

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РЕДУКТОРА
ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА»

Дипломный проект
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 758

Екатеринбург 2016

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ

Заведующий кафедрой ТМС

_____ Н.В. Бородина
« ____ » _____ 20__ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС РЕДУКТОРА
ПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА»

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР:758

Исполнитель:
Студент группы ЗТО-501

М.Ф.Шайхлисламов

Руководитель:
доцент, к.т.н.

В.П.Суриков

Екатеринбург 2016

РЕФЕРАТ

Дипломный проект: содержит 150 листов, 24 рисунок, 37 таблиц, 7 листов чертежей и плакатов.

ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, СХЕМА ИЗМЕРЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

В проекте совершенствуется технологический процесс обработки детали «Корпус редуктора привода вентилятора». Для этого производится замена универсального оборудования на многоцелевой станка и замена инструмента.

Разработана управляющая программа для комбинированного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Разработана схема измерения.

Разработана методическая часть занятия по повышению квалификации «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Выполнены технико-экономические анализ проекта и представлены необходимые расчеты.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Шайхлисламов			Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус редуктора привода вентилятора»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Суриков В.П.					3	150
<i>Н. Контр.</i>		Суриков В.П.				ФГАОУ ВО РГПШУ Гр ЗТО-5013		
<i>Утверд.</i>		Бородина Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ.....	7
1.1. Анализ исходных данных.....	7
1.2. Анализ технических требований к детали.....	9
1.3. Анализ технологичности детали.....	10
1.4. Анализ базового технологического процесса.....	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1. Расчет по объему выпуска и определение типа производства.....	13
2.2. Выбор заготовки.....	14
2.3. Выбор технологических баз.....	17
2.4. Выбор оборудования.....	21
2.5. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	26
2.6. Расчет припусков на механическую обработку.....	30
2.7. Расчёт режимов резания.....	34
2.8. Расчет норм времени.....	35
3.РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ.....	38
4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	45
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	61
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	113
Приложение А – Лист задания на дипломное проектирование.....	115
Приложение Б – Перечень графического материала.....	116
Приложение В – Комплект технологической документации.....	117
Приложение Г – Презентационный материал к разработке занятия.....	125

ВВЕДЕНИЕ

Производство изделия, его сущность и методы оказывают наиболее весомое влияние на технологические, эксплуатационные, эргономические, эстетические и, конечно, функциональные характеристики этой продукции, а, следовательно, на его себестоимость, от которой в прямой зависимости находятся цена изделия, спрос на него со стороны пользователей, объемы продаж, прибыль от реализации, а, следовательно, все экономические показатели, которые и определяют финансовую устойчивость предприятия, его рентабельность, долю рынка и т.д. Таким образом, то, как изготавливается продукция, оказывает влияние на весь жизненный цикл товара.

Внедрение прогрессивных методов обработки деталей, экономически обоснованное применение высокопроизводительного оборудования, износостойкого режущего инструмента, механизированной оснастки в механизированных цехах машиностроительного производства является актуальным.

Важнейшие современные направления развития технологии машиностроения по оптимизации режимов и процессов обработки, автоматизации серийного производства и управления технологическими процессами, применению технологических методов повышения эксплуатационных качеств изготавливаемых изделий и других в значительной мере основываются на достижениях математических наук, электронной вычислительной и управляющей техники, робототехники, металлофизики и других современных теоретических и технических наук.

Темой выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии средств технологического оснащения для изготовления «Корпус редуктора привода вентилятора» в условиях среднесерийного производства.

В условиях нынешней экономической ситуации необходимо добиваться

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

максимального эффекта от вложенных средств, чтобы они смогли в будущем приносить наибольший доход, это касается всех машиностроительных предприятий.

Таким образом, целью выпускной квалификационной работы является совершенствование операционного технологического процесса изготовления «Корпуса редуктора привода вентилятора» и достижение наилучших технико-экономических показателей.

Для достижения этой цели должны быть решены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- разработка средств технологического оснащения;
- разработка технологии изготовления «Корпуса редуктора привода вентилятора»;
- разработка управляющей программы;
- расчет технико-экономических показателей;
- разработка методической части занятия по повышению квалификации «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В качестве прототипа для разработки технологического процесса принимается процесс, используемый в производстве.

В условиях серийного производства имеется возможность сократить количество операций и уменьшить трудоёмкость изготовления деталей за счёт применения современного оборудования, позволяющего производить обработку с более прогрессивными режимами резания.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Анализ исходных данных

Деталь представляет собой корпус вентилятора. Название – корпус редуктора привода вентилятора. Заготовка детали – литая. Вес детали – 1,3 кг. Габаритные размеры: длина – 171,5 мм, высота – 158 мм, ширина – 90 мм. Материал детали – АК7ч ГОСТ 1583 – 93. Химический состав материала описан в таблице 1. Механические свойства материала описаны в таблице 2.

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

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

Таблица 2 – Механические свойства АК7ч ГОСТ 1583 – 93

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

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

Корпус редуктора привода вентилятора (рисунок 1) представляет собой конструкцию из двух параллельных и одного перпендикулярного к ним цилиндров, а также других унифицированных и стандартизированных конструктивных элементов. При этом деталь имеет оригинальные конструктивные элементы, замена которых невозможна, так как это отрицательно сказывается на работоспособности изделия, в конструкцию которого входит данная деталь.

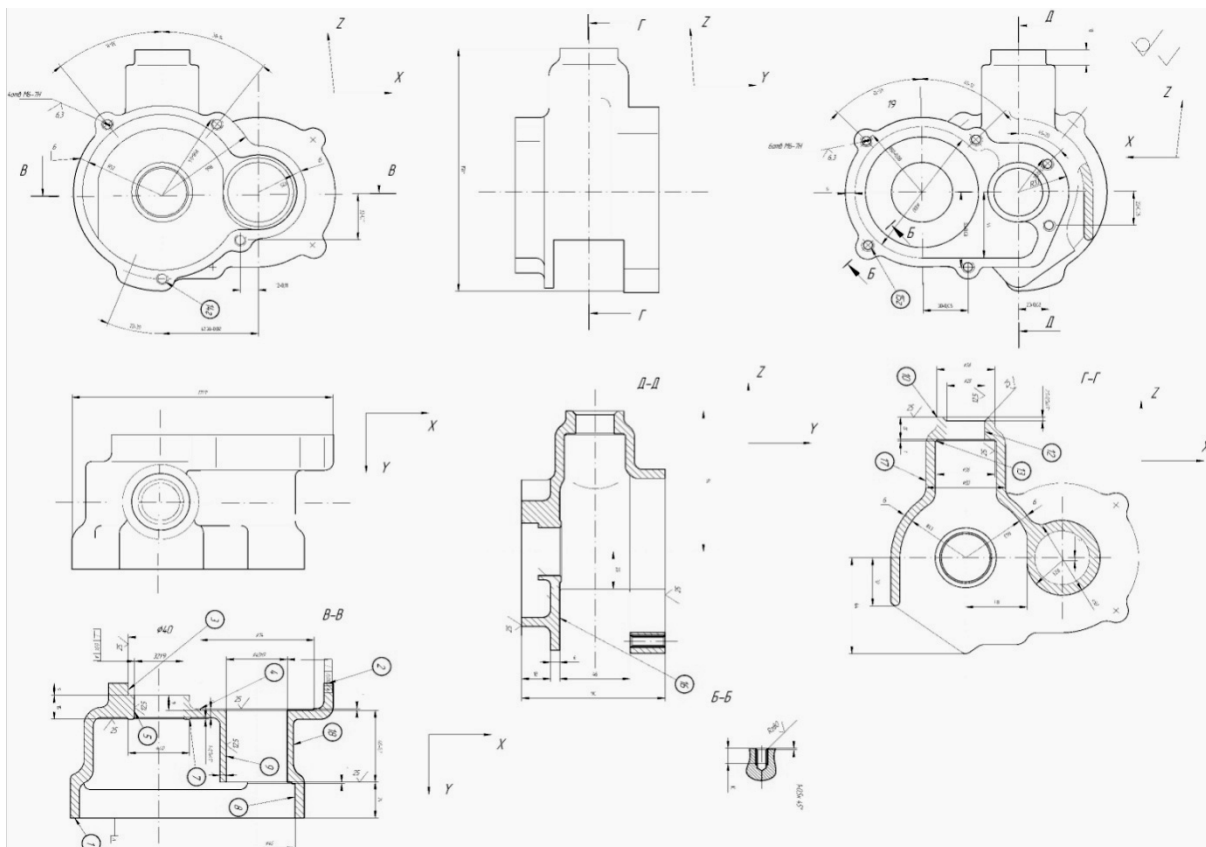


Рисунок 1 – Корпус редуктора привода вентилятора

Конструкция детали обеспечивает свободный доступ инструмента для обработки и контроля. Точность детали выражена полями допусков: IT 9, Н9, Н7. Разброс шероховатости от Ra 1,25 до Ra 12,5 мкм. К детали предъявляются технические требования по геометрической форме и взаимному расположению поверхностей (рисунок 1):

- необходимо не допустить разностенность стенок между поверхностями 18 и 9, а также между поверхностями 17 и 12.
- необходимо обеспечить симметричность детали относительно оси отверстия 12.
- необходимо обеспечить параллельность поверхностей 1 и 2 поверхности 16.
- не допустить несоосности поверхностей 19 и 9.

1.2. Анализ технических требований к детали

Для разработки технологического процесса представлены: рабочий чертёж детали с техническими требованиями, определяющими конструктивные формы и размеры детали, точность и качество обработки, твёрдость, материал и т.п.

При разработке технологического процесса ставятся следующие задачи:

- увеличение производительности труда при обработке ;
- сокращение трудовых и материальных затрат и экономическое обоснование предлагаемых изменений;
- конструирование специальных приспособлений для установки и закрепления детали;
- соблюдение при проектировании технологического процесса требований к охране труда рабочих и окружающей среды.

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

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

Выяснив служебное назначение детали в узле, проводим подробный анализ технических требований на изготовление детали.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.3. Анализ технологичности детали

1.3.1. Качественный анализ технологичности

Основные задачи, решаемые при анализе технологичности конструкции детали сводятся к уменьшению затрат времени на технологическую подготовку производства, изготовление детали.

Технологичность конструкции детали оценивается на качественном и количественном уровнях.

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

У данной детали имеются также резьбовые крепежные отверстия. Они предназначены для фиксации достигнутого положения присоединяемых сборочных единиц. Работа механизмов означает формирование размерных связей, обеспечивающих выполнение служебного назначения. В размерных связях узлов машины корпусная деталь участвует размерами своих поверхностей. Эти размерные параметры детали непосредственно определяют точность положения одного комплекта вспомогательных баз относительно другого или точность положения вспомогательных баз относительно основных баз детали. В соответствии с этим к точности геометрической формы, размеров базирующих поверхностей деталей предъявляются повышенные требования.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.2. Количественный анализ технологичности

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

Количественная оценка технологичности производится по некоторым числовым показателям:

Коэффициент использования материала

$$K_{\text{им}} = M_{\text{д}} / M_{\text{з}} = 1.3 / 1.6 = 0.8, \quad (1)$$

где $M_{\text{д}}$ - масса детали;

$M_{\text{з}}$ - масса заготовки

Полученное значение коэффициента использования материала говорит о невысокой технологичности выбранного способа получения заготовки, так как для серийного автоматизированного производства удовлетворительное значение коэффициента использования материала - не ниже 0.7

Коэффициент точности обработки

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

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

Коэффициент шероховатости поверхности

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

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

Так как $K_{\text{тч}} = 0.91 > 0.8$ и $K_{\text{ш}} = 0.11 < 0.32$, то деталь можно считать технологичной.

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

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4. Анализ базового технологического процесса

В базовом технологическом процессе механической обработки детали предполагается использовать универсальное оборудование и универсальный режущий и мерительный инструмент. Такой техпроцесс пригоден для условий мелкосерийного и индивидуального производства.

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

В проектируемом техпроцессе предполагается вместо универсальных станков применить многоцелевые станки с ЧПУ, соответствующий этим станкам режущий инструмент, специальные зажимные приспособления, специальные контрольные приспособления. Это сократит время на механическую обработку, контроль, повысит производительность, что приведет к снижению затрат и уменьшению трудоемкости.

Базовый техпроцесс состоит из следующих операций:

Операция 005 Фрезерная. Оборудование –6Р10;

Операция 010 Координатно-расточная. Оборудование – расточной станок 2Д450;

Операция 015 Сверлильная. Оборудование – расточной станок 2Д450;

Операция 040 Сверлильная. Оборудование – расточной станок 2Д450;

Операция 130 Сверлильная. Оборудование – расточной станок 2Д450.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчеты типа производства

В машиностроении различают три типа производства: единичное, серийное и массовое. Серийное производство в свою очередь подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное.

Важным этапом в разработке технологического процесса является определение типа производства. Основным критерием при определении типа производства является коэффициент закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования. Он определяется как отношение числа всех технологических операций выполняемых в течении месяца на механическом участке (O) к числу рабочих мест (P) на этом механическом участке:

$$K_{zo} = \frac{O}{P} . \quad (4)$$

Типы машиностроительного производства характеризуются следующими значениями коэффициента закрепления операции:

$K_{zo} \leq 1$ – массовое производство.

$1 < K_{zo} \leq 10$ – крупносерийное производство.

$10 < K_{zo} \leq 20$ – среднесерийное производство.

$20 < K_{zo} \leq 40$ – мелкосерийное производство.

$40 < K_{zo}$ – единичное производство.

На практике обычно известна годовая программа выпуска и тогда определение K_{zo} удобно по следующей формуле:

$$K_{zo} = \frac{\Phi_{д} \cdot O_{баз}}{T_{шт} \cdot N_{год}} , \quad (5)$$

где $\Phi_{д}$ – годовой фонд работы оборудования (1892,4 часов);

$O_{баз}$ – число операций механической обработки по базовому техпроцессу;

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$T_{шт}$ – трудоемкость изготовления детали, мин ;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска, шт (2000 штук).

$$K_{зо} = \frac{1892,4 \cdot 60 \cdot 5}{78,184 \cdot 2000} = 2,4.$$

Вывод: производство является среднесерийным.

Для серийного производства эффективна предметная форма организации производства на участке. В этом случае всё оборудование, необходимое для обработки деталей, устанавливается в технологической последовательности, что обеспечивает прямоточность, уменьшение производственного цикла по длительности, а также снижение себестоимости продукции.

2.2. Выбор заготовки

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией деталей, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления.

Выбрать заготовку значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь.

Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчёта себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Заготовку будем получать литьем. Отливку второго класса точности можно получить несколькими способами литья. Так как наружные

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

поверхности детали не подвергаются механической обработке, их следует получить при изготовлении заготовки. Проведем сравнительный экономический расчет себестоимости заготовки при литье под давлением и литье по выплавляемым моделям.

Себестоимость заготовки можно определить по формуле:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_1}{1000} Q k_T k_C k_B k_M k_{II} \right) - (Q - q) \frac{S_{\text{отх}}}{1000}, \quad (6)$$

где C_1 – базовая стоимость 1 т заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

$S_{\text{отх}}$ – цена 1 т отходов, руб.;

q – масса готовой детали, кг;

$k_T, k_C, k_B, k_M, k_{II}$ – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства заготовок.

Данные необходимые для расчета стоимости заготовок, получаемых литьем по выплавляемым моделям, представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Данные для расчета

Показатель	$C, \text{ р.}$	$S_{\text{отх}}, \text{ р.}$	$Q, \text{ кг}$	$q, \text{ кг}$	k_T	k_C	k_B	k_M	k_{II}
Числовое значение	66000	20000	1,8	1,3	1,0	1,0	0,69	1,0	1,0

В соответствии с формулой 5, стоимость заготовок, получаемых литьем по выплавляемым моделям, будет составлять:

$$S_{II} = \left(\frac{66000}{1000} \cdot 1,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,69 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (1,8 - 1,3) \cdot \frac{20000}{1000} = 71,97 \text{ (р.)}$$

Данные необходимые для расчета стоимости заготовок, полученных литьем в кокиль, представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Данные для расчета

Показатель	$C, \text{ р.}$	$S_{\text{отх}}, \text{ р.}$	$Q, \text{ кг}$	$q, \text{ кг}$	k_T	k_C	k_B	k_M	k_{II}
Числовое значение	66000	20000	1,7	1,3	1,0	0,94	0,69	1	1,0

В соответствии с формулой 5, стоимость заготовок, получаемых литьем кокиль, будет составлять:

$$S_{\text{ВМ}} = \left(\frac{66000}{1000} \cdot 1,7 \cdot 1 \cdot 0,94 \cdot 0,69 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (1,7 - 1,3) \frac{20000}{1000} = 64,77 \text{ (р.)}$$

На основании проведенных расчетов следует, что наиболее рациональным способом получения заготовки для корпуса является литье в кокиль, так как оно обеспечивает меньшую технологическую себестоимость детали.

Литье в кокиль применяется в основном для получения фасонных отливок из цинковых, алюминиевых, магниевых и латунных сплавов. Способ считается целесообразным при партии 1000 и более деталей. Производительность метода до 1000 деталей в час. Можно получить отливки массой до 100 кг. с минимальной толщиной стенок 0,5 мм.; точность 11...12-го квалитетов по СТ СЭВ 144-75, параметр шероховатости поверхности до Ra=0,63 мкм.[8].

На основании справочных данных для корпуса значения припусков и допусков представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Значения припусков и допусков

Номинальный размер детали, мм	Квалитет	Число предварительных обтачиваний	Допуск на размеры отливки, мм	Припуск на механическую обработку (на сторону), мм	Коробление отливки, мм	Суммарный припуск на размер, мм	Номинальный размер отливки, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
Наружные поверхности							
90	9	3	3,5	3,6	0,10	7,2	97,2
24	9	3	2,1	3,6	0,07	5,77	29,77
15	9	3	2,5	3,6	0,05	6,15	21,15
Внутренние поверхности							
Ø25	9	2	2,1	3,6	0,07	5,77	Ø 14,23
Ø36	9	2	2,5	3,6	0,05	6,15	Ø 29,85

Окончание таблицы 5

1	2	3	3	4	5	6	7
Ø40Н9	9	3	2,5	3,8	0,05	6,35	Ø 33,65
Ø74	9	2	3,0	3,6	0,05	6,65	Ø 67,35
Ø40	9	2	2,5	3,6	0,05	6,15	Ø 33,85
Ø32Н9	9	3	2,5	3,8	0,05	6,35	Ø 25,65
Ø40	9	2	2,5	2,7	0,05	5,25	Ø 34,75
Ø46	9	2	2,5	3,6	0,05	6,15	Ø 39,85

2.3. Выбор технологических баз

Процесс базирования заготовки заключается в её ориентации и последующем жёстком закреплении в координатной системе станка или приспособления в требуемом положении, необходимом для выполнения операции обработки или сборки.

