

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ФИЛЬТРА»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 534

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2018г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ФИЛЬТРА»

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
профилю подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405с

Д.М. Рогозин

Руководитель
ст. преподаватель

О.В. Костина

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 121 странице, содержит 21 рисунок, 29 слайдов, 35 таблиц, 30 источников литературы, а также, пять приложений на 21 странице.

Ключевые слова: ДЕТАЛЬ «КОРПУС ФИЛЬТРА», ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА СТАНКЕ С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ОПЕРАТОР СТАНКОВ С ЧПУ.

Разработка технологического процесса механической обработки в условиях среднесерийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использования обрабатывающего центра с ЧПУ.

Разработан урок повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|---|-------|------|---|---|------|-------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | | | |
| Из | Лист | № | Подп. | Дата | Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус фильтра» | Лит. | Лист | Листо |
| Разраб. | Рогозин | | | | | | 2 | 121 |
| Пров. | Костина | | | | | | | |
| Н. Контр. | Суриков | | | | | | | |
| Зав. каф. | Бородина | | | | | | | |
| | | | | | | ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405с | | |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 5 |
| 1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 7 |
| 1.1. Анализ исходных данных | 7 |
| 1.1.1 Служебное назначение и техническая характеристика детали..... | 7 |
| 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали | 10 |
| 1.2. Выбор заготовки и метода ее получения | 13 |
| 1.2.1. Определение типа производства..... | 13 |
| 1.2.2. Выбор заготовки и методов её получения | 15 |
| 1.2.3. Расчет припусков..... | 17 |
| 1.3.Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус фильтра» | 19 |
| 1.3.1. Выбор технологических баз..... | 19 |
| 1.3.2. Выбор методов обработки поверхностей..... | 21 |
| 1.3.3. Выбор средств технологического оснащения..... | 24 |
| 1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали | 27 |
| 1.3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания | 28 |
| 1.3.6. Расчет технических норм времен | 35 |
| 1.3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Корпус фильтра» | 40 |
| 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ | 44 |
| 2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия | 44 |
| 2.2. Расчёт капитальных затрат | 44 |
| 2.3. Расчет технологической себестоимости детали | 47 |
| 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... | 62 |
| 3.1. Описание условий в центре переподготовки персонала и возможностей организации | 64 |
| 3.2. Анализ требований Профессионального стандарта | 67 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 3 |

| | |
|---|-----|
| 3.3. Сравнительный анализ учебных планов Станочника и Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ | 71 |
| 3.4. Анализ учебного плана переподготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ | 74 |
| 3.5. Анализ содержания раздела «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса | 76 |
| 3.6. Разработка плана учебного занятия по теме «Последовательность проектирования технологических операций» | 82 |
| 3.7. Конспект изложения нового материала | 85 |
| 3.8. Разработка методического обеспечения для урока | 93 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 96 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 97 |
| Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию | 100 |
| Приложение Б. Перечень листов графических документов | 101 |
| Приложение В. Управляющая программа | 102 |
| Приложение Г. Слайды методической части | 110 |
| Приложение Д. Комплект технологической документации | 117 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вектор развития мировой экономики направлен в сторону формирования «шестого технологического уклада», который основывается на био- и нанотехнологиях, мехатронике и робототехнике, технологиях виртуальной реальности, плазмонике и нанофотонике, 3D-принтерных технологиях и технологиях геномной инженерии. Академик РАН Е. Н. Каблов еще в 2010 г. отмечал, что шестой технологический уклад будет оформляться в течение 2010 - 2020 годов, а в фазу зрелости вступит в 2040-е годы, причем в 2020 - 2025 годах произойдет новая технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения указанных базовых направлений [5].

В настоящее время в России господствуют пятый и четвертый и третий технологический уклады, причем технологии пятого уклада, основанного на достижениях атомной энергетики, составляют всего 10 %, более 50 % технологий относится к технологиям четвертого уклада, базирующегося на углеводородной и отчасти ядерной энергетике, и почти треть – к технологиям третьего уклада, в основе которого лежат технологии преобразования электрической энергии [10].

Экономике России жизненно необходимо сделать качественный скачок в направлении шестого технологического уклада, фактически, перескочить через пятый технологический уклад, в ином случае Россия может потерять свою независимость. Указанные условия и определяют направления современной индустриализации в России.

Использование станков с ПУ дает возможность улучшить точность механической обработки, повысить производительность труда на каждом виде деятельности, минимизировать издержки по производству продукции, создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 5 |

времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус фильтра» с использованием современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ (обрабатывающий центр) для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ технологичности детали;
- выбор современного оборудования и режущего инструмента;
- разработка операции механической обработки;
- разработка управляющей программы;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В разработанном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный высокопроизводительный инструмент, что обеспечит высокое качество обработки изготавливаемой детали.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 6 |

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходных данных

К основным источникам исходных данных относятся: рабочий чертёж детали «Корпус фильтра», рабочий чертеж заготовки «Корпус фильтра», годовая программа выпуска.

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения, тип производства – предположительно среднесерийный.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Назначение масляного фильтра – очищение масла от разрушающих частиц, возникающих в процессе как износа движущихся деталей, так и сгорания топлива силового агрегата.

До тех пор, пока масляным фильтром не будет обеспечена соответствующая степень очистки смазывающего масла от разрушающих частиц, в масле будет образовываться абразивная паста, которая является причиной преждевременного износа деталей силового агрегата. Это приводит к значительным затратам на ремонт.

Несмотря на простоту конструкции, этот элемент продлевает жизнь силового агрегата как минимум в три раза.

Отверстия Ø26Н12 и Ø31,2 предназначены для крепления фильтра к корпусу силового агрегата, в отверстие Ø66,4 устанавливается фильтрующий элемент. Поверхность Ø108 предназначена для центровки фильтра в корпусе агрегата. Пазы 24 мм предназначены для подачи масла в фильтрующий элемент, отверстия Ø8,4 для вытекания очищенного масла из фильтра.

Деталь «Корпус фильтра» изготавливается из конструкционной углеродистой качественной стали марки 10 ГОСТ 1050-88.

Данная сталь широко распространена в машиностроении для изготовления штамповок и поковок трубопроводов, котлов высокого

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 7 |

давления и других деталей с весьма длительным сроком службы при температурах до 350 °С.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Корпус фильтра».

