p>Учащийся должен знать: виды и причины погрешностей при обработке, нормировании точности при изготовлении изделий, виды и обозначения на чертежах соединений, средства контроля и измерений готовой продукции в машиностроении.</p> <p>Учащийся должен уметь: определять годность изделий, проводить контрольно-измерительные операции.</p> <p>VI. Домашнее задание (2 минуты)</p> <p>Изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p>	<p>Преподаватель подводит итоги по пройденной теме, выдает домашнее задание: изучить (повторить) пройденный материал по учебнику, классному конспекту.</p> <p>Учащиеся слушают преподавателя, записывают домашнее задание.</p>

Конспект урока и эталоны ответов приведены в приложении Г.
Презентация в приложении Д.

4.7. Разработка методического обеспечения

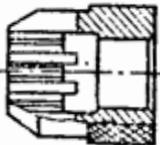
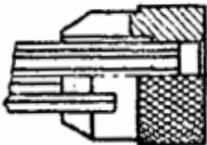
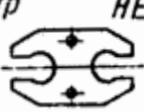
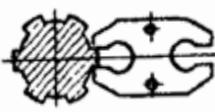
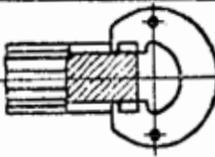
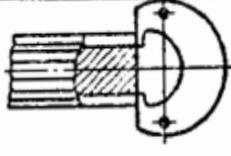
					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Демонстрационный материал и технические средства используются в дальнейшем при изучении данной темы.

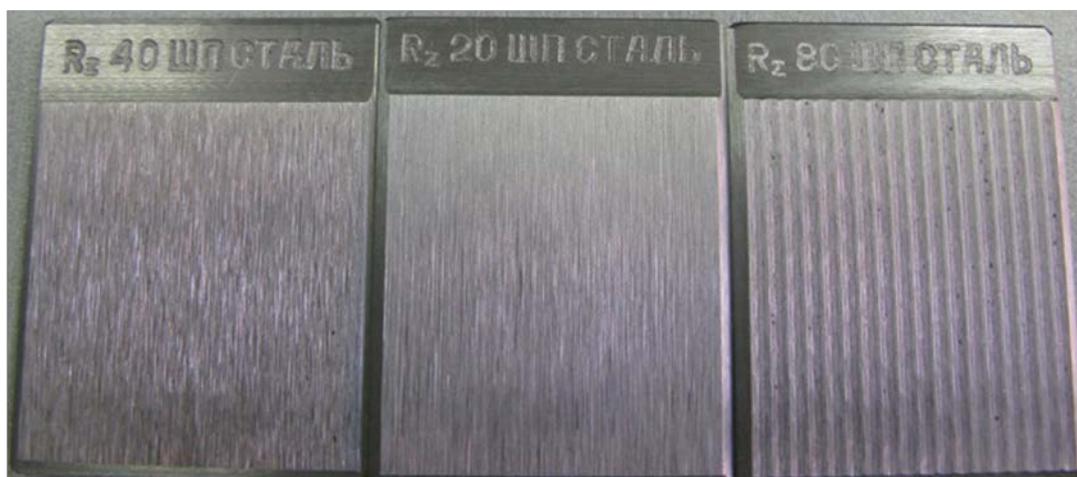


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ. РАЗЛИЧНЫЕ ТИПЫ КАЛИБРОВ

Наименование калибра	Принципиальная конструкция калибра	Назначение	Схема измерения	Примечание
Калибр-кольцо шлицевое комплексное		Проверка шлицевого вала по профилю при центрировании по D , d или b		
Калибр-скоба одиночная предельная		Проверка шлицевого вала по размеру D при центрировании по D , d или b		
Калибр-скоба одиночная предельная	ПР HE 	Проверка шлицевого вала по размеру b при центрировании по D , d или b		
Калибр-скоба одиночная предельная		Проверка шлицевого вала по размеру d при центрировании только по d		Скоба специального типа
Калибр-скоба одиночная непроходная	HE 	Проверка шлицевого вала по размеру d при центрировании по D или b		Скоба специального типа

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ. ОБРАЗЦЫ ШЕРОХОВАТОСТИ



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.566 ПЗ

Лист

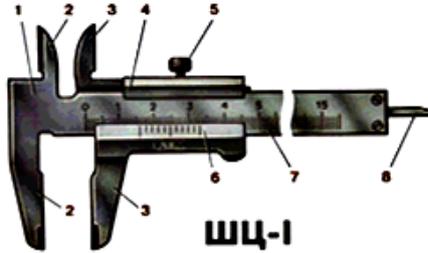
110

ШТАНГЕНЦИРКУЛЬ

КОНСТРУКЦИИ • НАСТРОЙКА • ИЗМЕРЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

- измерение наружных и внутренних размеров;
- измерение размеров глубины (не точнее 12-го качества);
- разметка

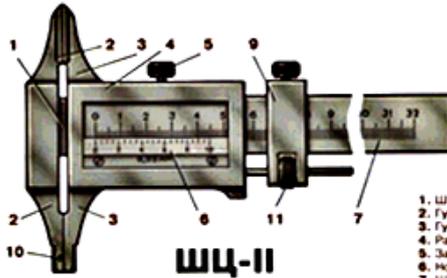


ШЦ-I

Тип	Пределы измерения, мм	Величина отсчета по нониусу, мм	Предел допускаемой погрешности, мм
ШЦ-I	0 - 125	0,1	±0,1
ШЦ-II	0 - 160	0,05	±0,06 при отсчете 0,05 ±0,1 при отсчете 0,1
	0 - 200	0,1	
	0 - 250		
ШЦ-III	0 - 315	0,1	±0,1
	0 - 400		
	0 - 500		
	250 - 630		
	250 - 800		
	320 - 1000		
500 - 1250	±0,2		
500 - 1600			
800 - 2000			

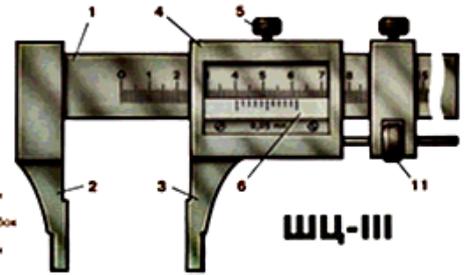
Пример условного обозначения

Тип: ШЦ - III - 250 - 630 - 01
 Верхний предел измерения: 250
 Нижний предел измерения (в не обозначается): 630
 Величина отсчета по нониусу: 01