Для повышения точности обработки детали необходимо учитывать принцип совмещения баз, т.е. конструкторская, технологическая и измерительная базы должны совпадать. Если базы выбраны правильно, то требуемая точность изготовления детали будет обеспечена. В зависимости от числа идеальных опорных точек, с которыми база находится в контакте, или в зависимости от числа отнимаемых степеней свободы различают установочную базу, находящуюся в контакте с тремя опорными точками; направляющую базу, находящуюся в контакте с двумя опорными точками; упорную базу, имеющую контакт с одной опорной точкой.

Каждая из перечисленных баз определяет положение заготовки относительно одной из плоскостей системы координат в направлении, перпендикулярном к этой базе, т.е. в направлении одной из координатных осей. Очевидно, что для полной ориентировки заготовки в приспособлении необходимо использовать комплект из всех трёх баз.

Также при выборе баз необходимо учитывать дополнительные условия: удобство установки и снятия заготовки, надежность закрепления заготовки в

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум. №	Подпись	Дата		

выбранных местах приложения сил зажима, возможность подвода режущих инструментов с разных сторон заготовки и др. Для установки заготовки на первой операции используют необработанные поверхности, так называемые черновые базы.

Базовые поверхности по маршруту обработки корпуса представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Базирование по маршруту обработки

№ операции	Название операции	Базовые поверхности
005	Заготовительная	-
010	Вертикально-фрезерная	Верхняя и нижняя поверхности
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Верхняя, нижняя и внутренние поверхности
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Верхняя поверхность и два отверстия

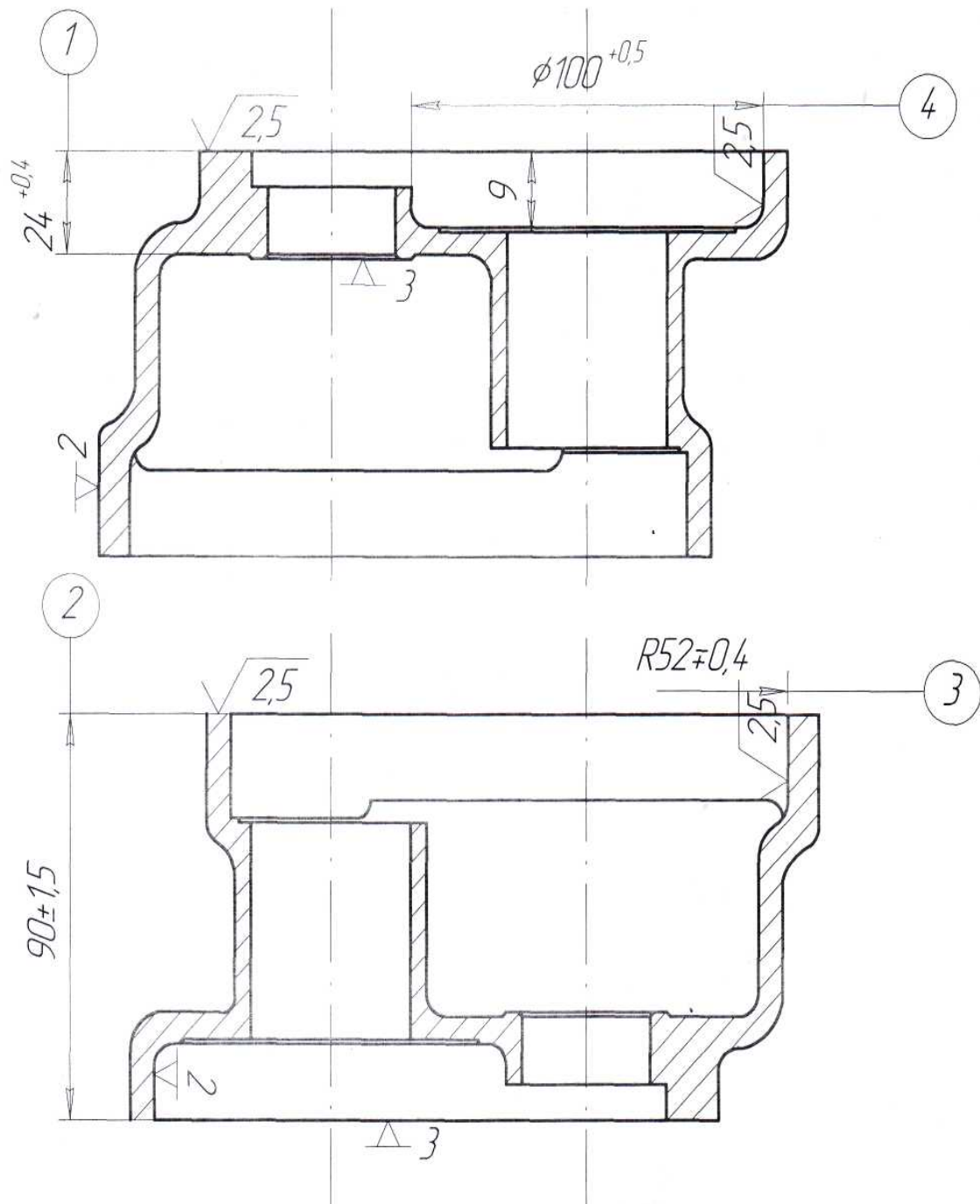


Рисунок 2-Схема базирования на 010 операции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

19

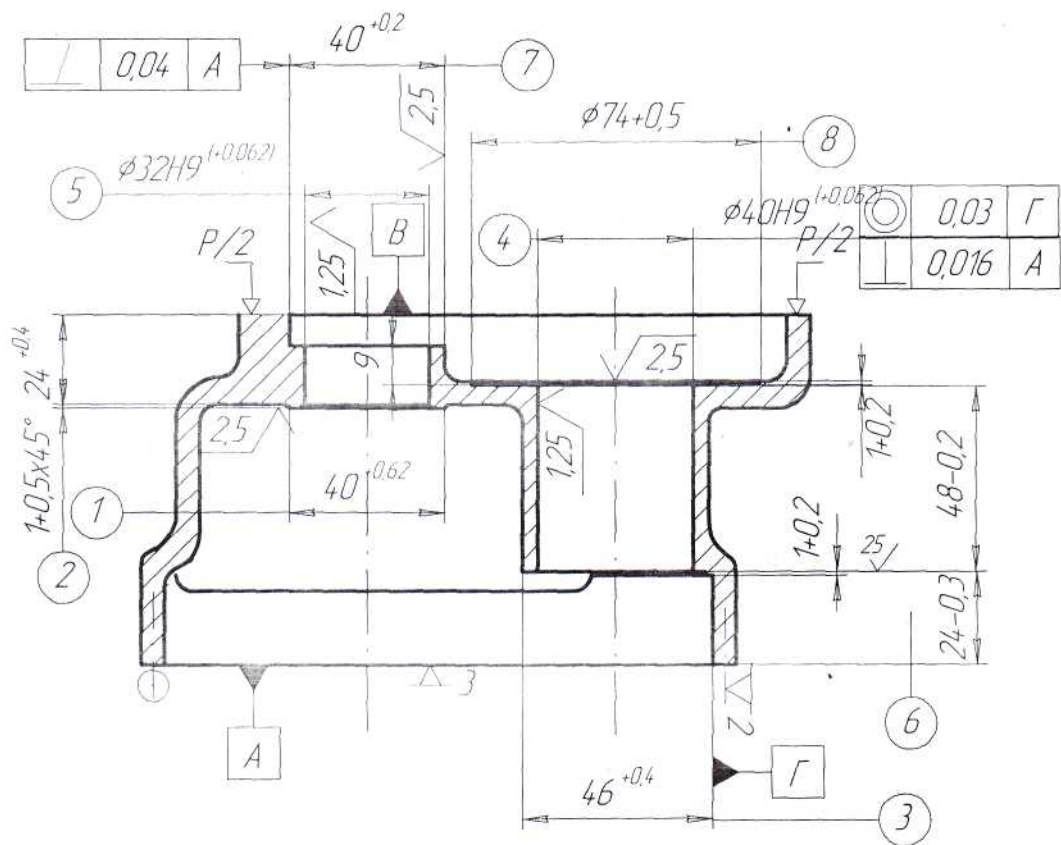


Рисунок 3-Схема базирования на 015 операции

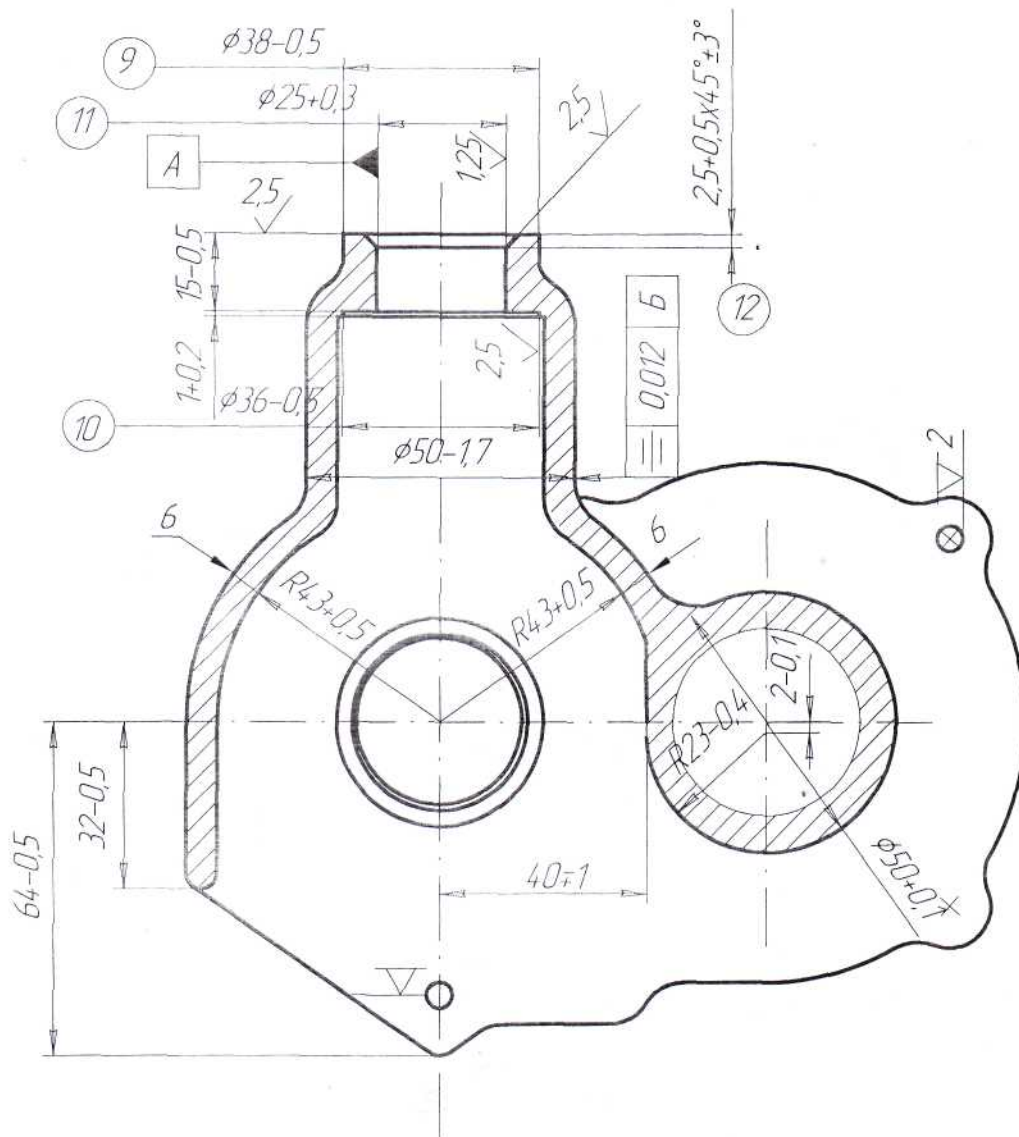


Рисунок 4-Схема базирования на 020 операции

2.4. Выбор оборудования

Выбор оборудования является важным шагом на пути создания ТП. При выборе нужно обязательно учитывать полученные значения режимов резания, возможность оборудования обеспечить данные режимы (число оборотов шпинделя, подачу), мощность привода. Необходимо учесть так размеры обрабатываемой детали, возможность доступа инструмента к обрабатываемой поверхности. Большое значение имеет точность и жесткость оборудования. Выбор модели станка прежде всего определяется его возможностью обеспечить

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

21

точность размеров и формы, а также качество поверхности изготовления детали. Также следует учитывать соответствие станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки, соответствие станка по производительности заданному масштабу производства, соответствие станка по мощности, наименьшая себестоимость обработки. После сравнения станков на функциональное назначение, технические и рабочие характеристики с теми характеристиками и показателями, которые необходимо получить в результате обработки корпуса, был сделан выбор станочного оборудования. Данные по выбору оборудования представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Оборудование по маршруту обработки

№ операции	Название операции	Оборудование
010	Вертикально-фрезерная	Вертикально-фрезерный станок FSS350R
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	LINEARMILL 600
020	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	LINEARMILL 600

Вертикальный консольно-фрезерный станок модели FSS350R (аналог станка 6Т12) предназначен для фрезерования всевозможных деталей из стали, чугуна и цветных металлов торцевыми, концевыми, цилиндрическими, радиусными и другими фрезами. На станках можно обрабатывать вертикальные, горизонтальные и наклонные плоскости, пазы, углы, рамки, зубчатые колеса. Технические характеристики станка FSS350R.



Рисунок 5-Станок FSS350R

Технические характеристики станка FSS350R

Рабочая поверхность стола, мм 315 x 1250

Количество пазов для зажима 4

Нагрузка на стол, кг 1000

Продольное перемещение стола , мм 850

Поперечное перемещение крестового суппорта, мм 270

Вертикальное перемещение консоли, мм 355

Мощность главного привода, кВт 5.5

Макс. крутящий момент на шпинделе, Нм 1850

Конус инструмента ISO-50

Диаметр переднего подшипника, мм 100

Максимальный диаметр фрезерной головки, мм 250

Перемещение пиноли, мм 90

Угол поворота в обе стороны , град. 45

Количество подач 18

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

23

Знаменатель геометрической прогрессии 1.25

Диапазон частот вращения, об/мин 28...1400

Продольные и поперечные подачи, мм/мин 16 ... 800

Вертикальные подачи, мм/мин 5 ... 250

Приводная мощность, кВт 1.5

Ускоренный ход, вдоль и поперек, мм/мин 3150

Ускоренный ход по вертикали, мм/мин 1000

Скорость подачи СОЖ, л/мин 10

Общая потребляемая мощность, кВт 8.0

Масса нетто, кг 3150

Габаритные размеры, мм 2600x2100x2335

Фрезерный обрабатывающий центр LINEARMILL 600 может быть предложен в 3, 4 или 5-осевом исполнении. Обладает мощным мотор-шпинделем, со скоростью вращения до 10 000 об/мин. Круглый стол и ось В оснащены высокомоментными приводами. Скорость перемещения по осям составляет 50 м/мин. Конструкция шпинделя станка выполнена по схеме "коробка в коробке", что обеспечивает более высокую жесткость станка и более высокую точность обработки. Дополнительно перемещение по оси Z осуществляется с помощью 2 независимых ШВП. Станок имеет современную систему ЧПУ Heidenhain iTNC530

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 6- Фрезерный обрабатывающий центр LINEARMILL 600

Таблица 8-Технические характеристики станка

Параметр	Значение
Перемещение по оси X (мм)	2000
Перемещение по оси Y (мм)	800
Перемещение по оси Z (мм)	750
Поворот по оси B (°)	± 100
Поворот по оси C (°)	n x 360
СТОЛ	
Рабочая поверхность стола (мм)	600 x 600
Макс. нагрузка стола (кг)	2000
ШПИНДЕЛЬ	
Мощность шпинделя (кВт)	35
Частота вращения (об/мин)	10000
Крутящий момент (Нм)	135
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА	
Емкость инструментального магазина	30

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

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

25

Окончание таблицы 8

1	2
Время смены инструмента (с)	2
ГАБАРИТЫ И МАССА СТАНКА	
Длина x Ширина x Высота (мм)	4185 x 2110 x 2010
Масса станка (кг)	9000

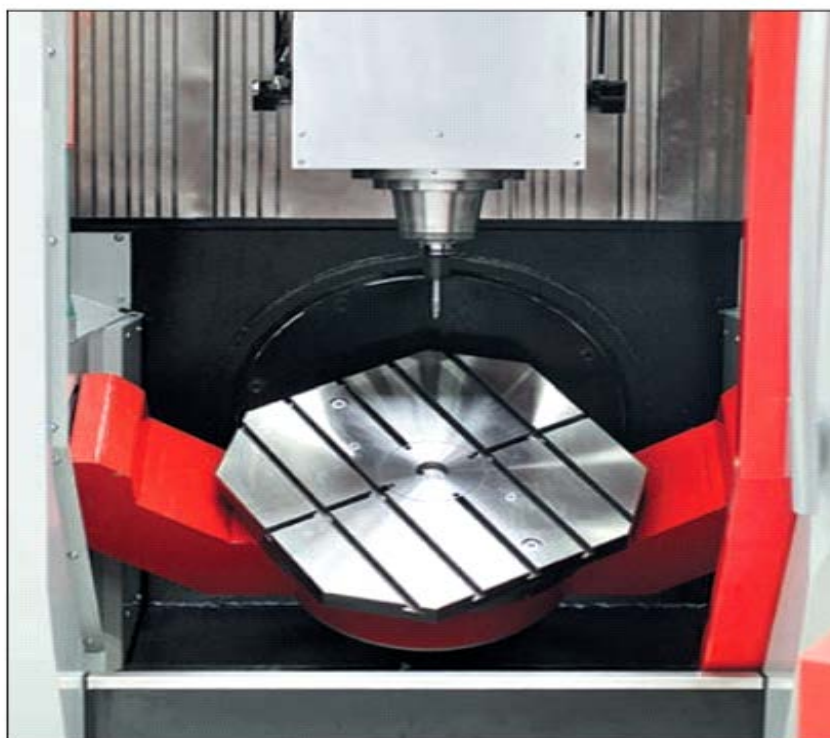


Рисунок 7-Рабочая зона станка

2.5. Выбор режущего и мерительного инструмента по операциям

010 Вертикально-фрезерная

На операции фрезеруются торцы детали с переустановкой.