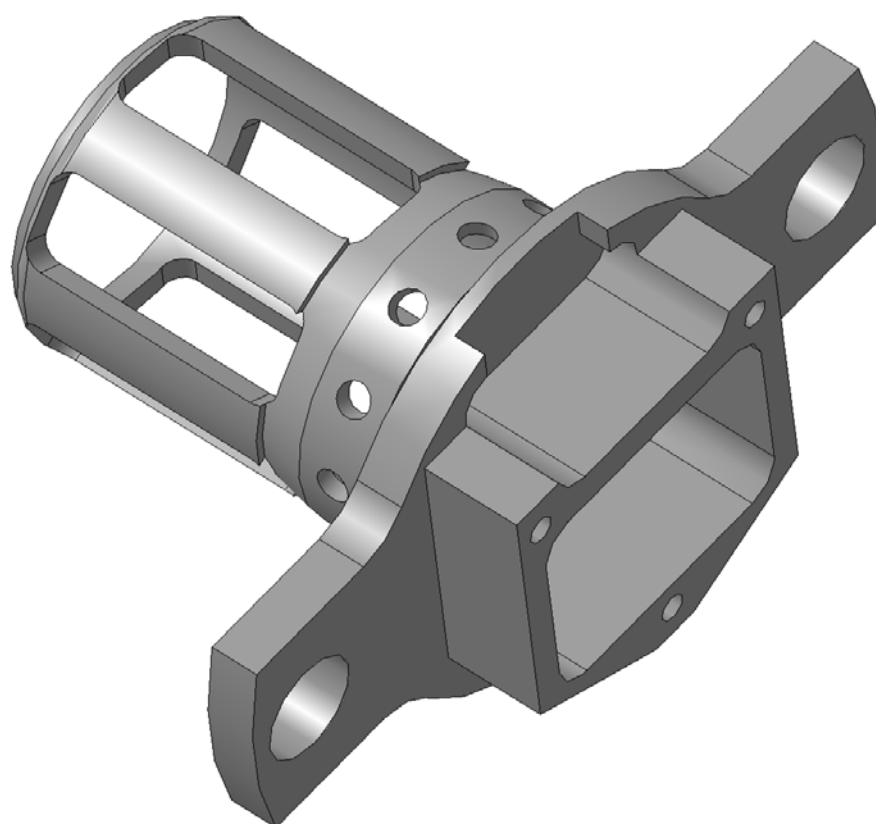


Рисунок 1 – 3D модель детали «Корпус фильтра»

В таблице 1 приведен химический состав данной стали, а в таблице 2 механические свойства.

Таблица 1 – Химический состав стали 10, % (ГОСТ 1050 – 88) [19]

| C | Si | Mn | S | P | Ni | Cr | Cu |
|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------|------|------|
| | | | не более | не более | | | |
| 0,07-0,14 | 0,17-0,37 | 0,35-0,65 | 0,040 | 0,035 | 0,30 | 0,15 | 0,30 |

Таблица 2 – Механические свойства стали 10 (ГОСТ 1050 – 88) [19]

| σ_T , МПа | $\sigma_{вр}$, МПа | σ_5 , % | Ψ , % | α , Дж/см ² |
|---------------------|------------------------|-------------------|---------------|----------------------------------|
| 205 | 390 | 8 | 50 | 62 |

Технологические свойства стали 10:

- температураковки °С начала 1300, конца 700, охлаждение на воздухе;
 - свариваемость – без ограничений;
 - флокеночувствительность (склонность стали к поражению флокенами)
- не чувствительна;
- склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

Расшифровка марки стали 10: цифра 10 означает, что это конструкционная сталь и в среднем в марке содержится 0,10% углерода, а остальные примеси незначительны [19].

Особенности конструкционной стали марки 10: среди различных методов механико-термической обработки, направленных на получение оптимальной субструктуры, обеспечивающей повышение сопротивления ползучести и жаропрочности металлов и сплавов, наибольший эффект улучшения свойств железа и стали получен в результате так называемой многократной механико-термической обработки (ММТО). Последняя заключается в многократном деформировании металла растяжением на полную длину площадки текучести, чередующемся со старением при 100-200°С (для железа и его сплавов). ММТО снижает скорость ползучести стали 10 при 400°С на несколько порядков и значительно повышает кратковременную прочность (предел текучести в 2,5 раза, предел прочности на 65-70%) по сравнению, с отожженным состоянием.

Наблюдаемые эффекты объясняются созданием в результате ММТО стабильной дислокационной структуры, благодаря, последовательному блокированию атмосферами Коттрелла приграничных дислокационных скоплений высокой плотности, возникающих после любого цикла обработки.

В связи с эффективным влиянием ММТО на сопротивление ползучести и механические свойства ОЦК металлов, было исследовано изменение сопротивления микропластическим деформациям углеродистой стали после этой обработки, которая подходит для изготовления заявленной детали [19].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Данная сталь оптимально подходит для изготовления детали «Корпус фильтра».

1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Технологический анализ детали проводят как качественный, так и количественный [6].

Качественная оценка технологичности детали.

Обработка стали 10 не вызывает особой трудности и производится стандартными инструментами.

Конструкция детали имеет несколько сложных по форме канавок, легко обрабатываемых специальными фасонными резцами. Деталь не имеет труднообрабатываемых уступов. Неответственные поверхности имеют значительные допуски на размер. Основными поверхностями детали являются внутренне отверстие $\varnothing 55,2H10$ под уплотнение, и наружные поверхности $\varnothing 108h11$ и $\varnothing 80h10$ для установки корпуса в сборочный узел корпуса силового агрегата.

Жесткость при закреплении и механической обработке детали не требует применение люнета. На токарной операции с ЧПУ деталь следует обрабатывать за два станка.

Цилиндрические поверхности с высокими требованиями к точности и шероховатости обрабатываются шлифованием, чистовым или тонким точением.

Задачу точности расположения поверхностей следует решать за счет точности станка и технологической оснастки.

Так требования к точности радиального биения можно обеспечить при обработке поверхностей $\varnothing 80$ мм и $\varnothing 108$ мм обработкой с одного станка.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 10 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Исходя из служебного назначения, анализа рабочего чертежа можно сформулировать основные технологические задачи детали «Корпус фильтра»:

- Обеспечить качество:

левые торцы Ø72, Ø108, Ø204, отверстие Ø66,4 и 3 отверстия М8-6G по Ra6,3мкм; остальные поверхности по Ra 12,5мкм.