ШЦ-II

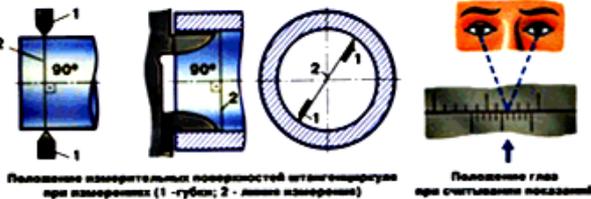
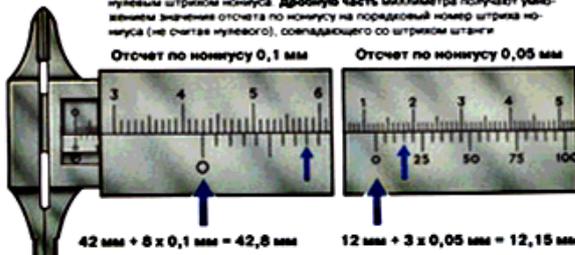
1. Штанга
2. Губка штанги
3. Губка рамки
4. Рамка
5. Зажим рамки
6. Нониус
7. Шкала штанги
8. Линейка глубиномера
9. Рамка микрометрической подачи
10. Указатель номинального размера губок
11. Гайка микрометрической подачи



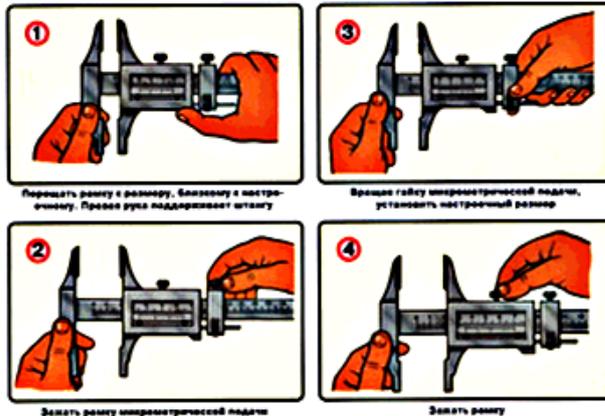
ШЦ-III

ПРАВИЛА ОТСЧЕТА ПО НОНИУСУ И РАБОТЫ СО ШТАНГЕНЦИРКУЛЕМ

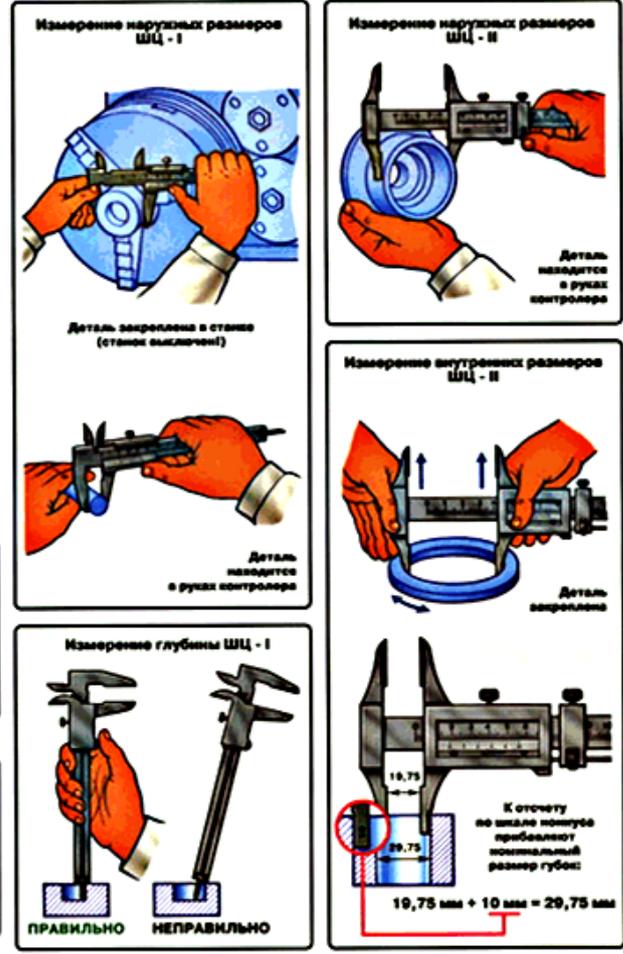
Целое число миллиметров отсчитывают по шкале штанги слева направо нулевым штрихом нониуса. Дробную часть миллиметра получают умножением значения отсчета по нониусу на порядковый номер штриха нониуса (не считая нулевого), совпадающего со штрихом штанги.



НАСТРОЙКА ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ ШЦ-II И ШЦ-III НА РАЗМЕР ДЛЯ РАЗМЕТКИ



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТАНГЕНЦИРКУЛЕЙ



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

МИКРОМЕТР ГЛАДКИЙ

КОНСТРУКЦИИ • НАСТРОЙКА • ИЗМЕРЕНИЯ

НАЗНАЧЕНИЕ

- измерение наружных диаметров, выполненных по 7 - 12 квалитетам;
- измерение отклонения от параллельности валов.

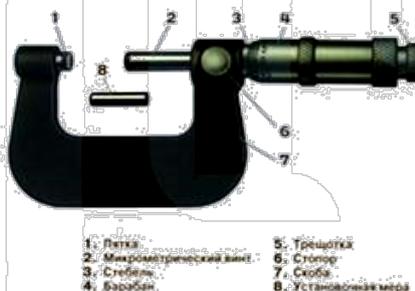
Обозначение	МК 0 - 25 - МТ	МК 25 - 50	МК 50 - 75	МК 100 - 125	МК 125 - 150	МК 150 - 175
Длина измеритель, мм	0 - 25	25 - 50	50 - 75	100 - 125	125 - 150	150 - 175
Предел допустимой погрешности, мм	± 0,005	± 0,005	± 0,005	± 0,005	± 0,005	± 0,005

Микрометр с нижним пределом измерений "0"



Микрометр типа МТ для измерения толщины стенок труб

Микрометр с нижним пределом измерений, отличным от нуля



1. Плечко, 2. Микрометрический винт, 3. Стебель, 4. Барабан, 5. Трещотка, 6. Стопор, 7. Скоба, B. Установочная мера