Режущий инструмент:

Фреза торцевая пластина CNMM 1204 12-PR GC4025(Сплав)

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ II-250-0,05, штангенглубиномер ШГ-250-0,05.

015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

На операции растачивается отверстие 32Н9, 40Н9, расточить выточку 74 мм, точить пов. диаметром 40 мм, сверлить 6 отверстий диаметром 5 мм, нарезать, нарезать резьбу М6 в 6 отв.

Режущий инструмент:

а) Расточная оправка Coromant Capto® C4-PCLNR-22110-12

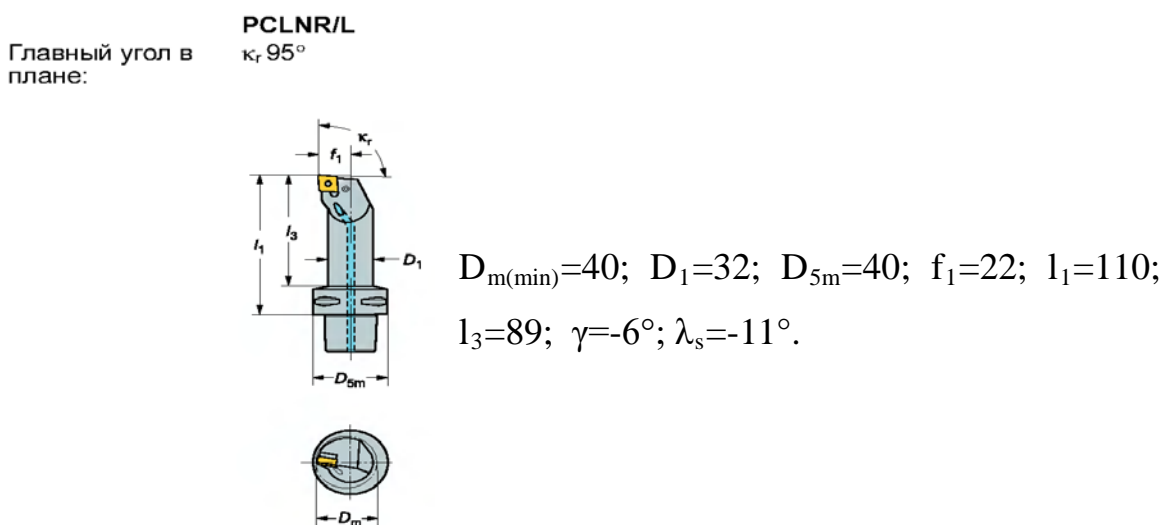


Рисунок 8 - Расточная оправка

б) Расточная оправка Coromant Capto® C4-PDUNR-17090-11

Пластина DNMG 11 04 04-PF GC4215(Сплав)

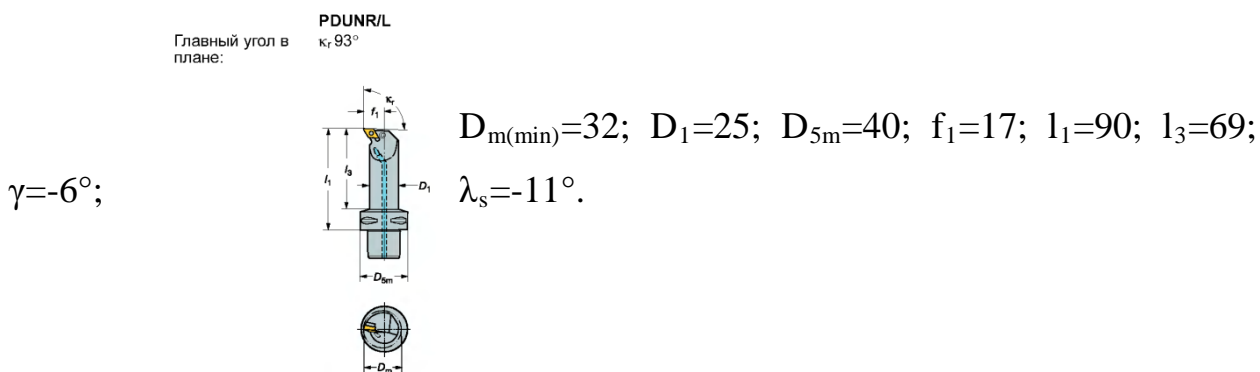


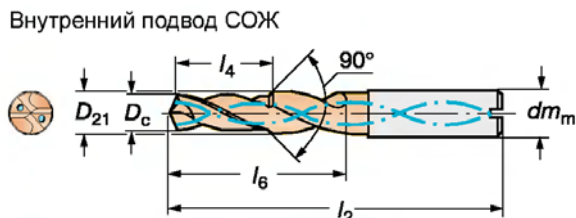
Рисунок 9 - Расточная оправка

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

а) Сверло для обработки фасок и отверстий под резьбу CoroDrill®
Delta-C $\varnothing 5$ с цилиндрическим хвостовиком R841-0500-30-A1A GC1220
(Сплав)

Диаметр сверла: 3.35 – 17.50 мм
 Мах глубина сверления: 2 - 3 x D_c
 Покрытие: TiN/TiAlN многослойное

Точность отверстия: IT8-9
 Чистота поверхности: R_a 1 – 2 μ m
 СОЖ: Эмульсия или масло
 Стандартное исполнение: DIN 6537
 Допуски: $dm_m = h6$
 $D_c = m8$:
 D_c 3.35-5.55 +0.022/+0.004
 D_c 6.60-9.30 +0.028/+0.006
 D_c 10.25-17.50 +0.034/+0.007



l_4 = рекомендуемая глубина сверления

$dm_m=8$; $D_{21max}=6,8$; $l_2=79$; $l_4=18,9$; $l_6=28$

Рисунок 10 - Сверло для обработки фасок и отверстий под резьбу CoroDrill®
 Патрон A1B05-40 27 035 (SANDVIK Coromant);

Метчик М6 ГОСТ 4556-90

Цанга 393.14-20 100 (SANDVIK Coromant);

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ II-250-0.05, глубиномер инд. 0-100,

Пробка $\varnothing 32^{+0,2}$ ПР 8140-5139, НЕ 8140-5140

Пробка $\varnothing 40^{+0,2}$ ПР 8140-5139, НЕ 8140-5140

020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

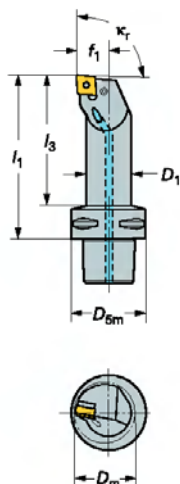
На операции растачивается отв. 25 мм, точится выточка 38 мм,
 точится фаска, 3x45, сверлятся 4 отв. 5 мм и нарезается резьба М6 в 4 отв.

Режущий инструмент:

в) Расточная оправка Coromant Capto® C4-PCLNR-22110-12

Главный угол в
плане:

PCLNR/L
 $\kappa_r 95^\circ$

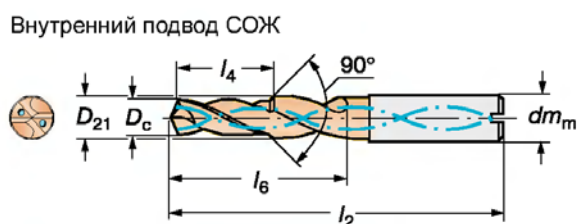


$D_{m(\min)}=23$; $D_1=25$; $D_{5m}=35$; $f_1=22$; $l_1=110$;
 $l_3=89$; $\gamma=-6^\circ$; $\lambda_s=-11^\circ$.

б) Сверло для обработки фасок и
отверстий под резьбу CoroDrill® Delta-C
Ø5 с цилиндрическим хвостовиком R841-
0500-30-A1A GC1220 (Сплав)

Рисунок 11 - Расточная оправка

Диаметр сверла: 3.35 – 17.50 мм
 Мах глубина сверления: 2 - 3 x D_c
 Покрытие: TiN/TiAlN многослойное
 Точность отверстия: IT8-9
 Чистота поверхности: $R_a 1 - 2 \mu m$
 СОЖ: Эмульсия или масло
 Стандартное исполнение: DIN 6537
 Допуски: $dm_m = h6$
 $D_c = m8$:
 $D_c 3.35-5.55 +0.022/+0.004$
 $D_c 6.60-9.30 +0.028/+0.006$
 $D_c 10.25-17.50 +0.034/+0.007$



l_4 = рекомендуемая глубина сверления

$dm_m=8$; $D_{21\max}=6,8$; $l_2=79$; $l_4=18,9$; $l_6=28$

Рисунок 12- Сверло для обработки фасок и отверстий под резьбу CoroDrill®.1

Патрон A1B05-40 27 035 (SANDVIK Coromant);

Метчик М6 ГОСТ 4556-90

Цанга 393.14-20 100 (SANDVIK Coromant);

Мерительный инструмент:

Штангенциркуль ШЦ II-250-0.05, глубиномер инд. 0-100,

Пробка $\varnothing 25^{+0,2}$ ПР 8140-5139, HE 8140-514

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

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

29

2.6. Расчет припусков на механическую обработку

Определим припуск на размер $\varnothing 40H9$. Заготовка – отливка

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое;

Таблица 9 - Расчет припусков на размер

Технологические переходы поверхности диам.	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, $2Z_{mi}$ мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение, припуск, мм	
	Rz	H	ρ	E				D_{mi}	D_{max}	$2Z_{mi}$	$2Z_{max}$
Заготовка	200	250	128	100		38.542	2.2	36.3	39.5		
Расточка предварительная	50	50	7,68	75	2x598	39.758	0.14	39.61	39.75	1.25	3.31
Расточка окончательная	20	20	5,12	40	2x141	40.040	0.040	40	40.040	0.29	0.39

Элементы припуска Rz и ρ определим по таблицам [2].

Произведем расчет пространственных отклонений по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (7)$$

где $\rho_{кор}$ – отклонение коробления, мкм;

$\rho_{см}$ - погрешность смещения осей, мкм.

Расчет: $\rho = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128$ мкм.

Определим остаточное пространственное отклонение

$$\rho_{\text{ост}} = k \times \rho, \quad (8)$$

где k – коэффициент уточнения форм

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \times 128 = 7,68 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 0,04 \times 128 = 5,12 \text{ мкм}.$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2});$$

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \times (200 + 250 + \sqrt{128^2 + 75^2}) = 2 \times 598 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{7,68^2 + 40^2}) = 2 \times 141 \text{ мкм}.$$

Для конечного перехода в графу расчетный размер запишем наибольший предельный размер по чертежу:

$$D_{p2} = 40,040 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = 40,040 - 0,282 = 39,758 \text{ мм};$$

$$D_{p \text{ заг}} = 39,758 - 1,196 = 38,562 \text{ мм}.$$

Запишем наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам округляя их уменьшением расчетных размеров:

$$D_{\text{max2}} = 40,040 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max1}} = 39,75 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max заг}} = 38,5 \text{ мм}.$$

Определим наименьшие предельные размеры:

$$D_{\text{мин1}} = 39,75 - 0,14 = 39,61 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мин2}} = 40,040 - 0,040 = 40 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max заг}} = 36,5 - 2,2 = 36,3 \text{ мм}.$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$2Z_{\max 1} = D_{\max 1} - D_{\max \text{ заг.}} = 39.75 - 35.5 = 1.25 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2} = D_{\max 2} - D_{\max 1} = 40.040 - 38.75 = 0.29 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1} = D_{\min 1} - D_{\min \text{ заг.}} = 39.61 - 36.3 = 3.31 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2} = D_{\min 2} - D_{\min 1} = 40 - 39.61 = 0.39 \text{ мм}.$$

Определим общие припуски:

$$Z_{o \max} = 1.54 \text{ мм};$$

$$Z_{o \min} = 3.7 \text{ мм}.$$

Произведем проверку расчетов:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$3.7 - 1.54 = 2.2 - 0.04$$

$$2.16 \text{ мм} = 2.16 \text{ мм}$$

Для остальных поверхностей определим припуски по таблицам [1].

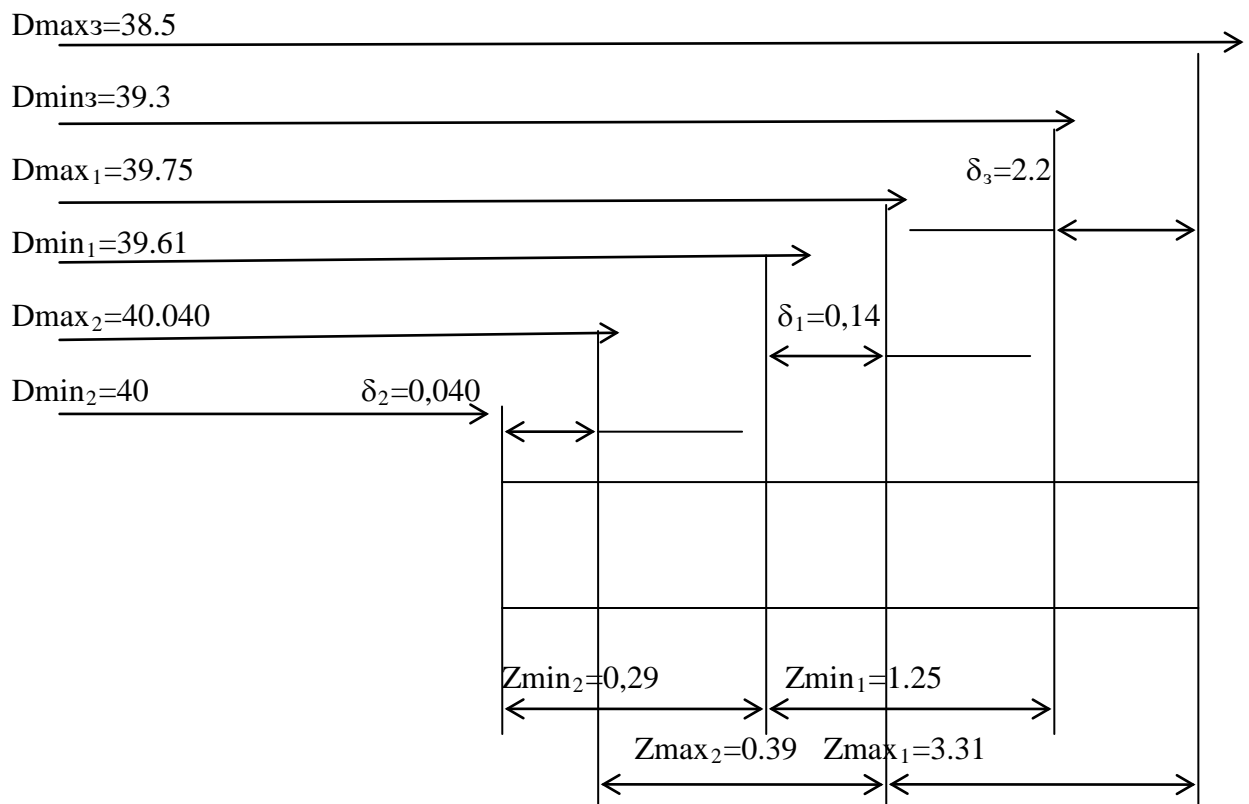


Рисунок 13- Схема полей допусков и припусков для каждого перехода

Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали припуски назначим по [3, с. 184-189, табл. 27 и 28], а результаты занесем в таблицу 10.

Таблица 10 - Припуски на обработку

Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер	Отклонения
Фрезерование черновое	1	2,5	20,5	+0 -0,84
	2	2,5	8,0	+0,2 -0,2
	5	3,5	550	+0 -1,75
	6	3,5	550	+0 -1,75
Фрезерование чистовое	1	0,5	20	+0 -0,52
Растачивание черновое	3	2,1	159,4	+0,4 0
1	2	3	4	5
	4	2,1	214,4	+0,4 6 -0
Растачивание чистовое	3	0,18	159,76	+0,1 0 -0
	4	0,18	214,76	+0,1 15 -0
Технологические переходы	Поверхность	Припуск	Размер	Отклонения

2.7. Выбор режимов резания

Выбор режимов резания произведем по каталогу «Металлорежущий инструмент SANDVIK Coromant». Режимы принимаются в зависимости от принятого инструмента.

Таблица 11 - Элементы режима резания по операциям

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 010 Вертикально-фрезерная Позиция 1 Фрезеровать плоскость торца	2,5	0,58	350	274,8
Операция 015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Позиция 1 Расточить отверстие 32 предварительно Позиция 2 Расточить отв.32Н9 начисто Позиция 3 Расточить отв.40 предварительно Позиция 4 Расточить отв.40 окончательно Позиция 5 Расточить выточку 74 мм Позиция 6	2 0.2 2 0.2 2	0.6 0.25 0.6 0.25 0.6	600 900 600 900 600	280 98 280 98 300
Точить пов 40 мм Позиция 7 Сверлить отв 5 мм Позиция 8 Нарезать резьбу М6 в 6 отв	2 2.5 1	0.6 0.2 1	500 800 120	101 98.5 10.9
Операция 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Позиция 1 Расточить отверстие 25 мм Позиция 2 Точить пов 36 мм Позиция 7 Сверлить отв 5 мм Позиция 8 Нарезать резьбу М6 в 6 отв	2 2 2.5 1	0.6 0.6 0.2 1	600 600 800 120	280 280 98.5 10.9

2.8. Расчет норм времени

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

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

Определение норм времени

Расчет времени произведен для 010

Определим штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/n \quad (9)$$

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{от} + T_{об}, \quad (10)$$

где T_o -основное время

T_v вспомогательное время

$T_{от}$ -время на отдых и личные потребности

$T_{обс}$ -время на обслуживание рабочего места

$$T_o = Lx_i/S_m, \quad (11)$$

где L -длина обработки

i -число проходов

$$T_o = 3.7 \text{ мин}$$

$$T_v = T_y + T_{пер} + \sum T_{пер} + T_{из} \quad (12)$$

где T_y -время на установку детали

$T_{пер}$ -время связанное с переходом

$\sum T_{пер}$ -время не вошедшее в комплекс

$T_{из}$ -время на измерение детали

$$T_v = 2.15$$

Определим оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_v = 3.7 + 2.15 = 5.85 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 5.75$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 25$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 5.95$ мин.

Операция 015. Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$T_0 = 1.37$ мин.

- время на установку $t_{уст} = 0,3$ мин.
- время, связанное с переходом $t_{пер} = 0,8$ мин.
- время, не вошедшее в комплекс $\sum t'_{пер} = 0,7$ мин.
- время на измерение $t_{изм} = 0,4$ мин.

$T_B = 2,2$ мин.