- Обеспечить точность:

3-х отверстий М8 по 6G, поверхности ø80, отверстие Ø55,2, размеры 94мм и 98мм по 10-му качеству, поверхности ø108 и размер 36,8мм по 11-му качеству, размеры 84мм, 40мм, 66,4мм, паз шириной 14мм, размеры 3,6мм, 14,8мм и 54,4мм по 13-му качеству, поверхности Ø72мм, Ø76мм и Ø204мм, отверстия Ø66,4мм, Ø31,2мм, Ø72 и два отверстия Ø26, размеры 12мм, 16мм, 69,2мм, 4,8мм и паз длиной 32мм по 12-му качеству, остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Обеспечить допуск радиального биения поверхности ø80h10 относительно базы Ж в пределах 0,01мм.

- Обеспечить допуск радиального биения поверхности ø108h11 относительно базы Ж в пределах 0,01мм.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий М8-6G в пределах 0,1мм на радиус. Допуск зависимый.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø26H12 относительно базы Ж в пределах 0,1мм на радиус. Допуск зависимый.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø8,4 относительно базы З в пределах 0,1мм на радиус. Допуск зависимый.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø8,4 относительно базы З в пределах 0,1мм на радиус. Допуск зависимый.

- Обеспечить на поверхностях К и Л уступы и зарезы в пределах допусков.

- Обеспечить покрытие Хим. Н15, кроме поверхности М.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 11 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Количественная оценка технологичности детали

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

где T_i – квалитеты;

Ψ_i – значение параметра шероховатости;

n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

| T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ | T_i | n_i | $T_i \cdot n_i$ |
|-------|-------|-----------------|-------|-------|-----------------|
| 6 | 3 | 18 | 12 | 13 | 156 |
| 10 | 4 | 40 | 13 | 7 | 91 |
| 11 | 2 | 22 | 14 | 23 | 322 |

$$\Sigma n_i = 52; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 649$$

$$T_{CP} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{649}{52} = 12,48$$

$$K_{Tq} = 1 - \frac{1}{T_{CP}} = 1 - \frac{1}{12,48} = 0,919$$

Чем выше показатель K_{Tq} , тем более технологична деталь.

Так как $K_{Tq} = 0,919 > K_T^{норм} = 0,85$, как видно из расчетов коэффициента точности больше 0,85, следовательно данная деталь технологична и обеспечение точности обрабатываемых поверхностей не представляет сложностей.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента шероховатости

| Ш_i | n_i | $\text{Ш}_i \cdot n_i$ | Ш_i | n_i | $\text{Ш}_i \cdot n_i$ |
|--------------|-------|------------------------|--------------|-------|------------------------|
| 6,3 | 7 | 44,1 | 12,5 | 45 | 562,5 |

$$\Sigma n_i = 52; \quad \Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i = 606,6$$

$$\text{Ш}_{cp} = \frac{\Sigma \text{Ш}_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{606,6}{52} = 11,67$$

$$K_{ш} = \frac{1}{\text{Ш}_{cp}} = \frac{1}{11,67} = 0,086$$

Чем больше $K_{ш}$, тем сложнее изготовление детали, т. к. $K_{ш}=0,086 < 0,32$, то деталь по данному показателю технологична. Обеспечение шероховатости поверхностей не представляет трудности.

Коэффициент использования материала [6, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{0,45}{0,63} = 0,714$$

Следовательно по коэффициенту точности $K_{ТЧ}=0,919$, коэффициенту шероховатости $K_{ш}=0,086$, деталь является технологичной.

Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что предполагаемый вариант получения заготовки (штамповка).

1.2. Выбор заготовки и метода её изготовления

1.2.1. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций ($K_{ЗО}$) [6, с. 33]:

Тип производства $K_{ЗО}$

Массовое.....1

Серийное:

крупносерийное.....св. 1 до 10

среднесерийное.....св. 10 до 20

мелкосерийное.....св. 20 до 40

Единичное..... св. 40

Таблица 5 – Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

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

При массе детали $m_{дет}=0,45$ кг и годовой программе выпуска $N=950$ шт., примем тип производства - мелкосерийное.

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций $K_{з.о}$.

Коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$ определяемого по формуле [6, с. 33]:

$$K_{з.о.} = \sum O / \sum P, \quad (1)$$

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

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

Годовая программа выпуска $N=950$ шт.

Располагая данными о штучном времени, определим количество станков по [6, с. 33]:

$$m_p = N \cdot T_{шт} / (60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}), \quad (2)$$

где F_d – годовой фонд времени при 2-х сменной работе оборудования, равен $F_d=5378$ ч.;

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

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p

Определим фактический коэффициент загрузки $\eta_{з.ф}$ по [6, с. 33]:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P, \quad (3)$$

- материал – сталь 10 ГОСТ 1050-88 ($\sigma_{\text{в}} = 390\text{МПа}$);
- годовое число деталей 950 шт.

Учитывая заданный материал – сталь 10, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Корпус фильтра» мы выбираем способ получения заготовки – штамповка на горизонтально-ковочной машине.

С целью повышения точности размеров и улучшению качества поверхностей применяют полугорячую штамповку, при которой ограничено окалинообразование.

Штамповка на горизонтально-ковочных машинах – высокопроизводительный процесс, обеспечивающий получение более сложных поковок (с выступами, впадинами в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, с глубокими сквозными отверстиями), чем на молотах и ГКШП с относительно малыми припусками на механическую обработку.

На ГКМ выполняют операции высадки, выдавливание, прошивки, что позволяет штамповать заготовки типа стержня с фланцем, кольца или стакана с профилированной образующей, выполнять высадку концов труб.

Штамповка на ГКМ выполняется обычно в нескольких ручьях.

Количество высадочных ручьев зависит от длины деформируемой части прутка и сложности конфигурации заготовки.

Штампы ГКМ состоят из подвижной и неподвижной матриц и блока пуансонов, с вертикальной или горизонтальной плоскостями разъемов. Схемы перемещения штампов в ГКМ с вертикальной и горизонтальной плоскостью разъема матриц. Наличие двух разъемов в штампе позволяет получать поковки без штамповочных уклонов по стенкам матриц.

Сквозные отверстия и углубления выполняют в том случае, если их оси совпадают с направлением движения высадочного блока пуансонов.