НАСТРОЙКА НА НУЛЬ

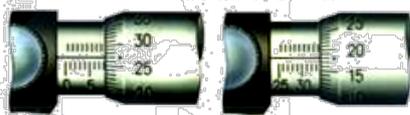
при непосредственном контакте измерительных поверхностей



ПРАВИЛА ОТСЧЕТА И РАБОТЫ С МИКРОМЕТРОМ

Целое число миллиметров и половины миллиметра отсчитывают по шкале стебля кром скоса барабана. Сотые доли миллиметра находят по номеру штриха барабана, совпавшего с продольным штрихом стебля

Знак + соответствует считаемому размеру

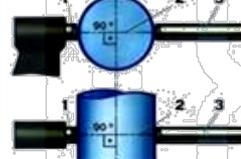


Отсчет: 8 мм + 0,27 мм = 8,27 мм

Отсчет: 33 мм + 0,5 мм + 0,18 мм = 33,68 мм

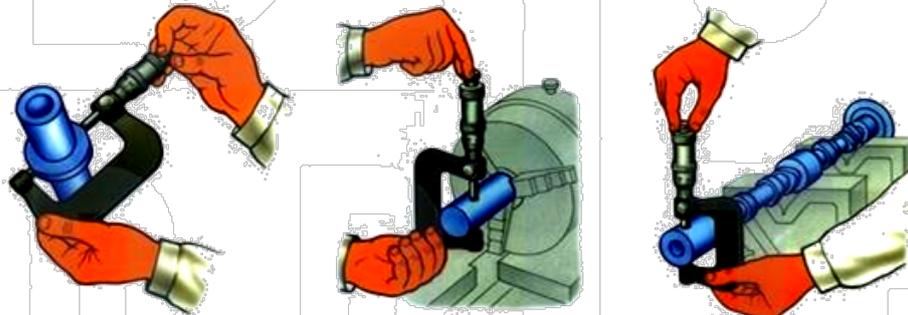
Положение измерительных поверхностей микрометра при измерениях

Положение глаз при считывании показаний



1 - латка; 2 - линия измерения; 3 - микрометрический винт

Измерение наружных размеров

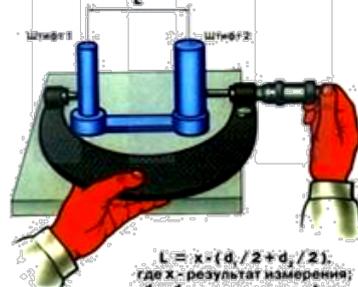


Измерение межосевого расстояния. Контроль параллельности валов



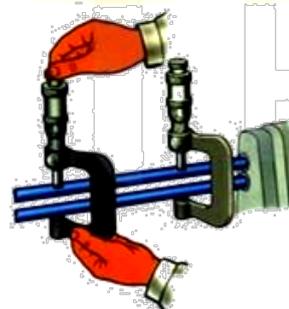
НЕПРАВИЛЬНО

ПРАВИЛЬНО



$$L = x - (d_1/2 + d_2/2)$$

где x - результат измерения, d₁ и d₂ - диаметры штифтов



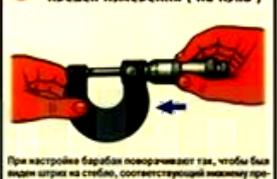
1. Закрепить микрометрический винт стопором



2. Отвинчивая корпус трещотки, отсоединить барабан от микровинта



3. Установить барабан на нижний предел измерения (на ноль)



При настройке барабан поворачивают так, чтобы был виден штрих на стебле, соответствующий нижнему пределу измерения, а опилка "0" на шкале барабана совпала с продольным штрихом на стебле

4. Завинчивая корпус трещотки, зафиксировать установку на ноль



4.8. Заключение по результатам выполнения метод части

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.03.04.566 ПЗ

Лист

112

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих многоцелевые обрабатывающие центры Vcenter-N1000.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре УПК;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Контроль точности»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Контроль точности»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Контроль точности» в форме схем и плакатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Целью выпускной работы являлось совершенствование технологии механической обработки детали «Корпус привода вентилятора».

Предлагаемый проектный вариант обработки детали «Корпус привода вентилятора» 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.

Таким образом, был усовершенствован процесс механической обработки детали «Корпус привода вентилятора», что является достижением поставленной цели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

1. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
2. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
3. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
4. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.- пед. университета 2012.- 169 с.
5. Могильников В. А. Технология производства. Технологический анализ чертежа детали: методические указания к практическим занятиям, контрольно-курсовым и контрольным работам для студентов машиностроительных специальностей / В. А. Могильников. – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 18 с.
6. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.
7. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.
8. 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.
9. 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.
10. Электронный каталог «Seco», Фрезерование, 2015 г.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

11. Электронный каталог «Seco», Обработка отверстий, 2015 г.
12. Электронный каталог «Seco», Цельные концевые фрезы, 2015 г.
13. Электронное руководство по эксплуатации Fanuc для системы многоцелевого станка.
14. <http://www.splav.kharkov.com>
15. <http://novator-grp.ru/rus/catalog/158>
16. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>
17. <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>.
18. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

Приложение А.

Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

Приложение Б

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1. Корпус привода вентилятора	ДП 44.03.04.566.01	A1	2	
2. Корпус привода вентилятора Отливка	ДП 44.03.04.566.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.566.03	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.566.04	A1	1	
5. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.566.05	A1	1	
6. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.566.06	A1	1	

Приложение В

Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

Приложение Г

Конспект урока по теме «Контроль точности»

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

1. Измерительные средства для контроля точности размеров

В распоряжении современных промышленных предприятий находится достаточно большое количество различных измерительных средств, позволяющих с достаточно высокой степенью точности проводить контроль размеров деталей на любом этапе их «жизненного» пути, обеспечивая при этом тот или иной метод взаимозаменяемости.

Под измерением понимают нахождение значений физической величины опытным путем с помощью специально для этого предназначенных технических средств. Основное уравнение измерения имеет вид

$$Q = q \cdot U,$$

где Q – значение физической величины;

q – числовое значение физической величины в принятых единицах;

U – единица физической величины.

Единица физической величины – физическая величина фиксированного размера, принятая по согласованию в качестве основы для количественного оценивания физических величин той же природы.

Измерения проводят как с целью установления действительных размеров изделий и соответствия их требованиям чертежа, так и для проверки точности технологической системы и подналадки ее для предупреждения появления брака.