Оперативное время $T_{оп} = 3,57$ мин.

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 3,85$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 24$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 3.79$ мин.

Операция 020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

$T_0 = 11.37$ мин.

- время на установку $t_{уст} = 0,3$ мин.
- время, связанное с переходом $t_{пер} = 0,8$ мин.
- время, не вошедшее в комплекс $\sum t'_{пер} = 0,7$ мин.
- время на измерение $t_{изм} = 0,4$ мин.

$T_B = 6,4$ мин.

Оперативное время $T_{оп} = 17.77$ мин.

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 18.8$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 25$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 19.2$ мин.

Таблица 12-Нормы времени

Операция	t_0	$t_{в}$	$t_{оп}$	$t_{пз}$	$t_{шт-к}$
010 Вертикально-фрезерная	3.7	2.15	5.85	25	5.95
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	1.37	2.2	3.57	24	3.79
020 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	11.37	6.4	17.77	25	19.2

3. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ

При изготовлении детали необходимо выполнить требования точности взаимного расположения поверхностей.

На чертеже детали указаны требования к точности взаимного расположения поверхностей. Это неперпендикулярность поверхностей 9 и 1. Не перпендикулярность должна быть не более 0,16 мм.

Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении - отклонение угла между проекцией оси поверхности вращения (прямой) на плоскость заданного направления (перпендикулярную базовой плоскости) и базовой плоскостью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах, на длине нормируемого участка (рис.14).

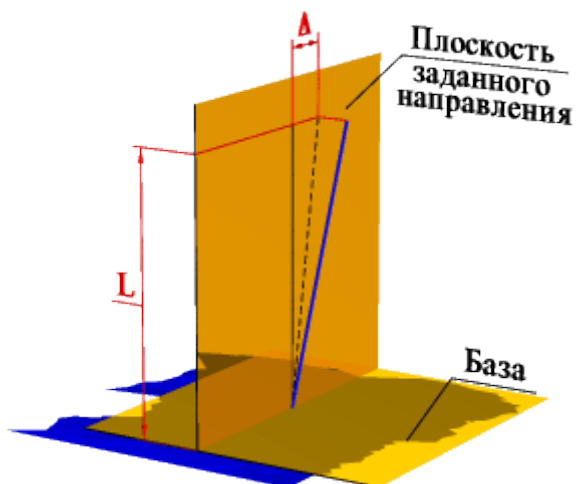


Рисунок 14- Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении

Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении - область на плоскости заданного направления, ограниченная двумя параллельными прямыми, отстоящими друг от друга на расстоянии равном допуску перпендикулярности T , и перпендикулярными к базовой плоскости (рис.15).

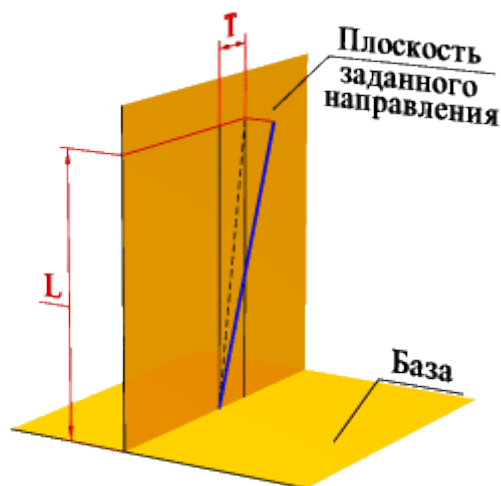


Рисунок 15- Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости в заданном направлении

Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости отклонение угла между осью поверхности вращения (прямой) и базовой плоскостью от прямого угла (90°), выраженное в линейных единицах Δ на длине нормируемого участка . Отклонение от перпендикулярности оси (прямой) относительно плоскости определяется в плоскости, перпендикулярной к базовой плоскости и проходящей через рассматриваемую ось (прямую). (рис.16).

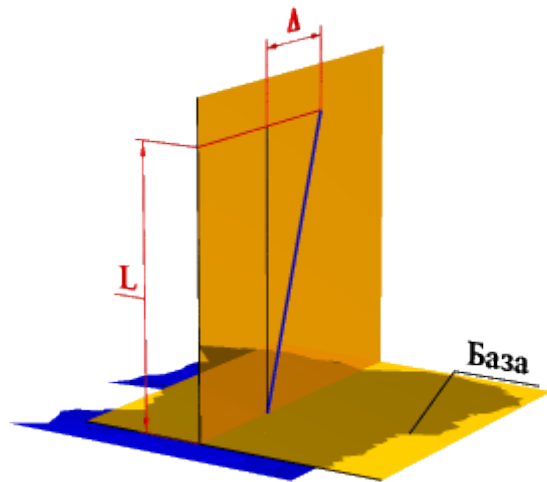


Рисунок 16- Отклонение от перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости

Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости, ограниченная цилиндром, диаметр которого равен допуску перпендикулярности T , а ось перпендикулярна базовой плоскости (рис.17).

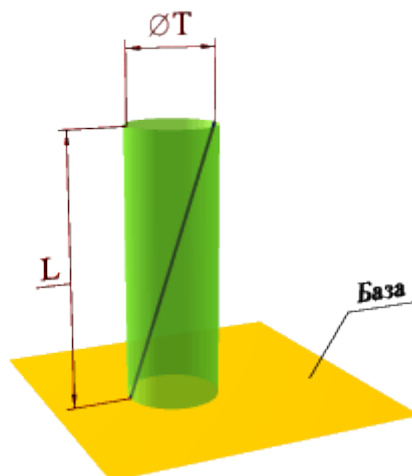


Рисунок 17- Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости, ограниченное цилиндром

Область в пространстве, ограниченная прямоугольным параллелепипедом, стороны сечения которого равны допускам перпендикулярности оси (прямой) в двух заданных взаимно перпендикулярных направлениях T_1 и T_2 , а боковые грани перпендикулярны базовой плоскости и плоскостям заданных направлений (рис.18) .

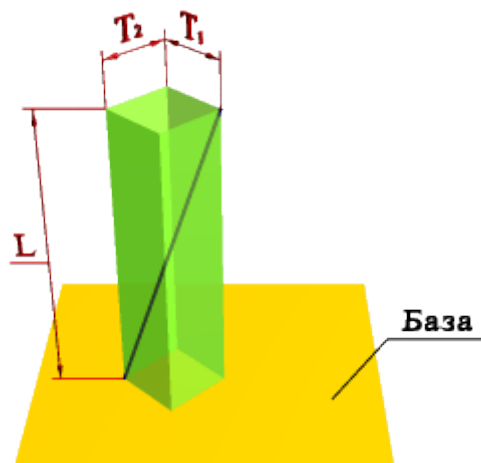


Рисунок 18- Поле допуска перпендикулярности оси (или прямой) относительно плоскости, ограниченное прямоугольным параллелепипедом

В этом пункте разработана схема контроля поверхностей 9 и 1. В этой схеме используется плита 1, прилегающая к поверхности и разжимная самоцентрирующаяся оправка 2, которая жестко связана с плитой и перпендикулярна ей. Неперпендикулярность плиты и оправки назначается в соответствии со справочной литературой и равна 0,04 мм. На оправку закреплен индикаторный узел 3, который может вращаться на ней. Между узлом и оправкой посадка с зазором H7/h6. Максимальный зазор между оправкой и индикаторным узлом составляет 0,027 мм. В индикаторном узле применяется индикатор многооборотный 1 МИС, ГОСТ 9696-75 с ценой деления 0,01 мм. Предельная погрешность измерения составляет 0,03 мм. Плита выполняется с не параллельностью ее плоскостей 0,002 мм.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

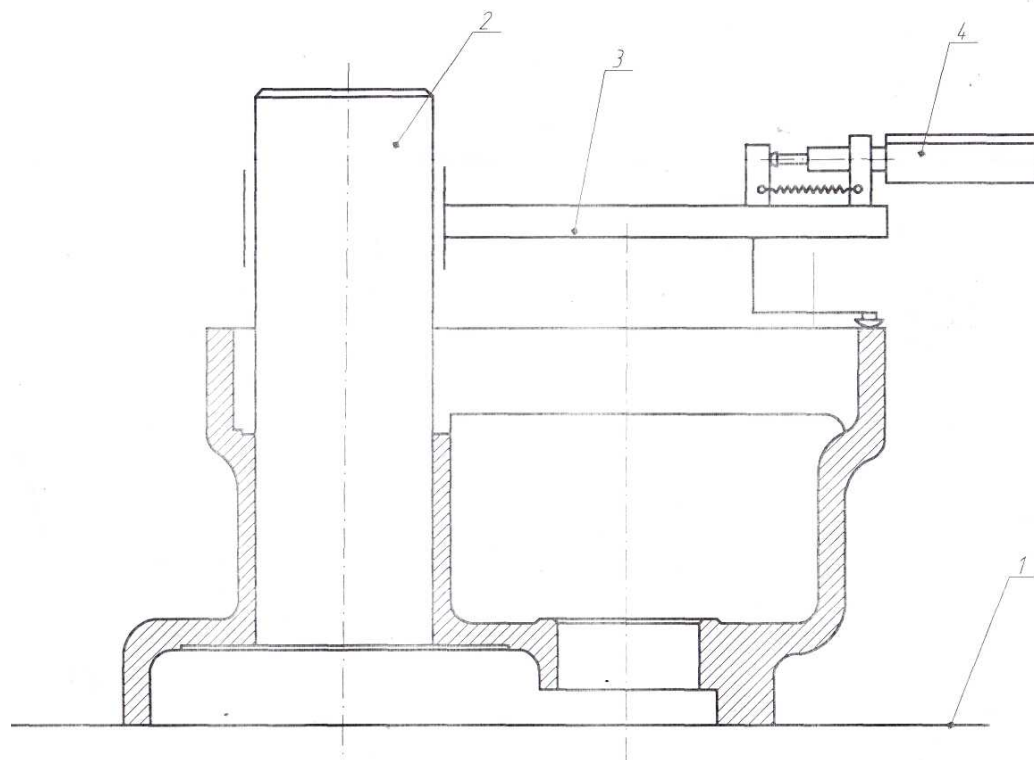


Рисунок 19 – Схема контроля

1-плита поверочная;

2-оправка;

3-индикаторный узел;

4-индикатор;

Для измерения используем 2ИГ

Индикаторная головка 2 ИГ приведена на рисунке 17.



Рисунок 20 - Индикаторная головка 2 ИГ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

42

Индикаторная головка 2 ИГ предназначена для точных относительных измерений линейных размеров и может применяться как в измерительной стойке, так и в различного рода контрольных и измерительных приборах и приспособлениях. Кинематическая цепь головки состоит из двух неравноплечих рычажных пар и одной зубчатой пары. Оси механизма установлены в корундовых подшипниках. Кинематическое замыкание механизма обеспечивается моментной пружиной-волоском.

Измерительный стержень выполнен из нержавеющей стали, имеет глубокое арретирование - его перемещение на 2мм превышает пределы измерения. Точная установка головки на нуль обеспечивается специальным винтом с, пределами регулирования не менее 10 делений шкалы, при этом погрешность показаний головки не меняется, так как точная установка осуществляется за счет поворота всего механизма головки относительно корпуса. Головка имеет высокую износоустойчивость благодаря армированию контактных поверхностей механизма твердым сплавом и разгрузки механизма от измерительного усилия. Малое колебание измерительного усилия позволяет применять головки в нежестких стойках и кронштейнах. Головка снабжена арретиром и переставными указателями пределов поля допуска. Сферическая измерительная поверхность наконечника выполнена из корунда. По заказу могут поставляться наконечники с плоской измерительной поверхностью диаметром 3 мм. Крепление головки производится с помощью втулки диаметром 8 мм или за ушко с задней стороны корпуса (головки с ушком изготавливаются по заказу). Устройство индикаторной головки 2 ИГ приведено на рисунке 21.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

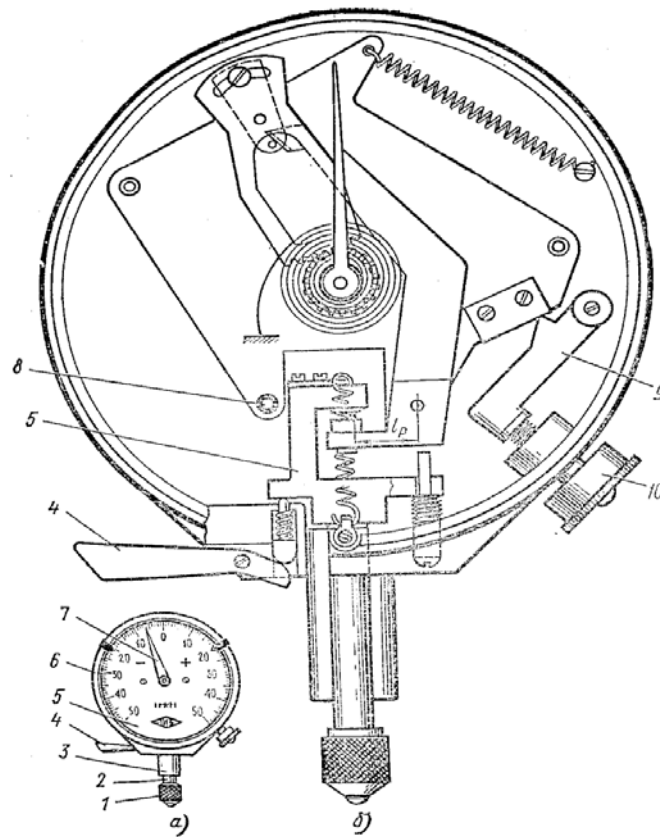


Рисунок 21- Устройство индикаторной головки 2 ИГ приведено на рисунке

а-общий вид, *б*-конструктивная схема

1-наконечник; 2-стержень; 3-гильза; 4-арретир; 5-скоба; 6-корпус; 7-стрелка; 8-ось поворота; 9-рычаг; 10-винт.

Таблица 13– Технические характеристики 2ИГ

Характеристика	Значение
Цена деления, мкм	2
Пределы измерения, мм	$\pm 0,1$
Допускаемая погрешность показаний при проверке от нуля, мкм:	-
на участке ± 30 делений	$\pm 0,8$
на участке свыше ± 30 делений	$\pm 1,2$
Вариация показаний, мкм	0,4
Измерительное усилие, гс(н)	$100 \pm 30(1 \pm 0,3)$
Габаритные размеры, мм	60x95x20
Масса, кг	0,090

Описание методики измерения

- Базирование детали

Измеряемая деталь устанавливается базовой поверхностью на поверочную

Плиту.

- Подготовка к измерению.
- Протереть чистой тканью измеряемую поверхность детали .
- Установить индикатор в присоединительное отверстие кронштейна штатива и закрепить его винтом через ушко.
- Порядок измерения отклонения от перпендикулярности.
- Произведем настройку приспособления
- Создаем натяг поворотом ободка в нуль.
- Устанавливаем натяг на высоте ИИ не меньше чем допуск .
- Перемещаем приспособление 3 с индикатором к измеряемой плоскости.
- Зафиксированное отклонение стрелки будет является отклонением от перпендикулярности.
- Вновь отводим приспособление для установки на нуль. Подводим к измеряемой детали.
- Повторяют стиль измерение три раза.
- Подсчитать среднее значение показаний для всех точек записать их в отчетный бланк, подсчитать их среднюю величину и записать ее в бланк как измеренное значение величины отклонения от перпендикулярности.
- Сделать вывод о годности детали, сравнив найденную величину с допускаемой, заданной по чертежу.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

4.1. Программирование в системе ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530

Обработка ведется на вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ, который предназначен в первую очередь для современных технологий высокоскоростной обработки. Обрабатывающий центр оснащен системой ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530.

Система управления iTNC 530 фирмы HEIDENHAIN предназначена для работы на фрезерных и сверлильных станках, а также на обрабатывающих центрах. iTNC 530 способна управлять 13 осями и шпинделем. Время обработки кадра 0,5 мс. В качестве памяти программ применяют жесткий диск. Память включает в себя встроенный блок управления цифровыми приводами. В итоге достигается высокоточное изготовление контура заготовки при обработке на больших скоростях подачи. В двухпроцессорной версии система iTNC 530 дополнительно содержит операционную систему Windows XP в качестве интерфейса пользователя и можно применять стандартные прикладные программы Windows.

С помощью блока управления цифровыми приводами iTNC 530 можно использовать наивысшие скорости обработки и не терять при этом высокой точности контура, процесс возможен за счет применения специальных способов регулирования.

Контур регулирования iTNC 530 работает оперативно и внимательно. Как и другие системы контурного управления типа TNC фирмы HEIDENHAIN, у системы iTNC 530 есть контур скоростного регулирования, т.е. при обработке заготовки происходит минимальное, в несколько микрометров, запаздывание. Точность контура стала еще лучше с появлением встроенных блоков управления цифровыми приводами – это случилось благодаря цифровой технике управления и предварительному

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

регулированию ускорения, с другой стороны. Таким образом, достигается высокая динамика станка при почти нулевых расстояниях запаздывания. Преимущество: существенное повышение точности формы заготовки, в особенности при фрезеровании маленьких радиусов с большой скоростью.

Большие скорости резания требуют больших оборотов шпинделя. iTNC 530 осуществляет цифровое регулирование до 40 000 об/мин.

Обработка 2D- контуров или 3D- форм на больших подачах

Для обработки контуров iTNC 530 предоставляет следующие важные функции :

- Ограничение и сглаживание толчков обеспечивает плавное ускорение и оптимальное движение при подводе, по контуру и на углах.

- Даже при отработке длинных программ с жесткого диска время обработки кадра iTNC не превышает 0,5 мс. Это значит, что с помощью iTNC можно фрезеровать даже контуры, аппроксимированные отрезками прямых длиной 0,1 мм, со скоростью подачи до 12 м/мин.

- iTNC обрабатывает вперед до 1 024 кадров программы и обеспечивает, таким образом , постоянную скорость по контуру , даже в случаях с большим количеством коротких участков перемещения .

- iTNC может автоматически сглаживать неровности на переходных элементах контура – предел допуска для сглаживания определяет оператор. iTNC фрезерует гладкие поверхности и выдерживает при этом размеры контура.

Так как при пятиосевой обработке проблемно предвидеть движения по осям, а скорости перемещения NC- осей постоянно растут, то контроль столкновений выступает очень полезной функцией, которая упрощает работу оператора и оберегает станок от повреждений . iTNC 530 циклически контролирует рабочее пространство станка на возможные столкновения его компонентов. Производитель станка определяет эти компоненты в качестве возможных объектов столкновения, а пользователь задает положение

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

зажимных приспособлений в рабочем пространстве. Перед возможным столкновением компонентов станка система своевременно сообщает об ошибке. В этом случае оператор имеет возможность снова свободно перемещать оси.