Диаметры или размеры прошиваемых отверстий - не менее 30 мм, а длина их не превышает трех диаметров. Уклоны впадин и сквозных

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

отверстий поковок выполняют 2-3°.

Точность штамповки на ГКМ не ниже, чем на КГШП, при формовке в матрицах можно получать заготовки, более приближающиеся к форме готовых деталей, с более высокой производительностью, чем на ГКШП.

Вместе с тем стоимость оборудования и штампов выше, чем при штамповке на прессах, и поэтому штамповка на ГКМ выполняется главным образом при серийном производстве.

Масса детали равна $M_d=0,45$ кг, масса заготовки $M_z=0,63$ кг. По содержанию углерода сталь 10 относится к группе сталей М1. По соотношению объёма детали к объёму элементарной фигуры в которую вписывается деталь $V_{ДЕТ}/V_{ЗАГ}=57692,3/4540929,8=0,013$ степень сложности С4 ГОСТ 7505-89.

Класс точности поковки Т4 ГОСТ 7505-89.

При массе заготовки 0,63 кг исходный индекс заготовки равен 11 ГОСТ 7505-89.

1.2.3. Расчет припусков

Расчет припусков по табличному методу производится в следующей последовательности. Сначала определяются общие припуски на все обрабатываемые поверхности исходной заготовки. Затем для каждой обрабатываемой поверхности в соответствии с числом и последовательностью технологических переходов устанавливаются номинальные припуски и допуски на размеры по [6, с 184-189 табл.27-28].

При этом припуски назначаются, начиная с последнего перехода. Номинальный припуск на первый черновой переход определяется как разность между общим припуском на обрабатываемую поверхность исходной заготовки и суммой номинальных припусков на последующих переходах.

На рисунке 2 покажем эскиз детали, проставим размеры и назначим на

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

них припуски и допуски по [6, с 184-189 табл.27-28], а результаты занесем в таблицу 6.

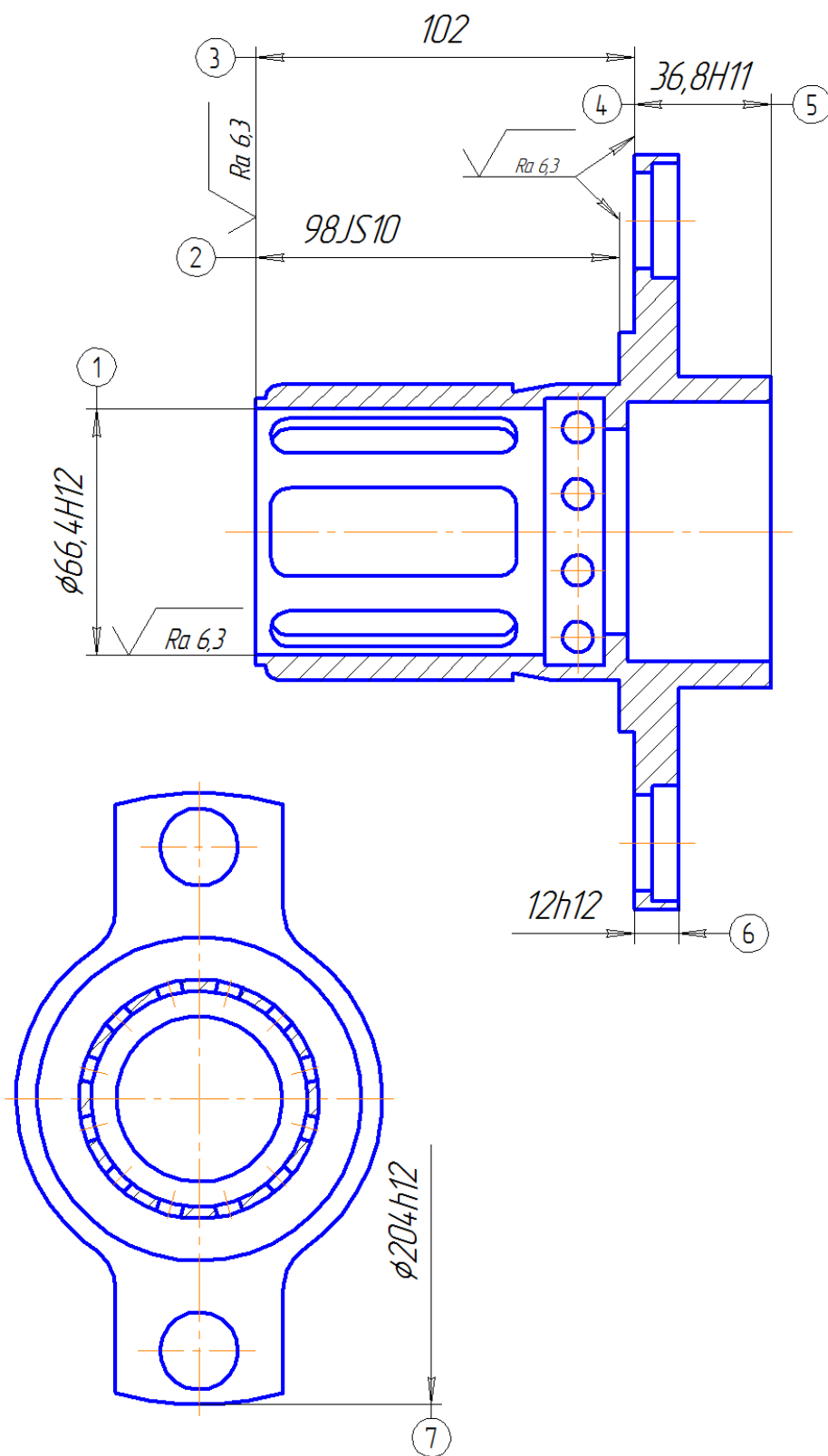


Рисунок 2 – Эскиз детали «Корпус фильтра»