Технические средства, имеющие нормированные метрологические свойства, называются средствами измерения. К ним относятся следующие:

Эталоны единиц физических величин – средства измерений или комплексы средств измерений, официально утвержденные эталонами для воспроизведения единиц физических величин с наивысшей достижимой точностью, и их хранение.

Примером точности эталонов может служить государственный эталон времени, погрешность которого за 30 тыс. лет не будет превышать 1 с.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

Меры – средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. К мерам относятся плоскопараллельные концевые меры длины, гири, конденсаторы постоянной емкости и др.

Образцовые средства измерений – это меры, измерительные приборы или преобразователи, утвержденные в качестве образцовых. Они служат для контроля нижестоящих по поверочной схеме измерительных средств; в то же время их периодически проверяют по эталонам. Точность образцовых средств измерения имеет большое значение для обеспечения единства измерений и соблюдения принципов взаимозаменяемости на любом промышленном предприятии.

Рабочие средства измерений – это меры, устройства или приборы, применяемые для измерений, не связанных с передачей единицы физической величины (например, концевая мера длины, используемая для контроля размеров изделий или для наладки станков). Для этих целей в распоряжении центральных заводских лабораторий (ЦЗЛ) предприятий машино- и приборостроения в обязательном порядке имеются меры длины и угловые меры.

Меры длины по конструктивным признакам делят:

- на штриховые;
- концевые.

Штриховые меры длины используют в качестве эталонов, образцовых и рабочих штриховых мер, в виде шкал измерительных приборов, а также в инструментах, предназначенных для грубых измерений (измерительные линейки, рулетки и др.).

Плоскопараллельные концевые меры составляют основу современных линейных измерений в машиностроении.

Они представляют собой бруски из закаленной стали или твердого сплава, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов. Две противоположные измерительные поверхности каждой концевой меры

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		121

весьма точно обрабатывают путем шлифования и доводки. Вследствие этого концевые меры обладают способностью притираться (сцепляться) при их надвигании друг на друга.

Концевые меры выпускают комплектами, которые позволяют составлять наборы из числа мер не более 4-х с дискретностью 1 мкм.

Угловые меры выполняют в виде призм; они предназначены для хранения и передачи плоского угла, для поверки и градуировки угломерных приборов и угловых шаблонов, а также для контроля углов изделий. Угловые меры выпускают в виде отдельных мер или комплектных наборов, позволяющих составить любой угол с градацией в 1°, 10', 1',30" и др.

Текущий контроль размеров деталей на рабочих местах в ходе выполнения технологических операций осуществляется с помощью следующих измерительных средств:

1. Измерительные инструменты: штангенциркули, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров; штангенглубиномеры, служащие для контроля глубины отверстий и пазов; штангенрейсмусы и микрометрические измерительные инструменты. Штангенрейсмусы предназначены для разметочных работ и определения высот деталей. Микрометрические измерительные инструменты (микрометры) основаны на использовании винтовой пары (винт – гайка), которая преобразовывает вращательное движение микрогайки в поступательное перемещение винта (измерительного наконечника). Цена деления таких инструментов – 0,01 мм.

2. Механические измерительные приборы – к ним относятся приборы с зубчатой передачей – индикаторы часового типа. Погрешность измерения индикаторов часового типа от $2\pm$ до ± 10 мкм.

3. Оптико-механические приборы характеризуются сочетанием механических передаточных механизмов с оптическим устройством. К ним относятся: оптиметры (горизонтальные и вертикальные), длинномеры, различные измерительные машины для контроля сложных корпусных

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		122

увеличении, представлен на рис. Для измерения шероховатости используются приборы в основном двух видов: бесконтактные, например оптические, и контактные щуповые. Щуповые делятся на профилометры, непосредственно показывающие значение измеренных параметров, и профилографы, записывающие профили микронеровностей поверхности (профилограммы). Профилограммы записываются в направлении наибольшего значения шероховатости. В частности, для поверхности, изображенной на рис., запись шероховатости показана в направлении оси X (рис.4).

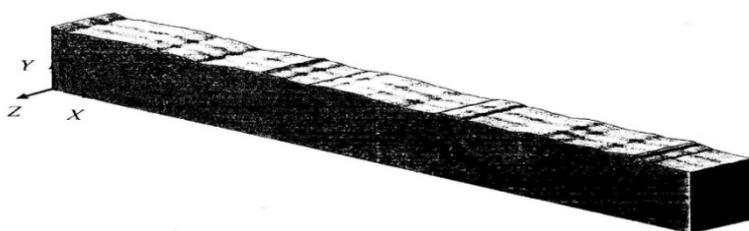


Рисунок 4 - Срез, иллюстрирующий шероховатость обработанной поверхности, при его многократном увеличении



Рисунок 5 - Истинный профиль шероховатости поверхности при его многократном увеличении

Так как высота неровностей профиля шероховатости измеряется в мкм, а их шаг – в мм, то профилограммы записываются с различным горизонтальным и вертикальным увеличением (рис.5). При этом истинный профиль шероховатости приобретает искаженный вид (рис.6).

Если установить одинаковое горизонтальное и вертикальное увеличение, то для записи потребуется несколько метров профилограммной ленты. Такие профилограммные данные неудобны в использовании, обработке, приводят к увеличению расхода профилограммной ленты, а поэтому на практике не применяются.

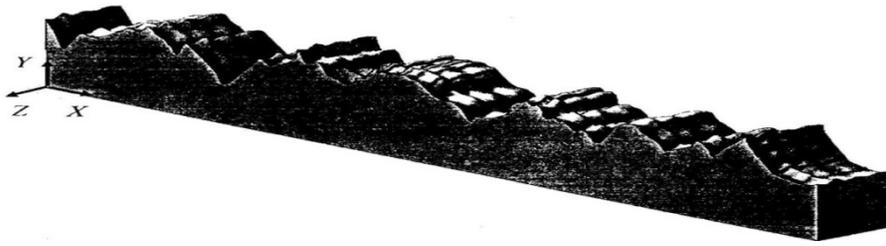


Рисунок 6 - Изометрическое изображение шероховатости, полученное при различном горизонтальном и вертикальном увеличении