Адаптивное управление подачей AFC (Adaptive Feed Control) – это полностью интегрированное адаптивное управление подачей в iTNC 530. Оно автоматически управляет подачей ЧПУ в зависимости от соответствующей мощности шпинделя и прочих характеристик процесса, но независимо от NC- программы.

Цикл программирования центровки отверстий.

Ход цикла

1 Система ЧПУ перемещает инструмент на ускоренном ходу FMAX на заданном безопасном расстоянии над поверхностью заготовки по оси шпинделя

2 Инструмент с заданной подачей F позиционируется на заданный диаметр центровки или на заданную глубину центровки

3 Инструмент задерживается на дне центровки, если это определено

4 Затем инструмент перемещается с FMAX на безопасное расстояние или, если было задано, на 2-е безопасное расстояние

Параметры цикла

Безопасное расстояние Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки; введите положительное значение. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через PREDEF

Глубина Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия (вершина конуса отверстия). Диапазон ввода от -99999,9999 до 99999,9999

Подача на врезание Q206: скорость передвижения инструмента при сверлении в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через FAUTO, FU Глубина врезания Q202 (в инкрементах): величина, на которую каждый

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

раз врезается инструмент.

Диапазон ввода от 0 до 99999,9999. Параметр Глубина не обязательно должен быть кратен параметру Глубина врезания. Система ЧПУ производит перемещение на глубину за один рабочий ход, если: параметры Глубина врезания и Глубина равны значению параметра Глубина врезания больше значения параметра Глубина.

Время выдержки вверху Q210: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на безопасном расстоянии, после того как ЧПУ выводит его из высверленного отверстия для того, чтобы удалить стружку. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через PREDEF.

Коорд. поверхности заготовки Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки Диапазон ввода -от 99999,9999 до 99999,9999

2-е безопасное расстояние Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через PREDEF.

Время выдержки внизу Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через PREDEF

Цикл программирования сверления отверстий.

Ход цикла

1 Инструмент на ускоренном ходу FMAX перемещается по оси шпинделя и позиционируется на заданной безопасной высоте над поверхностью заготовки.

2 Инструмент выполняет развертывание с заданной подачей F до запрограммированной глубины 3 Инструмент задерживается на дне просверленного отверстия, если это было задано.

4 Затем система ЧПУ возвращает инструмент со подачей F на безопасное расстояние и, если было задано, перемещает оттуда со подачей

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758 ПЗ				

FMAX на 2-е безопасное расстояние параметры цикла.

Безопасное расстояние Q200 (в инкрементах): расстояние от вершины инструмента до поверхности заготовки Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через PREDEF

Глубина Q201 (в инкрементах): расстояние от поверхности заготовки до дна отверстия. Диапазон ввода -от 99999,9999 до 99999,9999

Подача на врезание Q206: скорость передвижения инструмента при развертывании в мм/мин. Диапазон ввода от 0 до 99999,999 либо через FAUTO, FU

Время выдержки внизу Q211: время (в секундах), в течение которого инструмент остается на дне отверстия. Диапазон ввода от 0 до 3600,0000 или через PREDEF

Подача обратного хода Q208: скорость перемещения инструмента при выходе из отверстия в мм/мин. Если введено $Q208 = 0$, то инструмент перемещается со скоростью подачи развертывания. Диапазон ввода от 0 до 99999,999

Коорд. поверхности заготовки Q203 (абсолютная): координата поверхности заготовки. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999

2-е безопасное расстояние Q204 (в инкрементах): координата оси шпинделя, при которой столкновение инструмента и заготовки (зажимного приспособления) невозможно. Диапазон ввода от 0 до 99999,9999 или через PREDEF.

Процессы пятиосевой обработки — это всегда особые требования к позиционированию. При программировании перемещений наряду с другими критериями ЧПУ следует учитывать механические характеристики станины станка. При каждом изменении подачи (обусловлено принципом работы) возникает опасность возбуждения колебаний в станине станка, что может негативно сказаться на качестве поверхности обрабатываемой детали. Значительного уменьшения колебаний станка можно достичь путем

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

использования функции ограничения рывков при расчете траектории и дополнительного их сглаживания с помощью фильтров.

Для обеспечения высокого качества поверхности и оптимального времени обработки система управления HEIDENHAIN iTNC 530 («Хайденхайн») предлагает различные типы фильтров. С их помощью можно оптимизировать приводы подач.

Для высоких скоростей подачи был разработан HSC-фильтр («высокоскоростное резание»). Для уменьшения времени черновой обработки система iTNC 530, используя NC-цикл 32, позволяет рассчитывать траектории при высокой скорости подачи.

При использовании разных способов расчета траектории были получены существенные различия по времени обработки. Высокое качество поверхности за короткий отрезок времени обработки детали, изображенной слева, было получено при использовании HSC-фильтра системы управления iTNC 530. Оптимизация приводов подач также оказывает значительное влияние на качество результата процесса обработки.

Оптимизации качества детали, изготавливаемой на современных металлообрабатывающих станках, осуществляется благодаря использованию оптических датчиков обратной связи. Точность работы всей системы, термостабильность, высокие скорости перемещения, стойкость к загрязнениям и гибкость системы управления позволяют адаптировать станок к любым требованиям. Этому способствует использование абсолютных датчиков обратной связи фирмы HEIDENHAIN. Кроме того, в данной концепции измерений учтены и возможные в перспективе требования к точности и скорости выполнения работ.

4.2. Разработка фрагмента управляющей программы

Базовая точка – центр отверстия $\varnothing 100$ слева на оси симметрии:

$X=0, Y = 0, Z = 0$ – плоскость разъема (рисунок 22)

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

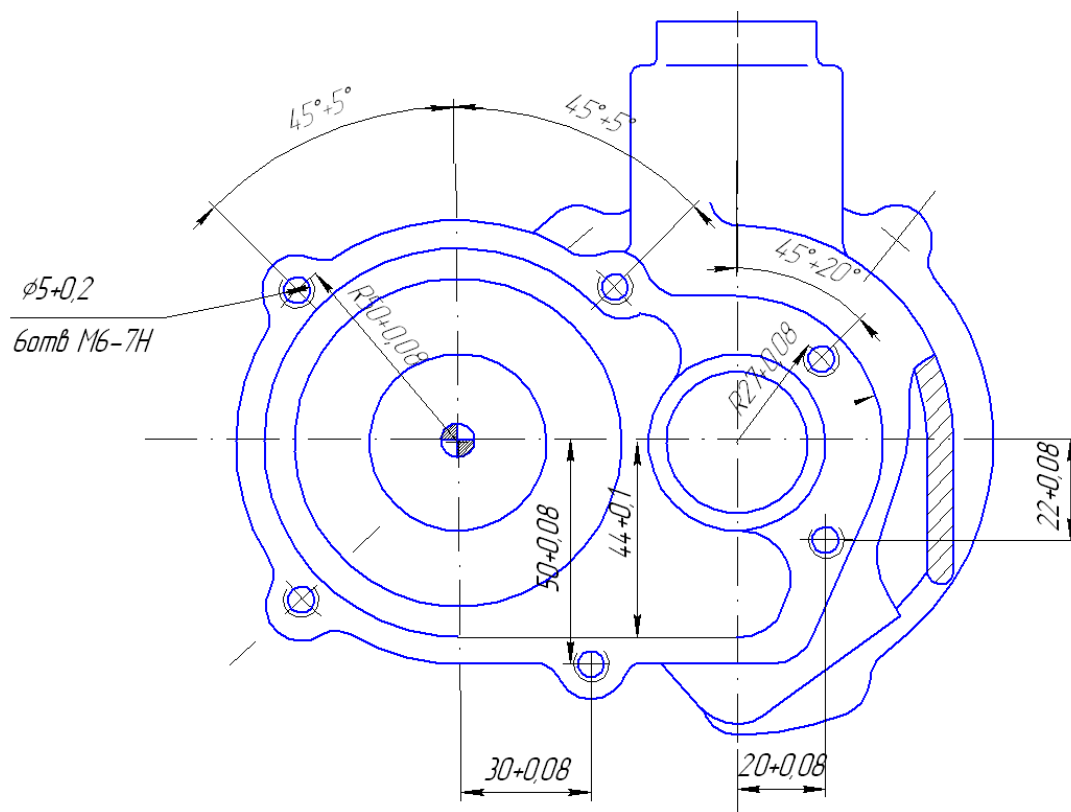


Рисунок 22– Расположение нулевой точки

Основные инструменты:

Торцевая фреза $\varnothing 90$ мм

Центровочное сверло $\varnothing 3$ мм

Спиральное сверло $\varnothing 5$ мм

Спиральное сверло $\varnothing 11$ мм

Метчик М6

Спиральное сверло $\varnothing 10$ мм

Спиральное сверло $\varnothing 25$ мм

Зенковка $\varnothing 30$ мм

Main program «Корпус»

TOOLS:

T 01 End mill D=90

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758 ПЗ					52

T 02 Centraldrill D=3 mm

T 03 Spiraldrill D=5 mm

T 04 Spiraldrill D=11 mm

T05 Tap regular M6

T06 Spiraldrill D= 10 mm

T07 Spiraldrill D= 25 mm

T08 Counterbore tool D=30 mm

Main program file

T 01 D1; (End mill D=90)

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X40 Y-100 Z0

G97 S1000 M3 M8

G1 X0 Y100 Z0 F70

G0 X-40 Y100 Z0

G1 X-40 Y-100 Z0 F70

G0 Z2 M9

M5

G0 Z100 X200 Y200

T 02 D1 (Centraldrill D=3 mm);

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S1200 M3 M8

G0 X25 Y25

G1 F120 Z-8

G0 Z2

G0 X25 Y-25

G1 F120 Z-8

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G0 Z2
G0 X-25 Y-25
G1 F120 Z-8
G0 Z2
G0 X30 Y-50
G1 F120 Z-8
G0 Z2
G0 X85 Y-22
G1 F120 Z-8
G0 Z2
G0 X85 Y18
G1 F120 Z-8
G0 Z2 M9
G0 Z100 X200 Y200

T 03 D1 (Spiraldrill D=5 mm);

M6
G17 G54 G90
G94 G0 X0 Y0 Z1
G97 S600 M3 M8
G0 X25 Y25
G1 F40 Z-25
G0 Z2
G0 X25 Y-25
G1 F40 Z-25
G0 Z2
G0 X-25 Y-25
G1 F40 Z-25
G0 Z2

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G0 X30 Y-50

G1 F40 Z-25

G0 Z2

G0 X85 Y-22

G1 F40 Z-25

G0 Z2

G0 X85 Y18

G1 F40 Z-25

G0 Z2 M9

G0 Z100 X200 Y200

T 04 D1 (Spiraldrill D=11 mm);

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S1200 M3 M8

G0 X25 Y25

G1 F120 Z-3

G0 Z2

G0 X25 Y-25

G1 F120 Z-3

G0 Z2

G0 X-25 Y-25

G1 F120 Z-3

G0 Z2

G0 X30 Y-50

G1 F120 Z-3

G0 Z2

G0 X85 Y-22

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G1 F120 Z-3

G0 Z2

G0 X85 Y18

G1 F120 Z-3

G0 Z2 M9

G0 Z100 X200 Y200

T 05 D1; (Tap regular M6)

M6

G17 G54 G90

G95 G0 X0 Y0 Z1

G97 S80 M3 M8

G0 X25 Y25

G1 F0,75 Z-30

G0 Z2

G0 X25 Y-25

G1 F0,75 Z-30

G0 Z2

G0 X-25 Y-25

G1 F0,75 Z-30

G0 Z2

G0 X30 Y-50

G1 F0,75 Z-30

G0 Z2

G0 X85 Y-22

G1 F0,75 Z-30

G0 Z2

G0 X85 Y18

G1 F0,75 Z-30

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G0 Z2 M9

G0 Z100 X200 Y200

Траектория движения режущего инструмента для обработки
отверстий 23

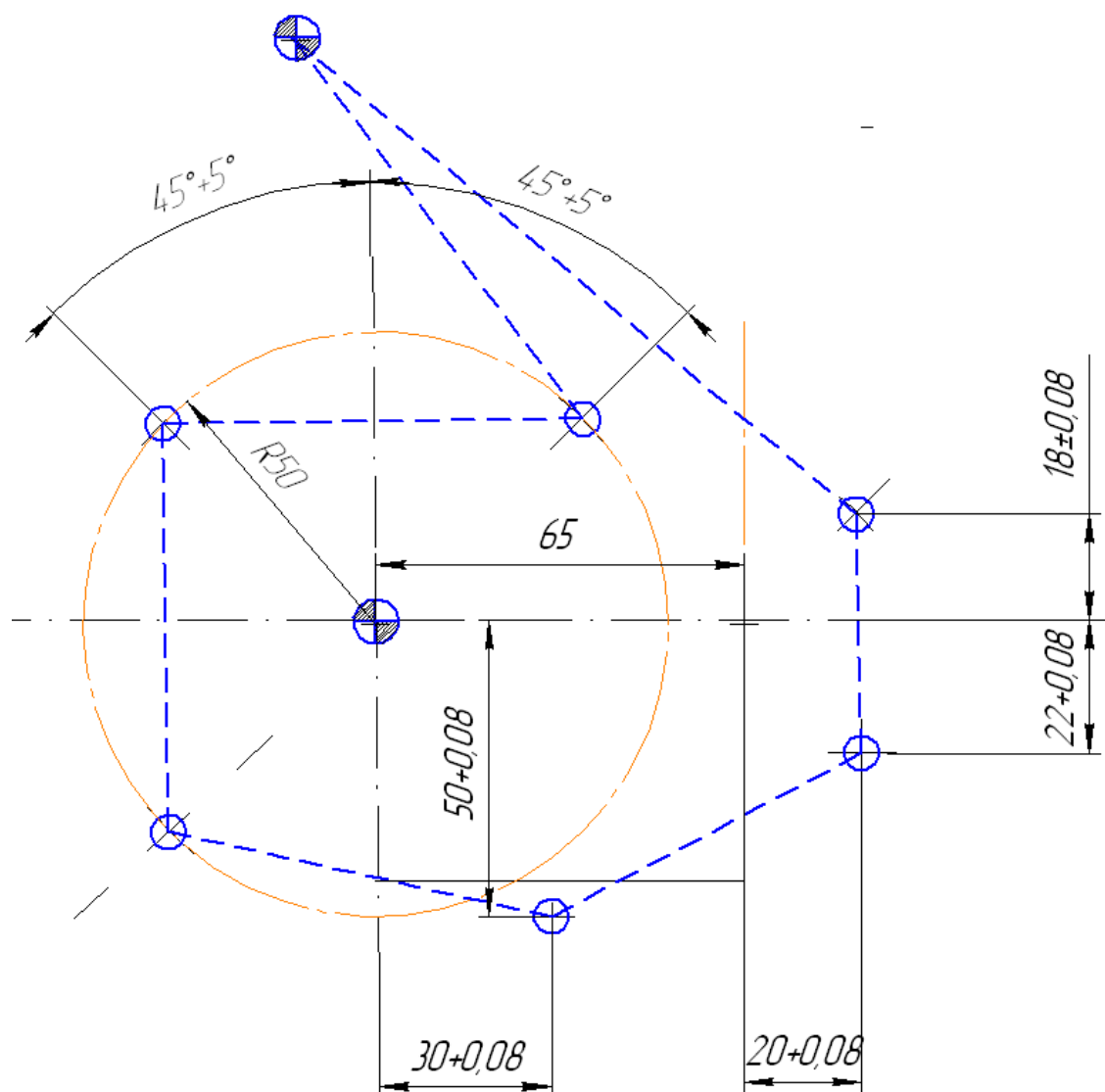


Рисунок 23- Траектория движения режущего инструмента для обработки
отверстий

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

57

T 02 D1 ; (Centraldrill D=3 mm)

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S1200 M3 M8

G1 F120 Z-5

G0 Z2 M5 M9

Z100 X200 Y200

Траектория движения режущего инструмента для обработки
отверстий 24

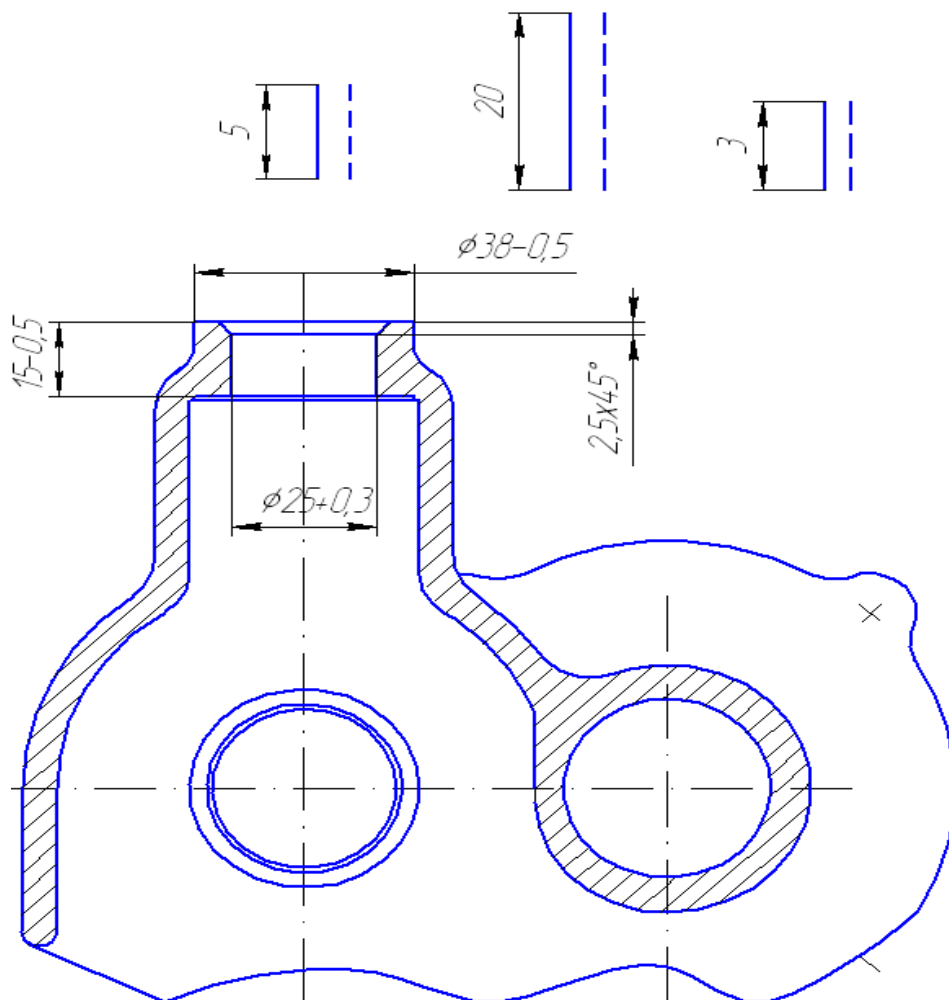


Рисунок 24- Траектория движения режущего инструмента для обработки
отверстия

						ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			58

T 06 D1 ; (Spiraldrill D=10 mm);

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S520 M3 M8

G1 F54 Z-20

G0 Z2 M5 M9

Z100 X-200 Y-200

T 07 D1 ; (Spiraldrill D=25 mm);

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S380 M3 M8

G1 F26 Z-20

G0 Z2 M5 M9

Z100 X200 Y200

T 08 D1 ; (Counterbore tool D=30 mm);

M6

G17 G54 G90

G94 G0 X0 Y0 Z1

G97 S1850 M3 M8

G1 F138 Z-20

G0 Z2 M5 M9

Z100 X-00 Y200

M30

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расшифровка фрагмента управляющей программы приведена в таблице 14.