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

ДП 44.03.04.534.ПЗ

Лист

18

Таблица 6 – Припуски и допуски на обработку поверхностей детали

| Технологические переходы | Поверхность | Припуск, мм | Размер, мм | Отклонения, мм | |
|--------------------------|-------------|-------------|------------|----------------|-------|
| | | | | | |
| Заготовка - штамповка | 1 | 2,5 | 61,4 | +0,7 | -1,3 |
| | 2 | 3,0 | 99,0 | +1,4 | -0,8 |
| | 3 | 3,0 | 99,0 | +1,4 | -0,8 |
| | 4 | 2,0 | 44,8 | +1,3 | -0,7 |
| | 5 | 2,0 | 44,8 | +1,3 | -0,7 |
| | 6 | 2,0 | 20,0 | +1,3 | -0,7 |
| | 7 | 3,5 | 211 | +1,6 | -0,9 |
| Точение однократное | 1 | 2,5 | 66,4 | +0,30 | -0 |
| | 2 | 3,0 | 98 | +0,07 | -0,07 |
| | 3 | 3,0 | 102 | +0,45 | -0,45 |
| | 4 | 2,0 | 36,8 | +0,16 | -0 |
| | 5 | 2,0 | 36,8 | +0,16 | -0 |
| | 6 | 2,0 | 12 | +0 | -0,18 |
| | 7 | 3,5 | 204 | +0 | -0,46 |

1.3. Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус фильтра»

1.3.1. Выбор технологических баз

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

Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы. К основным технологическим базам относят поверхности $\varnothing 80h10$, $\varnothing 108h11$, левый торец $\varnothing 204$ и отверстия $\varnothing 26H12$. К вспомогательным базам относят поверхность $\varnothing 72h12$, канавку $\varnothing 76h12$ и отверстие $\varnothing 66,4H12$.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будет торец «А», поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух

перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

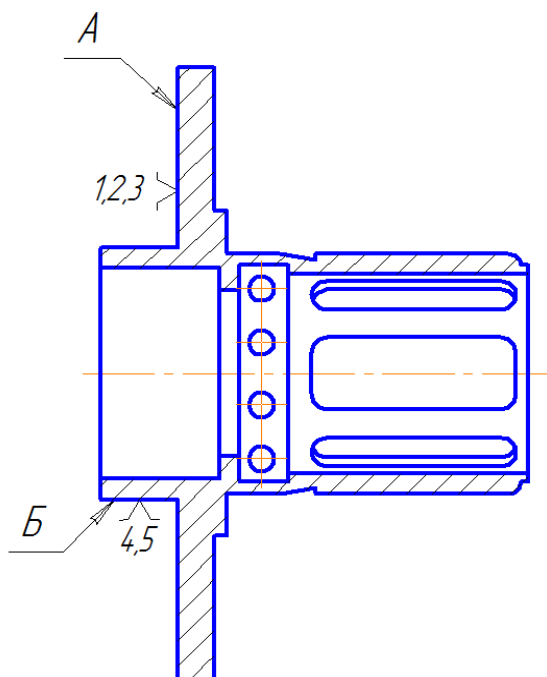


Рисунок 3 – Черновые базы технологического процесса установка А

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. В нашем случае чистовыми базами является торец «В» и поверхность «Г».

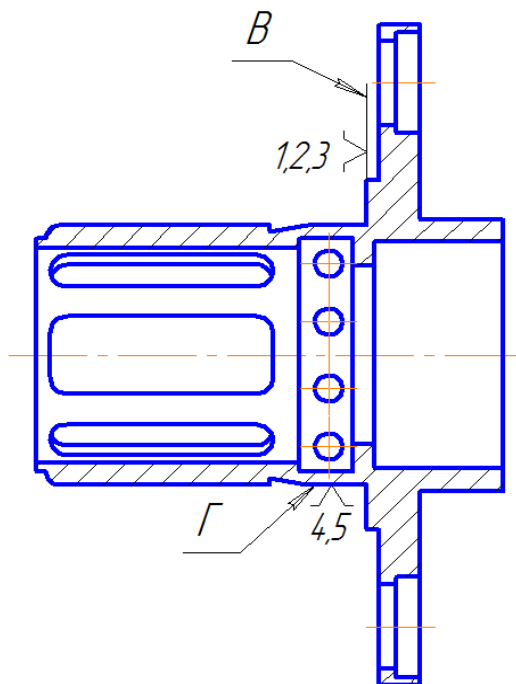


Рисунок 4 – Черновые базы технологического процесса установка Б

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 20 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 44.03.04.534.ПЗ | | | | | |

Левый торец «В» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Г» лишает деталь 2-х степеней свободы двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Чистовое базирование представлено на рисунке 4.

1.3.2. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 5 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3] и занесем в таблицу 7.

Таблица 7 – Методы обработки поверхностей

| № пов. | Точность поверхности | Метод обработки |
|---------|----------------------|---|
| 1 | h13 | Фрезеровать однократно |
| 2 | H13 | Фрезеровать однократно |
| 3 | G6 | Сверлить отверстие, нарезать резьбу |
| 4, 5, 6 | H14 | Фрезеровать однократно |
| 7 | H12 | Сверлить отверстие |
| 8 | H12 | Расточить однократно |
| 9 | H14 | Сверлить отверстие |
| 10 | h10 | Точить предварительно и окончательно |
| 11 | h12 | Точить однократно |
| 12 | h11 | Точить предварительно и окончательно |
| 13 | H12 | Расточить однократно |
| 14 | h12 | Точить однократно |
| 13 | H14 | Сверлить отверстие |
| 15, 16 | H13 | Фрезеровать однократно |
| 17, 18 | JS10 | Подрезать предварительно и окончательно |
| 19, 20 | H11 | Подрезать предварительно и окончательно |
| 22 | H12 | Сверлить отверстие |
| 23, 25 | h12 | Точить однократно |
| 24 | H10 | Расточить предварительно и окончательно |
| 26 | H13 | Фрезеровать однократно |