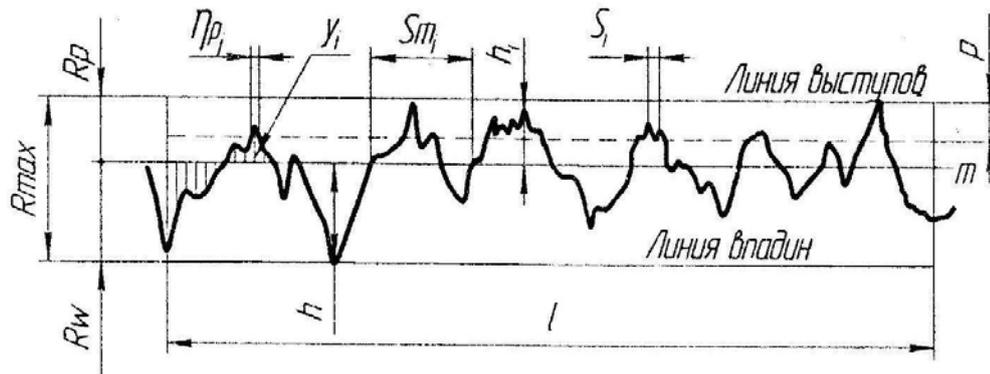


Рисунок 7 – Профилограмма шероховатости поверхности

Шероховатость в соответствии с ГОСТ 2789–73 характеризуется следующими параметрами:

R_a – среднее арифметическое отклонение профиля (предпочтительный параметр), мкм:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y_i| dx \quad \text{или} \quad R_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i| ,$$

где l – базовая длина (длина контролируемого участка поверхности);

y_i – текущая величина ординаты профиля шероховатости; N – число рассматриваемых координат профиля шероховатости, обычно принимается

$N \geq 50$; R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам, мкм:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 h_i + \sum_{i=1}^5 h'_i}{5} ,$$

где h_i – высота i -го выступа; h'_i – глубина i -й впадины профиля;

										Лист
										127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

R_{\max} – наибольшая высота неровностей профиля, мкм;

S_m – средний шаг неровностей профиля, мм:

$$S_m = \sum_{i=1}^N S_{mi} / N$$

где S_{mi} – значение i -го шага неровностей по средней линии в пределах базовой длины;

S – средний шаг местных выступов профиля, мм:

$$S = \sum_{i=1}^N S_i / N$$

где S_i – значение i -го шага по вершинам местных выступов;

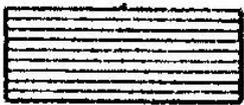
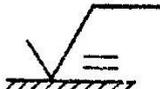
t_p – относительная опорная длина профиля, %:

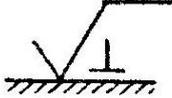
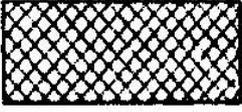
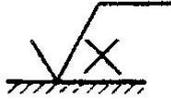
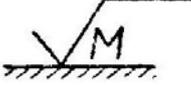
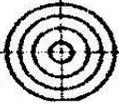
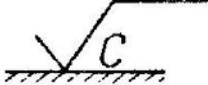
$$t_p = \sum_{i=1}^N \eta_p 100 / l = \eta_p 100 / l$$

где η_p – опорная длина профиля на уровне p (уровень сечения профиля).

После нанесения размеров, предельных отклонений размеров, отклонений формы и расположения поверхностей на рабочем чертеже детали следует указывать параметры и характеристики шероховатости поверхностей, установленные ГОСТ 2789–73 и в соответствии с данными, приведенным в табл. 6.

Таблица 6 - Типы направлений неровностей поверхности (ГОСТ 2789–73)

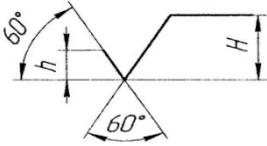
Тип направления неровностей	Направление неровностей	Обозначение	Пояснение к расположению неровностей
Параллельный			Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность

Перпендикулярный			Перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность
Перекрещивающийся			Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность
Произвольный			Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность
Тип направления неровностей	Направление неровностей	Обозначение	Пояснение к расположению неровностей
Кругообразный			Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности
Радиальный			Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности

На учебных чертежах параметры и характеристики шероховатости поверхностей наносятся после простановки размеров.

Обозначение и правила нанесения шероховатости поверхностей приведены в табл. 7.

Таблица 7 - Элементы обозначений и правил нанесения шероховатости на чертежах (ГОСТ 2.309-73)

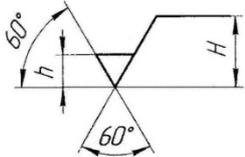
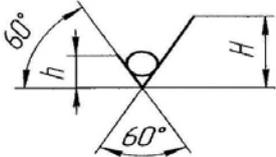
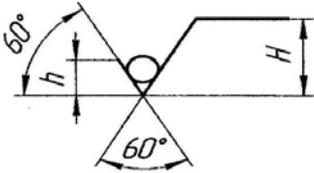
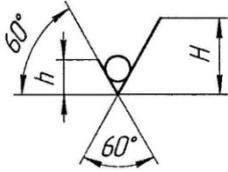
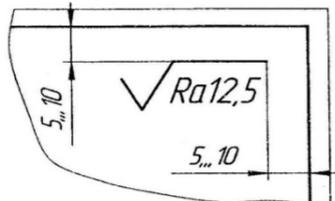
Иллюстрации	Краткое описание
	Знак шероховатости поверхности, способ обработки которой не устанавливается конструктором: $h \approx h_c$, где h_c – высота размерных чисел на чертеже

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

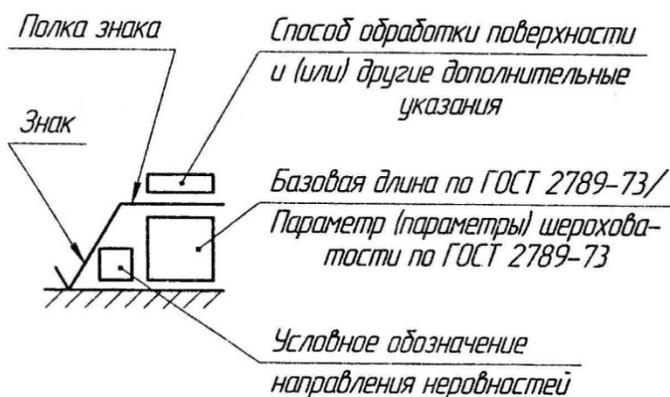
ДП 44.03.04.566 ПЗ

Лист

129

	$H = (1,5...5)h$
Иллюстрации	Краткое описание
	Знак шероховатости поверхности, которая обрабатывается удалением слоя материала (точением, фрезерованием, шлифованием, полированием и т. д.)
	Знак шероховатости поверхности, получаемой без удаления слоя материала (литьем, ковкой, штамповкой, прокатом, волочением и т. д.). Применяется, когда нет необходимости в указании значения параметра шероховатости
	Знак шероховатости поверхности, получаемой без удаления слоя материала (литьем, ковкой, штамповкой, прокатом, волочением и т. д.) с указанием значения параметра шероховатости
	Знак, указывающий поверхность, не обрабатываемую по данному чертежу
	Обозначение поверхностей с одинаковой шероховатостью. Если шероховатость всех поверхностей детали должна быть одинаковой, то общее обозначение шероховатости наносят в правом верхнем углу чертежа. Размеры и толщина знаков, нанесенных в правый верхний угол чертежа, должны быть больше размеров и толщины знаков, нанесенных на изображении, приблизительно в 1,5 раза

Структура обозначения шероховатости поверхности детали приведена на рис.8.