Переход. Центрование 6 отверстий	
T1 D1	Выбор инструмента T1, корректор № 1
M6	M6 - Смена инструмента
G17 G54 G90	G17 – выбор плоскости программирования XY (фрезерные работы) G90 - Программирование в абсолютных размерах, G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка)
G94 G0 X0 Y0 Z1	G94 – активизация подачи в мм/мин G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X0 – координата заданной точки по оси X Y0 – координата заданной точки по оси Y Z1 - координата заданной точки по оси Z
G97 S1200 M3 M8	G97 – Постоянное число оборотов, S1200 - Число оборотов – 1200 об/мин, M3 - Вращение шпинделя по часовой стрелке M8 – включение подачи СОЖ
G0 X25 Y25	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X25 – координата заданной точки по оси X Y25 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z
G0 Z2	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z
G0 X25 Y-25	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X25 – координата заданной точки по оси X Y-25 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z
G0 Z2	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z
G0 X-25 Y-25	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X-25 – координата заданной точки по оси X Y-25 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z

Окончание таблицы 14

1	2
G0 Z2	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z
G0 X30 Y-50	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X30 – координата заданной точки по оси X Y-50 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z
G0 Z2	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z
G0 X85 Y-22	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X85 – координата заданной точки по оси X Y-22 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z
G0 Z2	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z
G0 X85 Y18	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X85 – координата заданной точки по оси X Y18 – координата заданной точки по оси Y
G1 F120 Z-8	G1 – линейная интерполяция на рабочих подачах F120 – величина подачи в мм/мин Z-8 – координата конечной точки по оси Z
G0 Z2 M9 M5	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2– координата заданной точки по оси Z M9 – выключение подачи СОЖ M5 – останов главного шпинделя
G0 Z100 X200 Y200	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку (точка смены инструмента) X200 – координата заданной точки по оси X Y200 – координата заданной точки по оси Y Z100 - координата заданной точки по оси Z

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

Производство детали технологическому процессу предполагает снижения себестоимости её производства. Для получения конкретных данных об экономической эффективности проведём расчёты себестоимости изготовления детали по проектируемому технологическому процессу. Исходные данные для расчётов (стоимость оборудования, инструментов, приспособлений, тарифные ставки основных и вспомогательных рабочих, стоимость расходных материалов и энергоносителей и т. д.) получены из заводской документации базового технологического процесса. Годовая программа выпуска деталей по заданию составляет $N_{г}=2000$ штук.

5.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле

$$K = K_{об} + K_{прс}, \quad (13)$$

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

$K_{про}$ – 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 [26]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{BH} \cdot k_3}, \quad (14)$$

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

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

$N_{год} = 450$ шт. базовый вариант; $N_{год} = 1950$ шт. проектируемый вариант;

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$F_{об}$ – действительный фонд времени работы оборудования;
 $K_{ВН}$ – коэффициент выполнения норм времени, $K_{ВН} = 1,02$;
 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 [26]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right), \quad (15)$$

где F_n – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;
 K_p – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

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

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

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 (5.3), составляет:

$$F_{об} = 3956 \cdot \left(1 - \frac{2}{100} \right) = 3877 \text{ ч базовый вариант.}$$

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (5.2). Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по базовому варианту.

$$C_{6P12} = \frac{0,5 \cdot 450}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,07 \text{ шт.};$$

$$C_{2620} = \frac{0,95 \cdot 450}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,13 \text{ шт.};$$

$$C_{2H55} = \frac{0,90 \cdot 450}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,12 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3.2. по формуле (5.2). Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по проектируемому варианту.

$$C_{DMG M700} = \frac{0,53 \cdot 1950}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,22.$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [26].

Таблица 15 - 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_n	Кз.ф.
6P12	0,50	0,07	1	0,07
2620	0,95	0,13	1	0,13
2H55	0,90	0,12	1	0,12
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 2,35$	0,32	$\Sigma C_n = 3$	

Таблица 16 - 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_n	Кз.ф.
LINEARMILL 600	0,53	0,22	1	0,22
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,53$	0,22	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 17 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 18.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Фрезерный	6P12	1	11	11	185	18,5	203,5	203,5
Горизонтально-расточной	2620	1	7,5	7,5	145	14,5	159,5	159,5
Радиально-сверлильный	22Н55	1	7,5	7,5	200	20	220	220
Итого		3		26	530		583	583

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.				Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	LINEARMILL 600	1	18,5	18,5	14220	1230	50	14220	15500
Итого		1		18,5					15500

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 15% составляют $0,22 \cdot 15500 = 3410$ тыс. р.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot N_{прс} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (16)$$

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

$N_{прс}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, $N_{прс} = 2$ шт.;

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

$K_{осн}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{осн} = 1$, т.к.

используется только на обработку этих изделий;

$Ц_{прс}$ – стоимость приспособлений, $Ц_{прс1} = 19000$ р., (спец. приспособление), $Ц_{прс2} = 20000$ р., (спец. приспособление).

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

$$Ц_{прс} = (19000 + 20000) \cdot 1,025 = 79950 \text{ р.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле [26]:

$$K_{прс} = 79,95 \text{ тыс. р.}$$

$$\text{Итого: } 3410 + 79,95 = 3489,95 \text{ тыс. р.}$$

5.3. 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 [5.6]:

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, р.

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [26]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (18)$$

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [26]:

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

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1978 ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, базовый вариант $N_{год} = 450$ шт., по проектируемому варианту $N_{год} = 1950$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (2.8). Результаты вычислений сводим в таблицу 19 по проектируемому варианту в таблице 20. Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	105,4	0,50	52,7	0,49
Расточная	4	125,5	0,95	119,2	0,94
Сверлильная	3	110,1	0,90	99,1	0,89
Итого				271,0	2,32

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$\text{Ззп} = 271 \cdot 450 = 121950 \text{ р.}$$

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

$$\text{Ззп} = 121950 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 162681,3 \text{ р.}$$

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	128,5	0,53	68,1	0,52
Итого				68,1	0,52

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 68,1 \cdot 1950 = 132795 \text{ р.}$$

$$k_{\text{мн}} = 1; k_{\text{доп}} = 1,16; k_p = 1,15.$$

$$З_{зп} = 132795 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 177148,5 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}, \quad (20)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 450$ шт.;

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

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

$$k_{\text{доп}} = 1,23;$$

$C_T^{\text{всп}}$ – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей

специальности и разряда, р.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей

специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей

специальности и разряда определяется по формуле:

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

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 0,32 \text{ шт.};$$

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

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

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,32 \cdot 2}{8} = 0,08 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа

станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,08 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,08 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (2.9) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{75,9 \cdot 1674 \cdot 0,08 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 33,3 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{59,2 \cdot 1674 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 3,3 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{55,8 \cdot 1674 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{450} = 3,1 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 21 по проектируемому в таблице 22.

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,08	33,3
Транспортный рабочий	59,2	0,01	3,3
Контролер	55,8	0,01	3,1
Итого		0,10	39,7

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 39,7 \cdot 450 = 17865 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (5.7):

$$З_{\text{зп}} = 162681,3 + 17865 = 180546,3 \text{ р.}$$

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,08	8,1
Транспортный рабочий	59,2	0,01	0,8
Контролер	55,8	0,01	0,7
Итого		0,10	9,6

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 9,6 \cdot 1950 = 18720 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (22):

$$З_{зп} = 177148,5 + 18720 = 195868,5 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

Базовый вариант $180546,3 \cdot 0,3 = 54163,9 \text{ р.}$

Проектируемый вариант $198868,5 \cdot 0,3 = 58760,6 \text{ р.}$

5.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [26]:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (23)$$

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

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (5.11):

$$Z_э(6P12) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 3,3 \text{ р.};$$

$$Z_э(2620) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,95}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 4,3 \text{ р.};$$

$$Z_э(2H55) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,90}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 4,1 \text{ р.};$$

$$Z_э(\text{LINEARMILL 600}) = \frac{18,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,53}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 2,35 = 4,2 \text{ р.};$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 23 по проектируемому варианту в таблицу 24.

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
6P12	11	0,50	3,3
2620	7,5	0,95	4,3
2H55	7,5	0,90	4,1
Итого			11,7

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$Z_э = 11,7 \cdot 450 = 5262 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
LINEARMILL 600	18,5	0,53	4,2
Итого			4,2

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_э = 4,2 \cdot 1950 = 8190 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (24)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [26]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}}, \quad (25)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 8\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования, $F_{обБАЗ} = 3877$ ч. и $F_{обНОВ} = 5400$ ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (5.13):

$$C_{ам}(6P12) = \frac{203500 \cdot 0,12 \cdot 0,5}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 3,6 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2620) = \frac{159500 \cdot 0,12 \cdot 0,95}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 5,4 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2H55) = \frac{220000 \cdot 0,12 \cdot 0,90}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 7,1 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(\text{LINEARMILL 600}) = \frac{3410000 \cdot 0,08 \cdot 0,53}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 18,1 \text{ р.}$$

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$C_{\text{РЕбаз}} = 372 \text{ р.}$, $C_{\text{РЕнов}} = 891 \text{ р.}$ Вычисления производим по формуле

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

(2.14)

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 (5.14):

$$C_{\text{рем}}(6P12) = \frac{372 \cdot 1}{0,5 \cdot 450} = 1,7 \text{ р.}; C_{\text{рем}}(2620) = \frac{372 \cdot 1}{0,95 \cdot 450} = 0,9 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем}}(2M55) = \frac{372 \cdot 1}{0,90 \cdot 450} = 0,9 \text{ р.}; C_{\text{рем}}(VCE600Pro) = \frac{891 \cdot 1}{0,53 \cdot 1950} = 0,8 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 25 по проектируемому в таблицу 26.

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

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P12	203,5	1	12	0,50	3,6	1,7
2620	159,5	1	12	0,95	5,4	0,9
2M55	220,0	1	12	0,90	7,1	0,9
Итого					16,1	3,5

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
LINEARMILL 600	3410,0	1	8	0,53	18,1	0,8
Итого					18,1	0,8

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (5.12):

$$З_6 = 16,1 + 3,5 = 19,6 \text{ р.}$$

$$З_п = 18,1 + 0,8 = 18,9 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (26)$$

где $Ц_{и}$ – цена единицы инструмента, р;

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, $N_{год} = 450$.

В таблице 27 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 27 – Перечень инструмента базового тех. процесса

№ опер	Наименование	T _м , мин	№ опер	Наименование	T _м , мин
005	Фреза торцевая Ø160 ГОСТ 26595	6,8	010	Резец угловой ГОСТ 18875	1,1
005	Фреза торцевая Ø100 ГОСТ 26595	4,5	015	Сверло ГОСТ 10903	18,5
010	Резец расточной ГОСТ 18883	15,5	015	Зенкер ГОСТ 12489	14,3
010	Резец канавочный ГОСТ 18885	2,2	015	Метчик М8 ГОСТ 3449	25,4

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (5.15):

$$Z_{II} = \frac{3560 + 5 \cdot 80}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 6,8 \cdot 0,98 + \frac{3120 + 5 \cdot 60}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 4,5 \cdot 0,98 + \frac{610 + 7 \cdot 60}{60 \cdot 450 \cdot 8} \cdot 15,5 \cdot 0,98 + \frac{750 + 5 \cdot 75}{60 \cdot 450 \cdot 6} \cdot 2,2 \cdot 0,98 + \frac{450 + 8 \cdot 45}{60 \cdot 450 \cdot 9} \cdot 1,1 \cdot 0,98 + \frac{350 + 10 \cdot 40}{25 \cdot 450 \cdot 11} \cdot 18,5 \cdot 0,98 + \frac{450 + 6 \cdot 49}{32 \cdot 450 \cdot 7} \cdot 14,3 \cdot 0,98 + \frac{630 + 7 \cdot 84}{28 \cdot 450 \cdot 8} \cdot 25,4 \cdot 0,98 = 15,13 \text{ р.}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{компл}} = 5$ 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 28 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 28 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза торцевая Ø160 R220.53-8160-15-10C Пластина SEMX 1505AFTN-M18 МК1500	2,21	15560 630	310	-	0,90	1,12
005	Фреза торцевая Ø100 R220.53-8100-15-6C Пластина SEMX 1505AFTN-M18 МК1500	0,46	13560 540	290	-	0,90	1,85
005	Фреза торцевая Ø125 R220.53-0125-15-8C Пластина SEMX 1505AFTN-M18 МК1500	0,39	14560 570	280	-	0,90	1,44
	Головка расточная A790 40 Пластина ССМТ 09Т308-F1 ТР2500	2,63	7520 500	320		0,90	2,55
	Головка расточная A790 50 Пластина ССМТ 060204-F1 ТР2500	1,32	8120 480	280	-	0,90	1,88
	Фреза R335.15-25034.3-03-2	0,03	7400	380	-	0,90	0,61

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

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

78

Окончание таблицы 28

	2	3	4	5	6	7	8
	Головка расточная A729 60 CC06 45 Пластина CCMT 060204-F1 TP2500	0,07	8500 510	310	-	0,90	0,88
	Сверло SD203-3.2- 14-6R1	0,21	3520	370	550	0,90	1,22
	Фреза R217.79- 2532.3-12A	0,01	700	420	-	0,90	2,52
	Сверло SD203- 6.8-25- 8R1	3200	310	710	0,90	3,12	0,24
005	Сверло SD203-8.7- 29-10R1	0,03	3510	320	750	0,9	1,15
	Фреза TM- M8x1.25ISO 8R5	3,74	4200	350	710	0,9	3,65
	Сверло SD203-10- 31-10R1	0,04	3850	370	740	0,9	0,91
Итого							22,9

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (27)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 3$ шт.);

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, ($H_{\text{прс}} = 1$);

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс1}} = 25600$ р., $C_{\text{прс2}} = 15631$ р.,

$C_{\text{прс3}} = 12563$ р.).

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

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = (450$ шт.).

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (5.16):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (25600 + 15631 + 12563) \cdot 66}{450 \cdot 100} = 78,9 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 29.

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	521,6	132,1
Затраты на технологическую электроэнергию	11,7	4,2
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	19,6	18,9
Затраты на эксплуатацию оснастки	78,9	0
Затраты на инструмент	15,13	22,90
Итого	646,93	178,10

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из основных показателей экономического эффекта от спроектированного 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, р.;

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

$$\mathcal{E}_{\text{год. б.}} = (646,93 - 178,1) \cdot 1950 = 914218,5 \text{ р.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле

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

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (2.17) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(6P12) = \frac{0,5}{2,35} \cdot 100\% = 21,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2620) = \frac{0,95}{2,35} \cdot 100\% = 40,4\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H55) = \frac{0,90}{2,35} \cdot 100\% = 38,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(\text{LINEARMILL 600}) = \frac{0,53}{0,53} \cdot 100\% = 100\% - \text{ по проектируемому варианту.}$$

Доля прогрессивного оборудования

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

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

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

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

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

Определим производительность труда на программных операциях:

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{np.} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{31,97} = 3770 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{б} = \frac{1647 \cdot 1,2 \cdot 60}{141} = 841 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Рост производительности труда:

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

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

$$\Delta B = \frac{3770 - 841}{841} \cdot 100\% = 348,3\%$$

В таблице 30 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 30 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	450	2000	+1550
Количество оборудования	шт.	3	1	-2
Количество рабочих	чел.	3	1	-2
Сумма инвестиций	тыс. руб.		3489,95	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,35	0,53	-1,82
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	646,93	178,1	-468,83
- затраты на инструмент		15,13	22,9	+7,77
- заработная плата рабочих		521,6	132,1	-389,5
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/год	841	3770	+2929
Сменность		2	3	+1
Рост производительности труда	%	100	438,3	+348,3
Коэффициент загрузки оборудования		0,16	0,22	+0,06
Годовой условный экономический эффект	тыс. руб.		914,22	
Срок окупаемости	года		3,82	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 3,63 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 450 шт. до 2000 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», 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 914,22 т.р. и срок окупаемости проекта 3,82 года.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1. Обоснование методической разработки

В дипломном проекте рассматриваются вопросы совершенствования технологического процесса изготовления корпусной детали. Среди операций по ее изготовлению есть многоцелевые операции, выполняемые на обрабатывающих центрах с числовым программным управлением.

В связи с переводом технологического процесса в серийное производство появляется необходимость переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», так как станки подобного типа применяются в технологическом процессе обработки деталей, разрабатываемом в настоящем проекте, то следует предусмотреть повышение квалификации рабочих, способных выполнять работы станках с программным управлением – рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Переподготовка производится на базе центра дополнительного профессионального образования, который обладает достаточной учебно-методической и материальной базой для такой подготовки.

Поэтому, в методической части дипломного проекта будут рассмотрены вопросы организации переподготовки высококвалифицированных операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в центре ДПО.

Целью методической части является разработка урока теоретического обучения для подготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ, а также методического обеспечения для повышения квалификации операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Согласно профессиональному стандарту, основной вид профессионально деятельности по данной профессии - Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Базовая цель деятельности - наладка обрабатывающих центров с программным управлением, установка технологической последовательности обработки деталей, выявление неисправностей в работе оборудования, обработка деталей.

Профессиональный стандарт относится к группе профессий 7223 - Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования, вид экономической деятельности – 92 - Производство машин и оборудования.