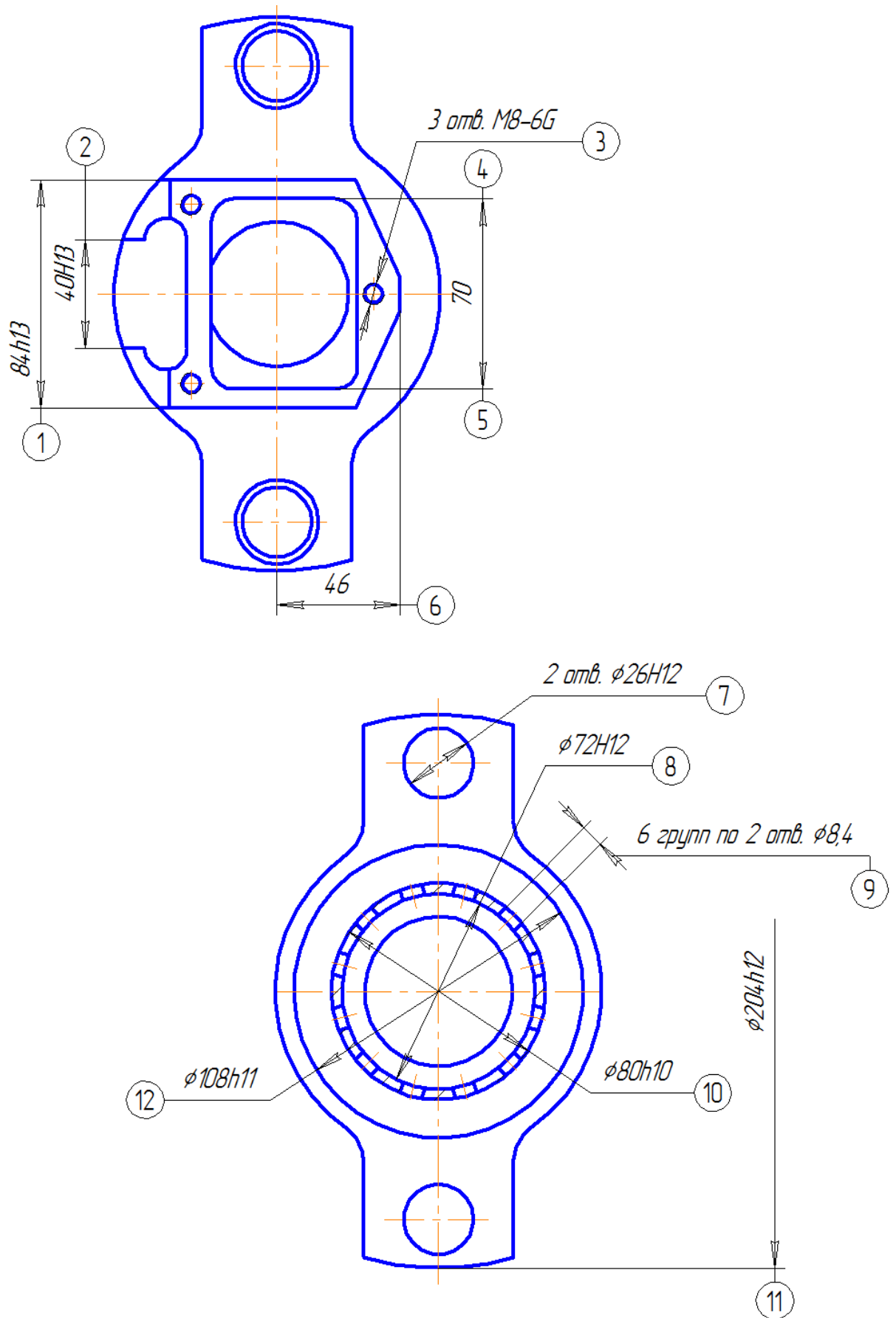


Рисунок 5 – Эскиз детали «Корпус фильтра»

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

ДП 44.03.04.728.ПЗ

Лист
22

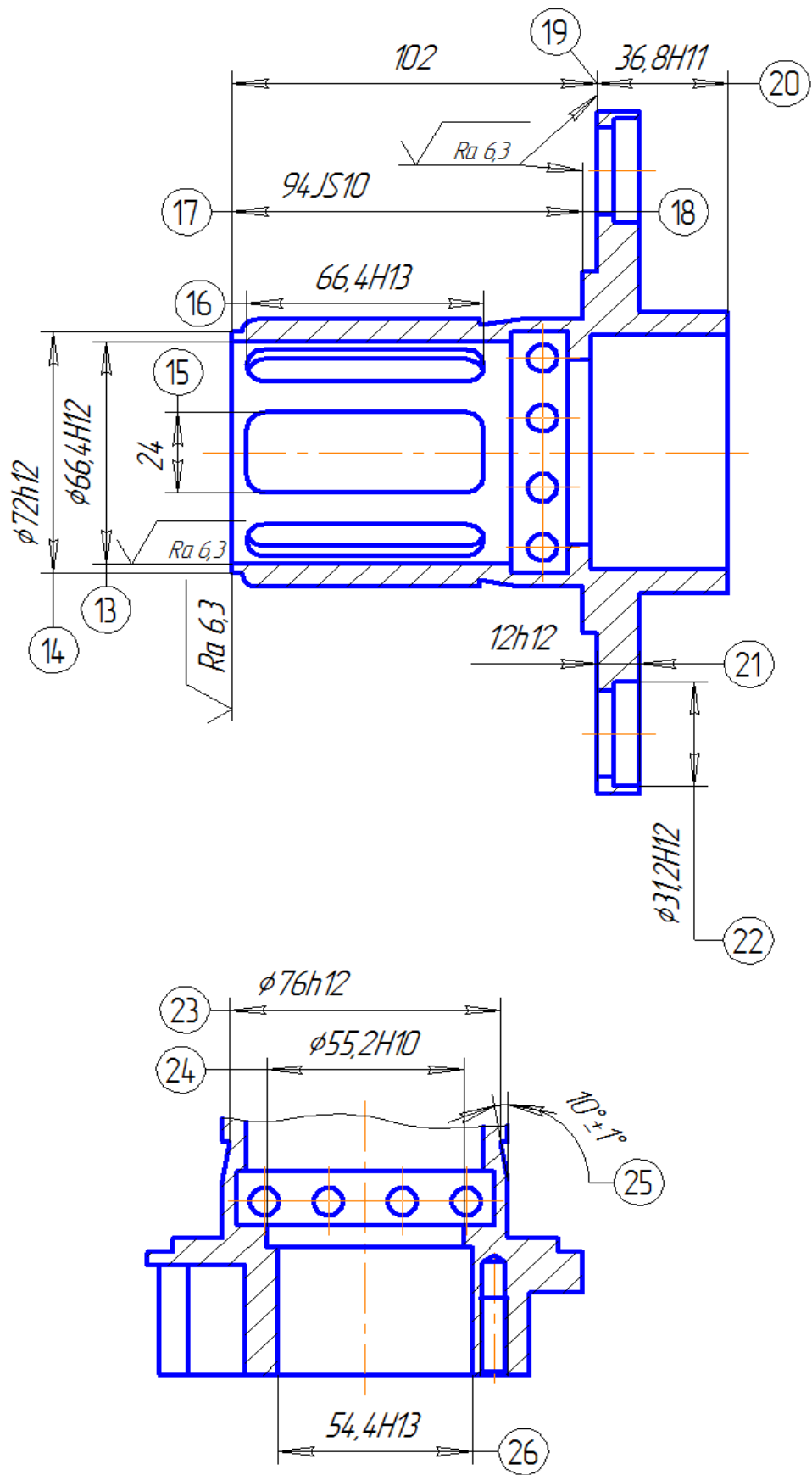


Рисунок 6 – Эскиз детали «Корпус фильтра»

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 23 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 44.03.04.534.ПЗ | | | | |

1.3.3. Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование; технологическая оснастка (в том числе инструменты и средства контроля); приспособление, средства механизации и автоматизации технологических процессов [6, с. 77].