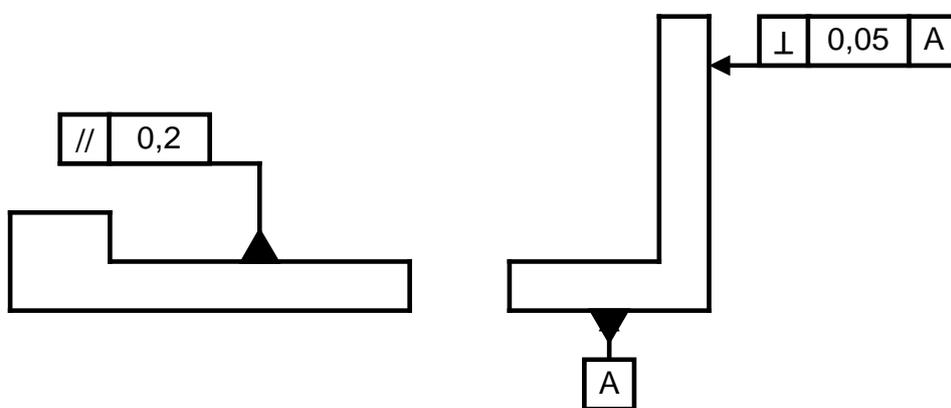
										Лист
										130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.566 ПЗ					

Рисунок 8 - Структура знака изображения шероховатости поверхности детали на чертеже

Точность геометрических параметров деталей характеризуется точностью их размеров, а также точностью формы и взаимного расположения поверхностей. Отклонением формы называется отклонение формы реальной поверхности от формы идеальной поверхности, заданной чертежом. Отклонением расположения называется отклонение реального расположения элемента (поверхности, оси или плоскости симметрии) от номинального расположения.

Допуски формы и расположения поверхностей определяются по конструктивным и технологическим соображениям и указываются в чертежах согласно ГОСТ 2.308–79.

Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две (для допусков формы) или три (для допусков расположения поверхностей) части. В первой части наносят графический символ, обозначающий вид допуска, во второй части – числовое значение допуска в миллиметрах, в третьей – буквенное обозначение базы, т.е. поверхности, относительно которой измеряют допуск. Базовую поверхность на чертеже обозначают зачерненным равносторонним треугольником, соединенным с квадратной рамкой, в которую вписывают буквенное обозначение базы (рис.9).



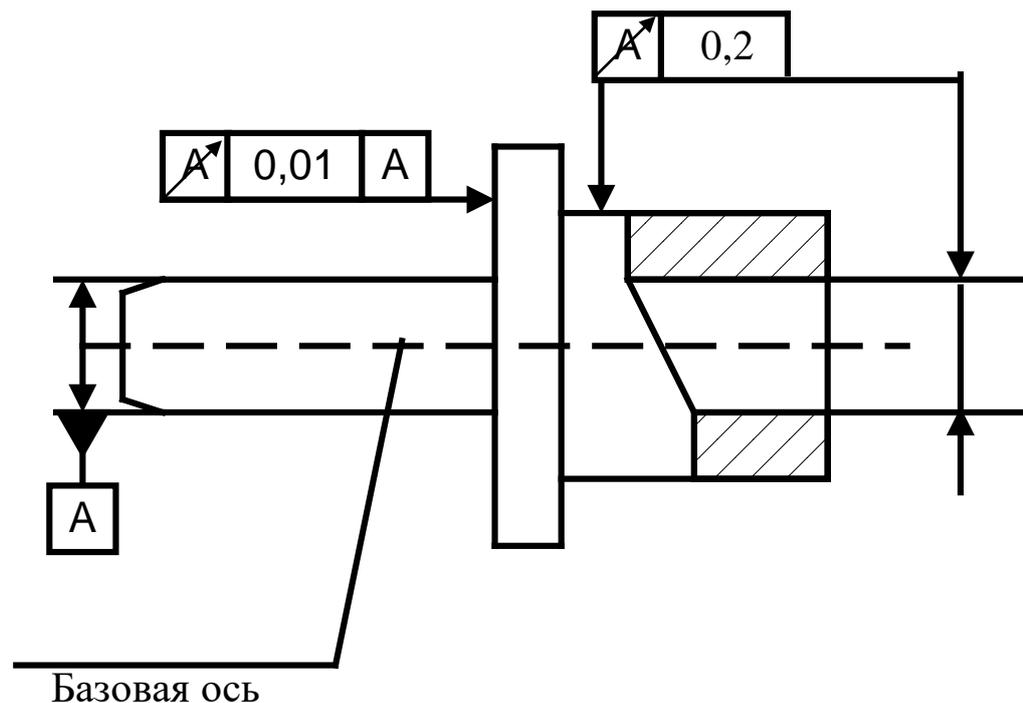


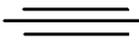
Рисунок 9 - Обозначение базовой поверхности на чертеже детали при указании допусков на форму и расположение поверхностей

Числовые значения допусков на форму и расположение поверхностей детали приводятся в ГОСТ 24643–81. Они зависят от номинальных размеров и степени точности конкретного изделия. В каждой степени точности допуск увязан с одним из конструктивных параметров нормируемого элемента (диаметром, длиной и др.).

В ГОСТ 24643–81 предусмотрено 16 степеней точности. В табл. 8 приведены условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей.