В таблице 31 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 31 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
А	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 поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	3
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и	3

Окончание таблицы 31

1	2	3	4	5
			измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	3
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	3
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	3
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	3
В	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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	3
С	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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	4

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

ДП 44.03.04.758 ПЗ

Лист

86

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям невысокой степени сложности, поэтому далее проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей». Анализ приведен в таблице 32.

Таблица 32 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей»

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Код	А	Уровень квалификации	3
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)					
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					
Дополнительные характеристики						
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности				
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования				
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 4-й разряд				
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением				

В дипломной работе рассматривается деталь высокой степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 33.

Таблица 33 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости				
	Параметры и установки системы ЧПУ станка				
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов				
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых односторонних станков				
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования				
	Устройство, правила проверки на точность односторонних обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей				
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов				
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента				

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки токарей и фрезеровщиков по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ Центр ДПО, который анализируется в следующем параграфе.

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

Тематический план переподготовки по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ в рамках учебного центра предприятия рассчитан на СРОК ОБУЧЕНИЯ = 108 часов (1,5 месяца по 4 часа в день) и включает учебные занятия теоретического и практического обучения, а также квалификационный экзамен. Базовые профессии – токарь, фрезеровщик. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд. Тематический план приведен в таблице 34.

Таблица 34 – Тематический план переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда

№	Название раздела	Кол-во часов	Формируемые умения по трудовой функции
1	2	3	4
1	Основы технического черчения	8	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции
2	Допуски и посадки и технические измерения.	10	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты
3	Основы электротехники	4	Рассчитывать и измерять основные параметры простых электронных цепей

Окончание таблицы 34

1	2	3	4
4	Основы программирования процесса обработки деталей	20	Разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на одноконтурных обрабатывающих центрах с ЧПУ Выполнять наладку одноконтурных обрабатывающих центров с ЧПУ
5	Наладка станков с программным управлением	20	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции Пользоваться встроенной системой измерения инструмента Пользоваться встроенной системой измерения детали Отслеживать состояние и износ инструмента Выполнять наладку одноконтурных обрабатывающих центров с ЧПУ
6	Производственное обучение	40	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента Пользоваться встроенной системой измерения детали Отслеживать состояние и износ инструмента Выполнять наладку одноконтурных обрабатывающих центров с ЧПУ
7	Квалификационный экзамен	6	
	ИТОГО	108	

Переподготовка производится на базе центра ДПО.

Центр ДПО имеет право ведения образовательной деятельности по профессиональной подготовке рабочих 16 специальностей и дополнительное профессиональное образование (повышение квалификации) по 12 специальностям в соответствии с лицензией Министерства общего и профессионального образования А 300783 рег.№3481 от 19.01.10 г.

В Центре ДПО работают высококвалифицированные и опытные

преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Центром ДПО поддерживается постоянная связь со службой занятости населения. Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе:

- учебные кабинеты, лаборатории, компьютерные классы;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе;
- учебно-методический кабинет,
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей;
- медицинский пункт;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими нормативами и санитарными правилами.

Учебный процесс содержит лекции, семинары, круглые столы, деловые игры, практические телеуроки, производственную практику и другие разнообразные формы обучения, в том числе и дистанционные. Подготовка проводится в учебном классе, оснащённом необходимыми наглядными пособиями и современными информационными системами необходимыми для успешного проведения обучения.

Сотрудниками нашего учебного центра являются грамотные высококвалифицированные специалисты имеющие многолетний практический опыт работы, преподаватели профильных кафедр, доктора и кандидаты наук с большим педагогическим стажем. Такое сочетание

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сотрудников обеспечивает оптимальное соотношение теоретической подготовки и получения практических навыков.

В рамках тематического плана переподготовки по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда предусмотрен раздел «Допуски и посадки и технические измерения». Рассмотрим тематический план этого раздела (таблица 35)

Таблица 35 – Тематический план раздела «Допуски и посадки и технические измерения»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Нормирование точности размеров. Система допусков и посадок.	1	1	
Основные сведения о размерах и сопряжениях.	2	1	1
Допуски и посадки гладких элементов деталей.	2	2	
Допуски формы и расположения поверхностей деталей	1	1	
Контрольно измерительные приборы и инструменты: штангенциркули	2	1	1
Контрольно измерительные приборы и инструменты: микрометры	2	1	1
ИТОГО	10	7	3

Рассмотренный раздел ориентирован на формирования умений читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок, а также применять контрольно-измерительные приборы и инструменты, входящего в анализируемую трудовую функцию.

В дипломной работе из тематического плана выберем тему «Допуски и посадки гладких элементов деталей». На эту тему отводится 2 часа. Далее проведем анализ темы «Допуски и посадки гладких элементов деталей».

Данная тема рассчитана на два урока по одному часу каждый урок. Теоретическое обучение ведется в аудитории для теоретического обучения. Тема полностью теоретическая и направлена на изучение допусков и посадок гладких цилиндрических соединений. Поурочный план обучения по данной теме приведен в таблице 36.

Таблица 36 – поурочный план по теме «Допуски и посадки гладких элементов деталей»

№ урока	Тема урока	Цели урока	Методы обучения	Тип урока
1 (1 час)	Допуски на размер. понятие допуска, квалитеты	Образовательные: Способствовать формированию представления о допусках на размер и умений определять значение допуска. Развивающие: Способствовать формированию и развитию познавательного интереса учащихся. Способствовать овладению учащимися всеми видами памяти. Воспитательные: Способствовать формированию и развитию эстетических, экологических, экономических качеств личности.	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Комбинированный урок
2 (1 час)	Посадки. Системы посадок	Образовательные: Способствовать формированию представления о посадках и ее типах. Развивающие: Способствовать овладению учащимися всеми видами памяти. Воспитательные: формирование и развитию эстетических, экономических качеств	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по решению задач	Комбинированный урок

План занятий

Профессия – оператор станков с программным управлением.

Тема программы: Допуски и посадки гладких элементов деталей.

Тема занятия «Посадки. Системы посадок»

Время, отводимое на урок – 45 минут

Цели занятия:

Образовательные:

Способствовать формированию представления о посадках и ее типах.

Развивающие:

Способствовать формированию и развитию познавательного интереса учащихся.

Способствовать овладению учащимися всеми видами памяти.

Воспитательные:

Способствовать формированию и развитию эстетических, экологических, экономических качеств личности.

Методы обучения: рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по решению задач

Материально-техническое оснащение урока:

1. Компьютерная презентация
2. Опорные конспекты
3. Тест
4. Карточки – задания
5. Образцы соединений деталей с разными посадками

Тип урока – комбинированный

План урока приведен в таблице 37.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 37 – План урока теоретического обучения по теме «Посадки. Системы посадок»

Название части урока	Деятельность преподавателя	Деятельность обучаемых	Кол-во времени
1	2	3	4
Организационная часть	Приветствует обучаемых. Проверяет присутствующих. Формулирует тему урока и цели урока. Использует слайд № 1	Опираясь на название темы урока, которое проговорил преподаватель, и первый слайд презентации записывают тему урока и план урока.	3 минуты
Мотивация обучаемых	Рассказывает о роли и месте темы урока в общей подготовке операторов станков с ЧПУ	Слушают преподавателя	2 минуты
Актуализация опорных знаний	Проводит беседу с учащимися по известному им материалу. Задает вопросы, анализирует ответы. Поправляет учащихся и добавляет информацию к их ответам.	Слушают преподавателя. Отвечают на вопросы, прослушивают комментарии преподавателя к ответам на вопросы. В ходе беседы актуализируют опорные знания	10 минут
Изложение нового материала	Рассказывает о допусках. О посадках с зазором, с натягом, переходных посадках и способах их получения и области применения. Использует презентацию и опорные конспекты.	Слушают преподавателя, Под руководством преподавателя работают со слайдами презентации. Используя информацию, приведенную на слайдах, записывают основные понятия тетради. Слушают комментарии преподавателя по каждому из перечисленных слайдов	20 минут

Окончание таблицы 37

1	2	3	4
Закрепление нового материала.	Выдает карточки – задания для выполнения. Контролирует правильность выполнения заданий	Выполняют задания по карточкам	8 минут
Заключительная часть	Проводит опрос обучаемых по изученному материал. Слушает и анализирует ответы.	Отвечают на вопросы преподавателя. Анализируют собственные ответы делают поправки в конспектах и тетрадях	2 минуты

Для данного урока разработаем компьютерную презентацию и опорный конспект, которые приведены в приложениях к дипломной работе

План-конспект занятия теоретического обучения по теме «Посадки. Системы посадок»

1. Организационная часть

Здравствуйте уважаемые операторы. Сегодня мы начнем изучать довольно сложную тему, связанную с обеспечением качества деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ.

Это тема «Посадки. Системы посадок»

На занятиях мы с вами рассмотрим:

1. Понятие посадки и области применения посадок
2. Способы получения посадок
3. Посадки с зазором, с натягом и переходные.

Прошу сегодня проявить особое внимание к изучаемому материалу.

2. Мотивация обучаемых

Оператор станков с ЧПУ сегодня должен быть точен, хорошо работать в области разработки управляющих программ и получать детали высокого качества. Мы уже говорили о том. Что программирование ведется

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

посередине поля допуска детали. Однако мы не говорили о цели этого программирования Эта цель – обеспечение посадок при сборке деталей в узел исходя из полей допусков отверстия и вала характер этого соединения может быть разный – может быть зазор или натяг. Вид соединения определяется посадкой, которые сегодня мы и рассмотрим на занятиях.

3. Актуализация опорных знаний

На предыдущих занятиях мы рассмотрели общие сведения о нормировании точности, размерах, допусках на размер. Сегодня мы переходим к изучению посадок гладких цилиндрических соединений.

Вопросы для актуализации опорных знаний:

Фронтальный опрос:

1. Дать определение посадок? (Посадки – это характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов, а так же характеризует свободу относительного перемещения соединяемых деталей или степень сопротивления их взаимному смещению)

2. Что такое зазор? (Разность размеров отверстия и вала, если размер отверстия больше размера вала)

3. Дать определение натяга? (разность размеров вала и отверстия до сборки, если размер вала больше размера отверстия)

4. Дать описание посадки с зазором? (В посадках, при которых обеспечивается зазор в соединении поле допуска отверстия расположено над полем допуска вала)

5. Дать определение посадки с натягом? (Это посадка, при которой обеспечивается натяг в соединении (поле допуска отверстия расположено под полем допуска вала.)

6. Как называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью (Переходная посадка)

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Что такое допуск посадки? (Это разность между наибольшим и наименьшим допускаемыми зазорами или наибольшим и наименьшим допускаемыми натягами).

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

4. План-конспект изложения учебного материала на уроке

Действующая в настоящее время система стандартов на допуски и посадки для гладких цилиндрических и плоских соединений разработана в соответствии с рекомендациями и положениями международной организации по стандартизации (ИСО) (Приложение 3, таблица 3). В соответствии с этими рекомендациями национальные системы допусков и посадок, ранее существовавшие в ряде стран, должны заменяться единой системой, что является необходимым условием непрерывно расширяющихся и углубляющихся международных связей в области машиностроения, обеспечения взаимозаменяемости и унификации деталей и сборочных единиц, единообразия оформления технической документации.

Разработанная и введенная с 1.1. 1977 г. система получила название Единой системы допусков и посадок (ЕСДП) и включает ряд стандартов (Таблица 2, приложение 2). Основными из них являются следующие: «Общие положения, ряды допусков и основных отклонений» (ГОСТ 25346—89), «Поля допусков и рекомендуемые посадки» (ГОСТ 25347—89). Эти стандарты распространяются на сопрягаемые (т. е. применяемые при образовании посадок) и несопрягаемые размеры гладких элементов (цилиндрических или ограниченных параллельными плоскостями) деталей с номинальными размерами до 3150 мм*, область их действия не ограничена какими-либо определенными материалами или способами обработки, за исключением тех случаев, которые охвачены специальными стандартами, например, на допуски и посадки деталей из пластмасс, дерева, на допуски

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отливок и т. п.

Знание системы допусков и посадок и умение использовать ее при обработке изделий, соединений их в сборочные единицы, ремонте является обязательной частью квалификационных требований токаря, фрезеровщика, слесаря, наладчика автоматов, полуавтоматов и автоматических линий металлообрабатывающих станков, всех других профессий металлообработки. Без знания системы допусков и посадок невозможно читать конструкторскую и технологическую документацию (чертежи, технологические карты), пользоваться технической литературой и справочниками, владеть техникой и средствами измерений.

Посадка— характер соединения сопрягаемых деталей, определяемый зазором или натягом, то есть разностью их размеров до сборки в соответствии с назначенным допуском. Система допусков и посадок существует в двух вариантах: система вала — основным размером является размер вала, а размер отверстия выбирается с различным зазором или натягом; система отверстия — основным размером является размер отверстия, а размер вала задаётся с необходимым зазором или натягом. Посадки обозначают буквами латинского алфавита: отверстия — прописными буквами, валы — строчными. Точность посадки определяется качеством допуска.

Различные посадки определяют степень свободы относительного перемещения деталей; их назначают исходя из условий работы машин и механизмов, их точности и условий сборки. Посадки по характеру соединения деталей делятся на 3 группы:

Посадка с (гарантированным) зазором — соединение с гарантированным зазором, то есть наименьший допустимый размер отверстия больше наибольшего предельного размера вала[1] или равен ему. Обозначаются от a до h (от A до H).

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.758 ПЗ					

Переходная посадка — соединение с возможным зазором или натягом в зависимости от действительных размеров вала и отверстия. Обозначаются от j до n (от J до N).

Посадка с (гарантированным) натягом — соединение с гарантированным натягом, то есть наибольший допустимый размер отверстия меньше наименьшего допустимого размера вала или равен ему. Обозначаются от p до z (от P до Z).

Область применения

Посадки с зазором

Посадки с зазором широко применяются, как в точных, так и в грубых квалитетах, для подвижных и неподвижных соединений. Существуют различные методы расчета посадок с зазором в зависимости от их функционального назначения, они приведены в соответствующей технической литературе (например, расчет посадок с зазором для подшипников жидкостного трения приводится в курсе деталей машин). Области применения предпочтительных посадок с зазором приведены ниже. Расположение полей допусков предпочтительных посадок с зазором в системе отверстия показаны на рис. 8.

Посадки H/h применяются в неподвижных соединениях с дополнительным креплением при частой сборке и разборке, а в подвижных соединениях — при медленных перемещениях и поворотах деталей. Минимальный зазор в этих посадках равен нулю.

Посадка $H7/h6$ применяется в неподвижных соединениях при высоких требованиях к точности центрирования часто разбираемых деталей: сменные зубчатые колеса, центрирующие корпуса под подшипники, фрезы на оправках и т. д. Для подвижных соединений применяется для посадки шпинделя в корпусе сверлильного станка.

Посадки $H8/h7$, $H8/h8$ применяются при сниженных требованиях к точности центрирования, при большой длине соединения, например, при

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

посадке измерительных головок в стойки и штативы.

Посадка H11/h11 предназначена для неподвижных и подвижных соединений малой точности. Например, для посадки муфт, звездочек, шкивов на валах, для неответственных шарниров и т. п.

Посадка H7/g6 имеет небольшой гарантированный зазор; применяется для точных соединений, в которых необходимо обеспечить плавность перемещений обычно при возвратно-поступательном перемещении, например в плунжерных и золотниковых парах, в шпинделях точных станков и делительных головок, в сменных кондукторных втулках.

Посадка H7/f7 широко применяется в точных подвижных соединениях, в подшипниках скольжения, в тормозном цилиндре автомобиля, в сопряжениях поршня с цилиндром компрессоров, в электромашинах и т. д.

Посадки H7/e8 и H8/e8 имеют значительный гарантированный зазор. Применяются при повышенных частотах вращения, значительных нагрузках, большой длине соединения (для подшипников жидкостного трения турбогенераторов, двигателей внутреннего сгорания, больших электромашин и коренных шеек коленчатых валов).

Посадки H/d имеют большой гарантированный зазор, обеспечивающий свободное перемещение и сборку деталей, и компенсацию значительных отклонений формы и взаимного расположения сопрягаемых поверхностей и их температурных деформаций.

Посадки H8/d9 и H9/d9 применяются для сопряжения трансмиссионных валов с подшипниками, для шкивов на валах и в шарнирах.

Посадка H11/d11 в основном применяется для крышек подшипников, для грубых шарниров, шестерен и муфт, свободно сидящих на осях и валах, для шарнирных соединений тяг и роликов на осях.

Переходные посадки

Переходные посадки, это такие посадки, в которых возможен как зазор, так и натяг. Они применяются для неподвижных, но разъемных соединений с

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

дополнительным креплением, а также для центрирования. Они применяются только в точных квалитетах с 4-го по 8-й. Переходные посадки обычно не рассчитываются, а назначаются по рекомендациям, возможен проверочный расчет наибольшего натяга или зазора.

Посадка H7/js6 применяется в тех случаях, когда соединение должно часто разбираться, а также, если затруднена сборка (стаканы подшипников в корпусе, сменные зубчатые колеса шлифовальных и шевинговальных станков, небольшие шкивы и сменные муфты на концах валов). Вероятность натяга составляет 1 — 3 %.

Посадка H7/k6 обеспечивает хорошее центрирование и равную вероятность зазоров и натягов. Широко применяется для сопряжения зубчатых колес, шкивов, маховиков, стаканов и т. д. Вероятность натяга составляет 25 — 60 %.

Посадка H7/n6 характеризуется большой вероятностью натяга до 90%. Применяется в тех случаях, когда разборка соединений производится редко или необходимо обеспечить хорошее центрирование при передаче значительных колебательных усилий, а также при ударах и вибрации. Например, для сопряжения тяжело нагруженных зубчатых колес, муфт, кривошипов с валами, постоянных кондукторных втулок и установочных пальцев в станочных приспособлениях.

Посадки с натягом

Посадки с натягом применяются только в неподвижных соединениях для передачи сил или крутящих моментов, или для центрирования. Неподвижность сопрягаемых деталей под действием нагрузок обеспечивается силами трения, возникающими при упругой деформации деталей соединения, создаваемой натягом. Минимальный допустимый натяг рассчитывается исходя из того, чтобы действующие на сопряжения силы и моменты не привели бы к смещению деталей относительно друг друга, то есть из условия работоспособности соединения. Максимальный натяг

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

рассчитывается из условия прочности деталей, входящих в соединение.

Сборку деталей с натягом можно обеспечить следующими методами:

- 1) холодным вдавливанием под прессом;
- 2) нагревом охватывающей детали (кипящая вода 100 °С, масляная ванна 140 °С, газовая горелка, печи, индуктивный нагрев до 400 °С);
- 3) охлаждением охватываемой детали (сухой лед —78 °С, твердая двуокись углерода —100 °С, жидкий азот —196 °С);
- 4) различными комбинациями нагрева, охлаждения и сборки под прессом.