Выбор оборудования

Применение при обработке деталей станков с ЧПУ – прогрессивный шаг и дает ряд преимуществ, таких как:

- повышение производительности труда;
- уменьшение количества оборудования и как следствие производственных площадей;
- сокращение количества персонала.

Применение данного оборудования позволят более эффективнее работать предприятию в условиях кризисных явлений наблюдающихся с 2014 года в машиностроительной области РФ.

Выбор типа станка необходимо сопоставить с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качество обрабатываемых поверхностей.

В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели СТХ gamma 2000. Обрабатывающий центр представляет собой multifunctional машину с компактной модульной конструкцией, которая позволяет осуществлять простую обработку заготовок при помощи одного шпиндельного патрона и револьверной головки, а также выполнять сложнейшие операции при перемещении суппорта по оси Y с применением противошпинделя (опция). Так же станок оснащён мощным токарно-фрезерным шпинделем с торк-двигателем. Интегрированный дисковый магазин на 36 инструментов. Производительность модели СТХ

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 24 |

гамма 2000 СТ увеличена на 30% по сравнению со стандартными станками.

Отличительной особенностью данного станка является увеличенная рабочая зона, что позволяет обрабатывать металлические изделия различных размеров. Все детали машины изготовлены из высококачественных прочных материалов, что обеспечивает их износостойчивость и длительный срок службы.

Отличительные особенности токарно-фрезерного станка DMG CTX gamma 2000 TC:

- повышение продуктивности за счет оптимизации процесса обработки;
- инновационное многоканальное программирование ShopTurn 3G для существенного сокращения времени программирования сложных контуров;
- абсолютная гибкость между DIN & WOP – DIN с оптимизацией времени и удобное программирование ShopTurn 3G;
- гибкое использование рабочей зоны и повышение продуктивности для малых и средних партий продукции с дополнительным револьвером;
- расширение возможностей обработки CTX gamma TC;
- быстрое, простое и четко структурированное управление инструментами.

Высокое качество обработки достигается благодаря наличию специальных измерительных устройств, а также надежной системой контроля компании Siemens. Необходимые сведения о состоянии рабочих органов станка на протяжении производственного процесса отображается на многоканальном сенсорном дисплее в виде общепринятых символов.

Программное обеспечение поддерживает возможность использование 3D графики. Программирование и моделирование осуществляется непосредственно в производственных условиях.

В таблице 8 представлена техническая характеристика станка CTX gamma 2000TC. На рисунках 9 и 10 представлен обрабатывающий центр CTX gamma 2000 TC.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 25 |



Рисунок 9 – Обрабатывающий центр CTX gamma 2000 TC

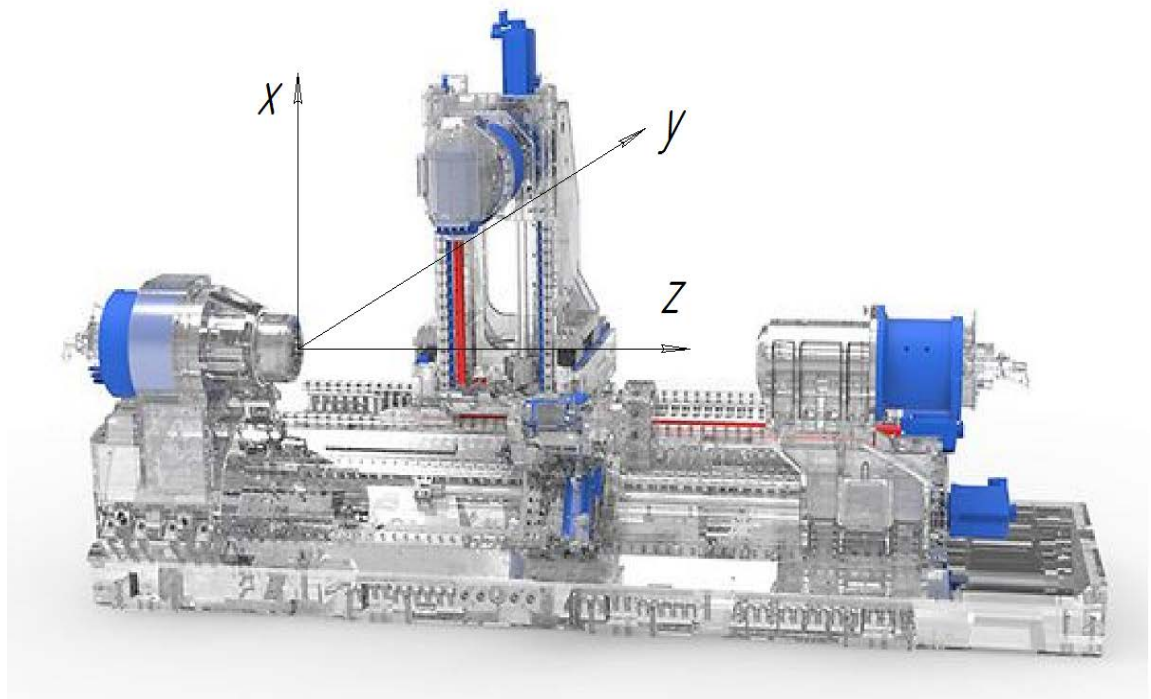


Рисунок 10 – Обрабатывающий центр CTX gamma 2000 TC без кожуха с указанием осей координат

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 26 |

Таблица 8 – Техническая характеристика ОЦ СТХ gamma 2000 TC

| | |
|---|-------------------|
| Модель обрабатывающего центра | СТХ gamma 2000 TC |
| Максимальный диаметр обтачивания, мм | 630 |
| Максимальная длина заготовки, мм | 2050 |
| Макс. число оборотов главного шпинделя, об/мин | 4000 |
| Макс. мощность главного привода, кВт | 35 |
| Макс. число оборотов контр шпинделя, об/мин | 5000 |
| Макс. мощность контр шпинделя, кВт | 25 |
| Количество приводных инструментов | 12 |
| Макс. число оборотов приводного инструменты, об/мин | 4000 |
| Время переключения инструменты, с | 4 |
| Перемещение по осям X/Y/Z, мм | 650/±200/2050 |
| Масса станка, кг | 14000 |

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Iscar».