Таблица 8 - Условные обозначения допусков формы и расположения поверхностей деталей

Допуск формы	Знак	Допуск расположения поверхностей	Знак
Заданного профиля		Параллельности	

Заданной поверхности		Перпендикулярности	
Прямолинейности		Наклона	
Круглости		Соосности	
Плоскостности		Симметричности	
Цилиндричности		Радиального или торцевого биения	
Профиля продольного сечения		Пересечения осей	
		Позиционный допуск	

Нормирование отклонений формы и расположение поверхностей детали осуществляют следующим образом. При указании на чертежах детали отклонений формы и расположения поверхностей используют зависимый допуск.

Этот допуск устанавливается путем расчета размерных цепей по заданным (независимым) допускам составляющих звеньев размерной цепи. Часто на чертеже детали указывают базы, относительно которых задаются допуски на отклонения формы и расположения поверхностей, суммарные допуски, привязывая их конкретным размерным линиям (рис.9).

4.1. Дайте определения понятию «Единица физической величины»

Единица физической величины – физическая величина фиксированного размера, принятая по согласованию в качестве основы для количественного оценивания физических величин той же природы.

4.2. Перечислите, что относится к средствам измерения. Дайте определения и характеристики.

Эталоны единиц физических величин – средства измерений или комплексы средств измерений, официально утвержденные эталонами для воспроизведения единиц физических величин с наивысшей достижимой точностью, и их хранение (например, комплекс средств измерений для воспроизведения метра через длину световой волны). Примером точности эталонов может служить государственный эталон времени, погрешность которого за 30 тыс. лет не будет превышать 1 с.

Меры – средства измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. К мерам относятся плоскопараллельные концевые меры длины, гири, конденсаторы постоянной емкости и др.

Образцовые средства измерений – это меры, измерительные приборы или преобразователи, утвержденные в качестве образцовых. Они служат для контроля нижестоящих по поверочной схеме измерительных средств; в то же время их периодически проверяют по эталонам. Точность образцовых средств измерения имеет большое значение для обеспечения единства измерений и соблюдения принципов взаимозаменяемости на любом промышленном предприятии.

Рабочие средства измерений – это меры, устройства или приборы, применяемые для измерений, не связанных с передачей единицы физической величины (например, концевая мера длины, используемая для контроля размеров изделий или для наладки станков). Для этих целей в распоряжении центральных заводских лабораторий (ЦЗЛ) предприятий машино- и приборостроения в обязательном порядке имеются меры длины и угловые меры.

Меры длины по конструктивным признакам делят на штриховые и концевые.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		134

Штриховые меры длины используют в качестве эталонов, образцовых и рабочих штриховых мер, в виде шкал измерительных приборов, а также в инструментах, предназначенных для грубых измерений (измерительные линейки, рулетки и др.).

Плоскопараллельные концевые меры составляют основу современных линейных измерений в машиностроении. Они представляют собой бруски из закаленной стали или твердого сплава, имеющие форму прямоугольных параллелепипедов. Две противоположные измерительные поверхности каждой концевой меры весьма точно обрабатывают путем шлифования и доводки. Вследствие этого концевые меры обладают способностью притираться (сцепляться) при их надвигании друг на друга.

Концевые меры выпускают комплектами, которые позволяют составлять наборы из числа мер не более 4-х с дискретностью 1 мкм.

Угловые меры выполняют в виде призм; они предназначены для хранения и передачи плоского угла, для поверки и градуировки угломерных приборов и угловых шаблонов, а также для контроля углов изделий. Угловые меры выпускают в виде отдельных мер или комплектных наборов, позволяющих составить любой угол с градацией в 1°, 10', 1',30" и др.

4.3. С помощью каких измерительных средств осуществляется текущий контроль размеров деталей на рабочих местах в ходе выполнения технологических операций?

Текущий контроль размеров деталей на рабочих местах в ходе выполнения технологических операций осуществляется с помощью следующих измерительных средств:

1. Измерительные инструменты: штангенциркули, предназначенные для измерения наружных и внутренних размеров; штангенглубиномеры, служащие для контроля глубины отверстий и пазов; штангенрейсмусы и микрометрические измерительные инструменты.

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

Штангенрейсмусы предназначены для разметочных работ и определения высот деталей. Микрометрические измерительные инструменты (микрометры) основаны на использовании винтовой пары (винт – гайка), которая преобразовывает вращательное движение микрогайки в поступательное перемещение винта (измерительного наконечника). Цена деления таких инструментов – 0,01 мм.

2. Механические измерительные приборы – к ним относятся приборы с зубчатой передачей – индикаторы часового типа. Погрешность измерения индикаторов часового типа от $2\pm$ до ± 10 мкм.

3. Оптико-механические приборы характеризуются сочетанием механических передаточных механизмов с оптическим устройством. К ним относятся: оптиметры (горизонтальные и вертикальные), длинномеры, различные измерительные машины для контроля сложных корпусных деталей, точных измерений больших длин, расстояний между осями отверстий и в других случаях; интерферометры – действие этих приборов основано на использовании явления интерференции световых волн, имеют цену деления от 0,05 до 0,2 мкм; различные проекторы, дающие на экране увеличенное изображение контролируемой детали.

4.4. Какие размеры проверяют калибрами?

Калибрами проверяют размеры гладких цилиндрических, конусных, резьбовых и шлицевых деталей, глубины и высоты выступов, а также расположение поверхностей и другие параметры.

4.5. Из чего состоит комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей?

Комплект рабочих предельных калибров для контроля размеров гладких цилиндрических деталей состоит из проходного калибра ПР (им контролируют предельный размер, соответствующий максимуму материала проверяемого объекта, рис.), и непроходного калибра НЕ (им контролируют

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136

предельный размер, соответствующий минимуму материала проверяемого объекта).

4.6. Что определяют с помощью предельных калибров?

С помощью предельных калибров определяют не числовое значение контролируемых параметров, а годность детали, т. е. выясняют, выходит ли контролируемый параметр за нижний или верхний предел, или находится между двумя допустимыми пределами. Деталь считают годной, если проходной калибр (проходная сторона калибра) под действием собственного веса или усилия, примерно равного ему, проходит, а непроходной калибр (непроходная сторона) не проходит по контролируемой поверхности детали. В этом случае действительный размер детали находится между заданными предельными размерами. Если проходной калибр не проходит, то деталь является исправимым браком. Если непроходной калибр проходит, то деталь считается неисправимым браком и ее размер находится вне поля допуска. Таким образом, изделие считают годным, когда погрешности размера, формы и расположения поверхностей находятся в поле допуска.

4.7. Перечислите различные типы калибров.