Примеры посадок предпочтительного применения с натягом:

Посадка Н7/р6 — обеспечивает небольшой гарантированный натяг, применяется при небольших нагрузках, для соединения тонкостенных деталей (втулки установочные, зубчатые колеса на валах с дополнительным креплением и т. д.).

Посадки Н7/г6 и Н7/с6 предназначены для передачи средних нагрузок без дополнительного крепления (втулки подшипников скольжения в корпусах, постоянные кондукторные втулки, фиксаторы, упоры и т. п.).

5. Закрепление нового материала.

Определить тип посадок: Н8/е8, Н7/с6, Н7/к6.

6. Заключение

Таким образом, мы с вами сегодня рассмотрели допуски посадки, которые применяются в гладких цилиндрических деталях и их соединениях, далее мы будем рассматривать контрольно-измерительные инструменты, благодаря которым можно проконтролировать все эти размеры и определить степень точности размеров.

Запишите домашнее задание:

По выданным Вам опорным конспектам подготовиться к тестированию по теме.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

А на следующем занятии мы будем разрабатывать управляющие программы в этой системе.

6.4. Методика применения опорных конспектов

Единой методики работы с опорными конспектами на занятиях по электротехнике, к сожалению, нет. Обычно урок начинается с проверки домашнего задания: учащиеся по памяти в строго отведённое время, в письменной форме воспроизводят опорный конспект. Пока вся группа пишет и рисует, преподаватель успевает опросить двух-трёх учащихся устно (тихий опрос). Ответив, они продолжают работу с опорными конспектами, за исключением изложенного устного блока.

После того, как работа выполнена и тетради собраны, начинается фронтальный опрос. Он ведётся по вопросам заранее известным обучаемым и поэтому проходит в очень быстром темпе. При ответах учащиеся имеют право пользоваться опорными конспектами. К концу устного опроса, обычно, выставляется 5-7 оценок, за письменную работу оценку получают все присутствующие. Это позволяет контролировать подготовку домашнего задания практически у всех учащихся, присутствующих в аудитории на каждом уроке.

После устного опроса можно приступить к изложению нового материала. В начале называется тема урока и объясняется, почему она стала предметом изучения на данном уроке. Затем учащиеся знакомят с планом, заранее написанным на доске. Количество пунктов этого плана соответствует количеству блоков опорного конспекта.

Преподаватель по мере изложения материала формирует опорный конспект на специально отведенной для этого части доски (с помощью ключевых фраз, специальных обозначений, схем, и т.п. - то есть того, что можно назвать опорными сигналами). Вместе с ним аналогичный конспект на отдельно взятом листе записывают учащиеся.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В заключение лекции преподаватель вкратце пробегает изложенный материал по созданному конспекту, подводя черту под определенным фрагментом содержания дисциплины. Предполагается, что есть учебное пособие, из которого обучаемый при детальной проработке изучаемого материала почерпнет не вошедшие в опорный конспект подробности доказательств, рассуждений.

Это либо имеющийся хорошо зарекомендовавший себя учебник, либо созданное именно как часть методического пакета учебное пособие. Таким образом, гарантируется, что незафиксированные на лекции подробности изложения смогут быть восстановлены и не станут пробелами. Кроме того, обучаемый может фиксировать то, что считает необходимым, да и сам преподаватель, акцентируя внимание на особенно важных или сложных моментах, инициирует их запись учащимися в дополнение к опорному конспекту. Это же относится и к вопросам, не вошедшим по каким-либо причинам в учебное пособие, поддерживающее курс, но содержащимся в рабочей программе.

Сформированный на лекции опорный конспект - как план, по которому нужно воссоздать материал. Его легче запомнить: он не объемный, в силу отсутствия графики, нагляден, более того может содержать опорные сигналы, не являющиеся стандартными обозначениями, но облегчающими запоминание. Здесь, конечно, многое зависит от мастерства преподавателя, и хороший опорный конспект, наверное, не создается сразу, тем более пакет опорных конспектов ко всему курсу лекций.

В системе текущего контроля требуется, в первую очередь, точное воспроизведение опорного конспекта по тому или иному материалу, а затем уже развернутое его изложение. Поэтому при проведении коллоквиума заслушиваются только те, кто правильно составил опорный конспект, остальные расцениваются как не подготовившиеся. Полную неготовность к сдаче коллоквиумов можно исключить, взяв за правило в начале очередного

практического занятия проведение проверки знания опорного конспекта лекции по соответствующей теме. Воспроизведение конспекта не займет много времени у учащихся, как и проверка его правильности - у преподавателя.

В идеале, учебное пособие можно подкрепить готовым пакетом опорных конспектов и тогда все, что нужно записать на лекции обучаемому - это наиболее значимые или не в каждом учебнике излагаемые положения. Кроме того, при организованной системе текущего контроля на экзамене можно разрешить учащимся пользоваться готовым опорным конспектом при подготовке развернутого ответа.

Конспекты - владение теорией, следующая ступенька - решение задач и методическое обеспечение этого блока. К имеющемуся или составленному задачнику создаются методические указания по решению типовых задач и подготавливаются варианты заданий, один из которых необходимо прорешать каждому учащемуся. Будут ли это контрольные работы, выполняемые на занятиях, или домашние задания и отчеты по ним, зависит от временных затрат на решение предлагаемых задач и от позиции преподавателя. Главное - каждый обучаемый обязан подтвердить свое умение их решать.

Таким образом, методическое обеспечение дисциплины, ориентированное на использование элементов методики В.Ф. Шаталова, должно включать в себя как минимум: Тематическое планирование дисциплины (приведенное в рабочей программе) Курс лекций или учебное пособие, содержание которого соответствует тематическому планированию Пакет опорных конспектов (охватывающий весь лекционный материал) - Ведомость текущих контролей (проводимых как на занятиях, так и в виде коллоквиумов) Фонды контрольных заданий

Такая методика открыта для использования информационных технологий, более того с их применением она становится более

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

организованной и привлекательной. На лекциях опорные конспекты могут применяться в виде презентаций, а организация контроля и самоконтроля может осуществляться с помощью электронного варианта фондов контрольных заданий.

Следует отметить возможное использование пакета опорных конспектов и в работе с обучаемыми вечернего отделения. Содержание таких конспектов должно быть несколько иным. В них вводятся и разъясняются все базисные понятия и методы, даются иллюстрирующие примеры, контрольные вопросы для самопроверки, решаются типовые задачи. Материал располагается в той же последовательности, что и на лекциях, но без доказательств. В конспектах приводятся только определения, формулировки и пояснения теорем, их геометрическая и физическая интерпретация, чертежи, выводы, правила, второстепенные вопросы опускаются. Такие опорные конспекты ориентированы на первичное, быстрое ознакомление с курсом, его разделами и на дальнейшее изучение отдельных тем теории по учебнику, где все изложено с достаточной полнотой и доказательно.

Они полезны и для закрепления изученного материала, для восстановления в памяти нужных понятий при изучении последующих разделов курса и других дисциплин, опирающихся на математику.

Таким образом, суть системы работы с опорными конспектами заключается в усвоении знаний на основе их многократного повторения и ежедневного контроля за качеством знаний при помощи самих же учащихся.

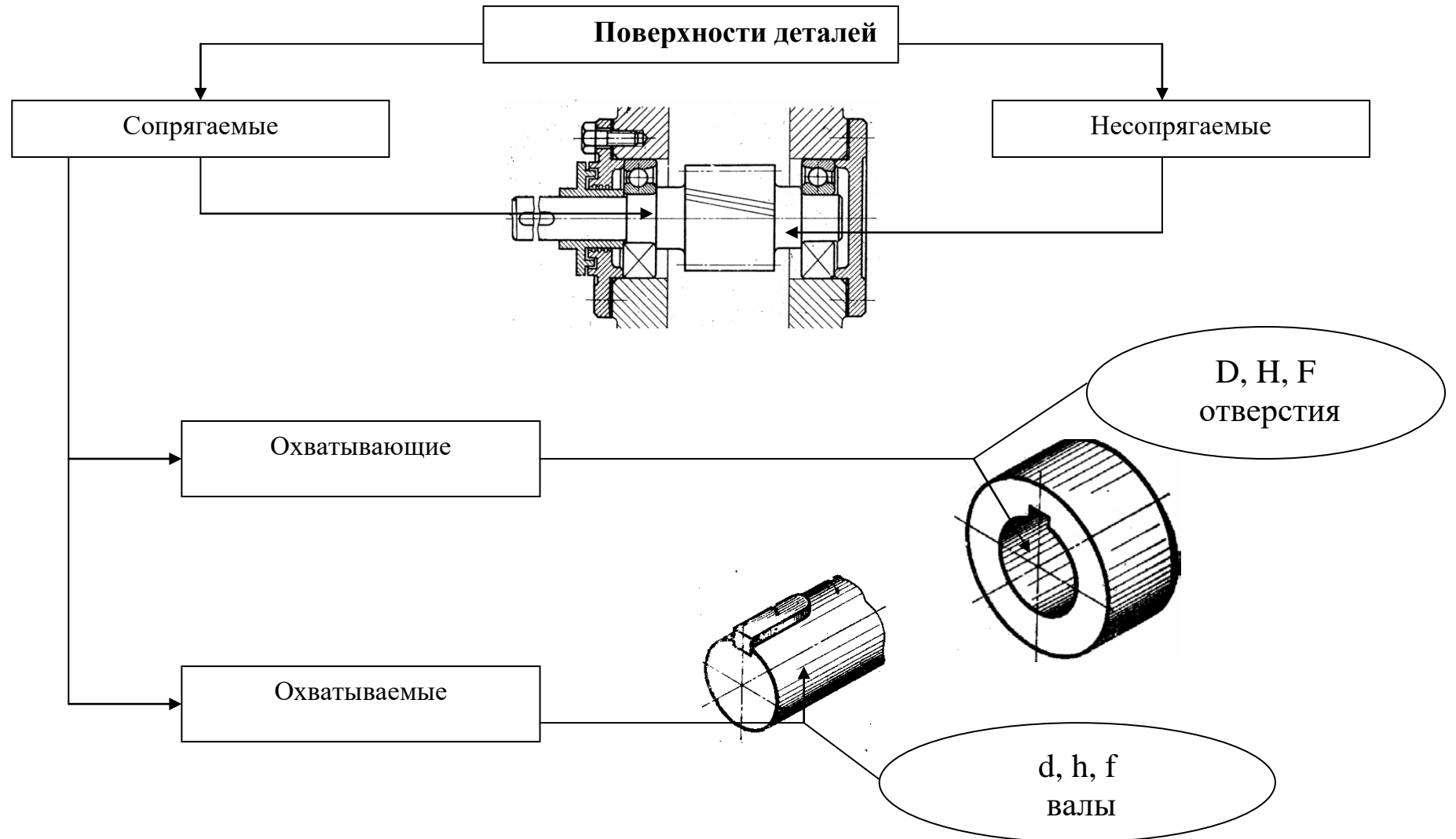
При подготовке опорных конспектов к уроку, прежде всего: преподавателю необходимо ознакомиться с содержанием учебника, провести структурно-функциональный анализ текста и определить, какие параграфы учебника можно объединить в блок, для изучения на одном уроке. Затем переходят к оформлению листов конспекта с опорными сигналами.

Раскрывая тему, на одном листе можно поместить до четырёх блоков (подтем). Их количество, естественно, зависит от сложности подаваемого

материала. Разработав листы опорных конспектов, необходимо сделать с них небольшие по размеру копии, которые используются в качестве раздаточного материала. Стоит отметить, что листы опорных конспектов и раздаточный материал для одного урока должны быть строго одинаковы по содержанию. Система работы с опорными конспектами требует привлечения к проверке заполненных листов помощников преподавателя. Проверка письменных работ в этом случае занимает не более пятнадцати минут. Оценки выставляются в открытую и индивидуальную ведомость учёта знаний по каждой изученной теме урока. При этом обучаемый имеет право любую нежелательную для себя оценку исправить а последующих уроках.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Приложение А
Опорный конспект
Посадки



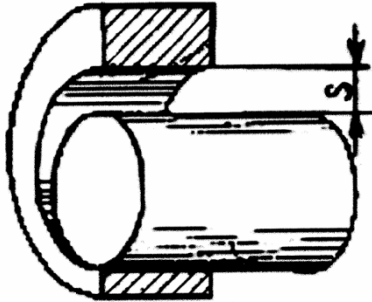
Опорный концепт Посадки

Посадкой называют характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов

Группы посадок

Посадки с зазором

Обеспечивают зазор в соединении
(поле допуска отверстия расположено
над полем допуска вала)

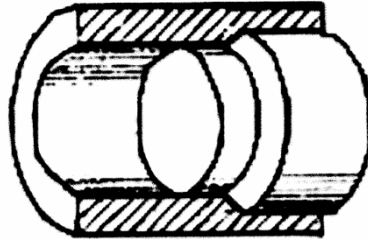


$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; S_{\max} = ES - ei$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max}; S_{\min} = EI - es$$

Посадки с натягом

Обеспечивают натяг в соединении
(являются неподвижными
соединениями).

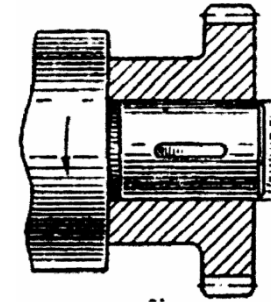


$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; N_{\max} = es - EI$$

$$N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}; N_{\min} = ei - ES$$

Переходные посадки

Дают возможность получать в
соединении как зазоры, так и
натяги.



$$N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}; N_{\max} = es - EI$$

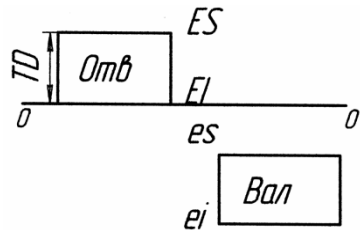
$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min}; S_{\max} = ES - ei$$

Опорный концепт Посадки

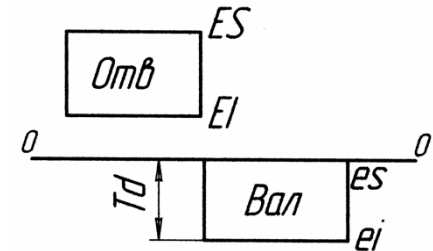
Посадки любого типа можно получить, изменяя положение полей допусков деталей

Основная деталь \Rightarrow положение поля допуска не зависит от вида посадки

Основное отверстие $EI = 0$

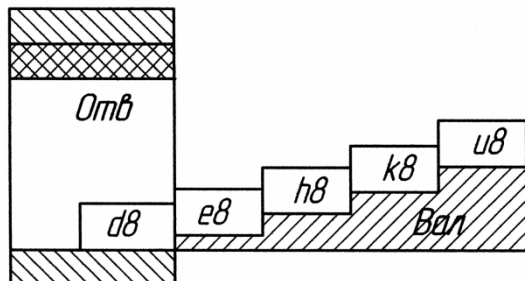


Основной вал $es = 0$

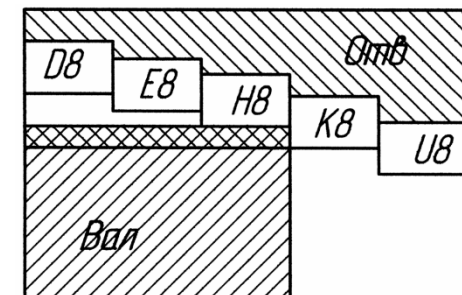


Системы посадок

Система отверстия



Система вала



Система отверстия
применяется
наиболее широко,

Тест по опорному конспекту
«Посадки»

В заданиях с первого по пятое выберите правильный вариант окончания утверждения и обведите его кружком:

1. Поверхности, по которым детали соединяются в сборочные единицы, а сборочные единицы в механизмы называются:

1. Сопрягаемые

2. Конструктивно необходимые поверхности, не предназначенные для соединения с поверхностями других деталей называются:

1. Сопрягаемые
2. Несопрягаемые

3. Внутренние цилиндрические поверхности, а также внутренние поверхности с параллельными плоскостями называются

1. Охватывающие
2. Охватываемые

4. Наружные поверхности называются

1. Охватывающие
2. Охватываемые

5. Характер соединения деталей, определяемый величиной получающихся в нем зазоров или натягов называется.

1. Отклонением
2. Допуском
3. Посадкой

В шестом задании установите правильные смысловые пары и заполните предлагаемую форму ответа:

6. Установите соответствие между наименованиями основных деталей и их отклонениями.

- | | |
|-----------------------|-----------|
| 1. Основной вал | А. EI = 0 |
| 2. Основное отверстие | Б. es = 0 |

1. _____ 2. _____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован типовой технологический процесс изготовления корпуса редуктора привода вентилятора привода вентилятора

Исходя из разработанного технологического процесса и объёма выпуска продукции, было подобрано оборудование для изготовления корпусов 4. Оборудование позволяет вести серийный выпуск деталей. Для обеспечения полной загрузки оборудования на данных станках будет производиться выпуск подобных деталей – других корпусов.

Был проведён анализ базового технологического процесса производства детали и выявлена возможность повышения качества и экономической эффективности производства.

Спроектирована операционная технология производства детали . При этом были задействованы прогрессивные средства разработки технологического процесса обработки детали в САПР.

Определена плановая себестоимость изделий, составлена смета производственных расходов.

Определены технико-экономические показатели .

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
- 4.Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
- 5.ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибробезопасность.
- 8.ГОСТ 12. 1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление.
- 9.ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
- 10.ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 11.ГН 2.2.5.691-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Дополнение № 1.
- 12.Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13.Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.

14. Макиенко Н.И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования: Метод. Пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 344 с., ил.

15.Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. 736 с.

16.Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с.

17.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988. 366с.

18.Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1974. 136с.

19. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. 223 с.

20.Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов. Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев под ред. Е.Я. Юдина 2-е изд. перероб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 432с.

21.Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

22.Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 408 с.

23.СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

24. СНИП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение.

25.СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочим инструментам.

26.Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с.

27.Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496с.

28.Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.

29.Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. 656 с., ил.

30.Технико-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): Учебн. Пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

					ДП 44.03.04.758 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень графического материала

	Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Приложение
1.	Чертеж детали «Корпус привода вентилятора»	ДП	A1	
2.	Чертеж заготовки	ДП	A1	
3.	Технологические операционные эскизы	ДП ДП ДП	A1	Плакаты
4.	Фрагмент управляющей программы	ДП	A1	Плакат
5.	Схема измерения	ДП	A1	Плакат