Пробка двухсторонняя цельная; пробка двухсторонняя со вставками; пробка проходная (непроходная) со вставками; пробка штамповочная проходная (непроходная) с насадками; пробка проходная (непроходная) неполная штамповочная; пробка проходная (непроходная) неполная; пробка односторонняя листовая; шайба полная; шайба неполная.

4.8. Что понимают под шероховатостью поверхности и базовой длиной?

					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

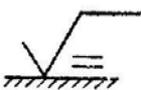
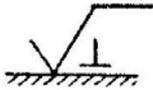
Под шероховатостью поверхности понимают совокупность микронеровностей высотой в диапазоне 10-2...10³ мкм с шагом меньшим, чем базовая длина l, используемая для ее измерения. Базовой длиной l называют длину базовой линии, используемой для выявления микронеровностей, характеризующих шероховатость обработанной поверхности, и для количественного определения ее параметров.

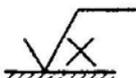
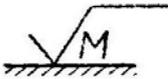
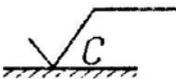
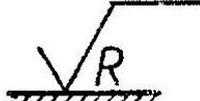
4.9. Какие инструменты и приборы используются для измерения шероховатости поверхности?

Для измерения шероховатости используются приборы в основном двух видов: бесконтактные, например оптические, и контактные щуповые. Щуповые делятся на профилометры, непосредственно показывающие значение измеренных параметров, и профилографы, записывающие профили микронеровностей поверхности (профилограммы). Профилограммы записываются в направлении наибольшего значения шероховатости. В частности, для поверхности, изображенной на рис., запись шероховатости показана в направлении оси X.

4.10. Какие типы направлений неровностей поверхности по ГОСТ 2789-73?

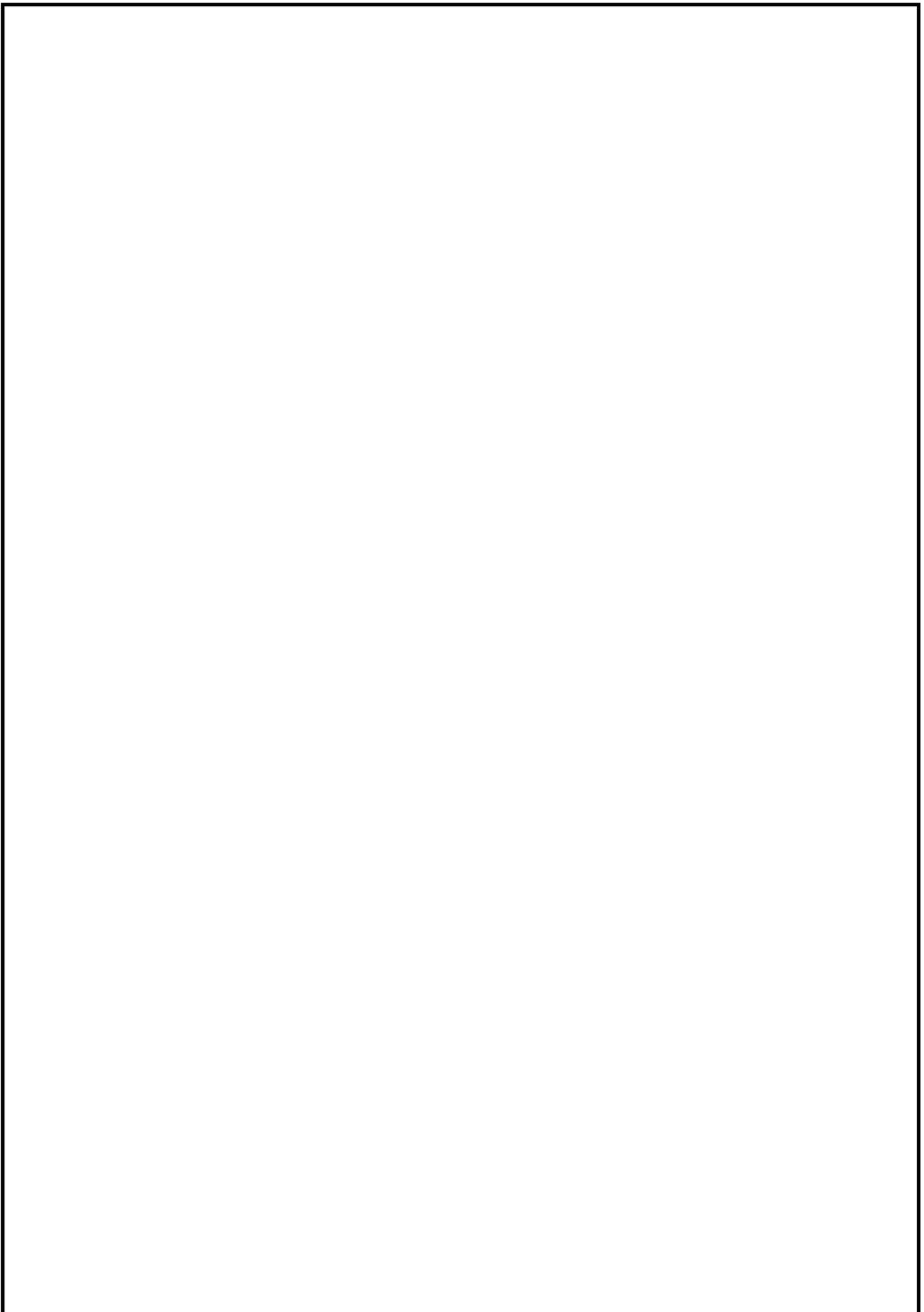
Типы направлений неровностей поверхности (ГОСТ 2789-73)

Тип направления неровностей	Направление неровностей	Обозначение	Пояснение к расположению неровностей
Параллельный			Параллельно линии, изображающей на чертеже поверхность
Перпендикулярный			Перпендикулярно линии, изображающей на чертеже поверхность

Перекрещивающийся			Перекрещивание в двух направлениях наклонно к линии, изображающей на чертеже поверхность
Произвольный			Различные направления по отношению к линии, изображающей на чертеже поверхность
Тип направления неровностей	Направление неровностей	Обозначение	Пояснение к расположению неровностей
Кругообразный			Приблизительно кругообразно по отношению к центру поверхности
Радиальный			Приблизительно радиально по отношению к центру поверхности

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Презентация на тему: «Контроль точности»



					ДП 44.03.04.566 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		140