1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

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

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали, выбор оборудования показано в таблице 9.

Таблица 9 – Проектный вариант обработки детали «Корпус фильтра»

| № опер | Содержание операции | Оборудование |
|--------|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 | <p><u>Установ А</u> Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11. Точить канавку 23, 25. Расточить отверстия 13, 24. Расточить отверстие 8. Сверлить 12 отверстий 9.</p> | Обрабатывающий центр с ЧПУ модели |

Окончание таблицы 9

| 1 | 2 | 3 |
|-----|--|---|
| | Фрезеровать пазы 15, 16. | CTX gamma 2000ТС |
| 005 | <u>Установ Б</u> Точить поверхность 1 и 21. Фрезеровать поверхности 1, 2, 4, 5, 6, 26. Сверлить 2 отверстия 7. Сверлить 2 отверстия 22. Сверлить 3 отверстия 22 под резьбу 3. Зенковать фаски в 3-х отверстиях 3. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 3. | Обрабатывающий центр с ЧПУ модели CTX gamma 2000 ТС |
| 010 | Промывка | Машина моечная |
| 015 | Контроль | Стол контрольный |

1.3.5. Выбор режущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «Iscar» [15, 16]. Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «Iscar».

При выборе инструмента и «начальных» режимов резания, первым делом, необходимо определить принадлежность обрабатываемого материала к одной из шести групп. Эта классификация материалов ведется в соответствии со стандартом ISO 513: представители (материалы) каждой группы вызывают в процессе их обработки качественно одинаковый тип нагрузки на режущую кромку, и, соответственно, подобный тип износа.

Сталь 10 (углеродистая с $\sigma_{вр}=390\text{МПа}$) относится к группе материалов Р-1 [15, с. 398].

На рисунке 11 показан скриншот выбора группы материала из каталога «Iscar» [15, с. 398].

Рекомендуемые сплавы для обработки материалов группы Р-1 по [15, с. 400-402]: IC8150, IC5005, IC520N.

ГРУППЫ МАТЕРИАЛОВ

В соответствии со стандартами DIN / ISO 513 и VDI 3323

| ISO | Материал | Состояние | Прочность на разрыв [Н/мм²] | Кс1 ⁽¹⁾ [Н/мм²] | m _c ⁽²⁾ | Твёрдость HB | Материал №. ⁽³⁾ | |
|-----|--|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|----|
| P | Нелегированная сталь, литейная | < 0.25 %C | Отпущенная | 420 | 1350 | 0.21 | 125 | 1 |
| | | >= 0.25 %C | Отпущенная | 650 | 1500 | 0.22 | 190 | 2 |
| | сталь, автоматная | < 0.55 %C | Закалённая и отпущенная | 850 | 1675 | 0.24 | 250 | 3 |
| | | >= 0.55 %C | Отпущенная | 750 | 1700 | 0.24 | 220 | 4 |
| | сталь | | Закалённая и отпущенная | 1000 | 1900 | 0.24 | 300 | 5 |
| | Низколегированные стали, литейные стали (содержание легирующих элементов менее 5%) | | Отпущенная | 600 | 1775 | 0.24 | 200 | 6 |
| | | | | 930 | 1675 | 0.24 | 275 | 7 |
| | | | Закалённая и отпущенная | 1000 | 1725 | 0.24 | 300 | 8 |
| | | | | 1200 | 1800 | 0.24 | 350 | 9 |
| | Высоколегир. сталь, литейная сталь, инструмент. сталь | | Отпущенная | 680 | 2450 | 0.23 | 200 | 10 |
| | | Закалённая и отпущенная | 1100 | 2500 | 0.23 | 325 | 11 | |
| M | Нержавеющая сталь, литейная сталь | Ферритная/Мартенситная | 680 | 1875 | 0.21 | 200 | 12 | |
| | | Мартенситная | 820 | 1875 | 0.21 | 240 | 13 | |
| | | Аустенитная | 600 | 2150 | 0.20 | 180 | 14 | |

■ Сталь ■ Нержав. сталь ■ Чугун
■ Цветные металлы ■ Жаропрочн. сплавы ■ Закалённая сталь

⁽¹⁾ Определённая сила резания для отрезка стружки 1 мм².

⁽²⁾ Фактор толщины стружки.

⁽³⁾ Список материалов: см. стр. E10-45.

E2

ISCAR

Рисунок 11 – Выбор группы материала для стали 10

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11.

Державка SCLCL 2020K12 [15, с. 45],

где обозначено: S – система крепления СМП (крепление винтом), С – форма пластины (ромб 80°), L – главный угол в плане (95°), С – задний угол пластины (7°), L – направление резания (левое), 20 – высота державки (20мм), 20 – ширина державки (20мм), К – длина державки (125мм), 12 – размер пластины (12мм) [15, с. 10-11] (рис. 12).

Размеры резца: h=b=20мм, l₂=18мм, f=25мм, l₁=125мм [15, с. 45] (рис. 12).

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 29 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 44.03.04.534.ПЗ | | | | |

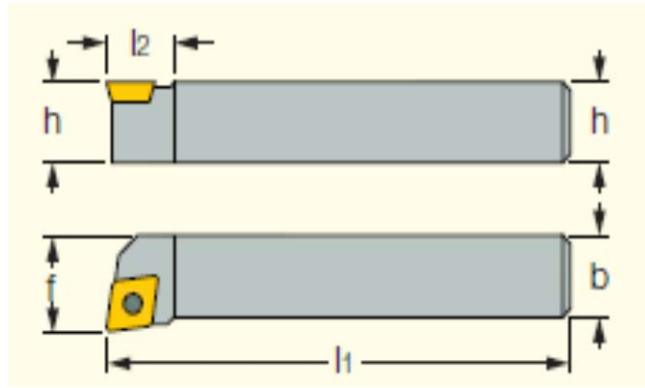


Рисунок 12 – Токарный резец для наружной обработки

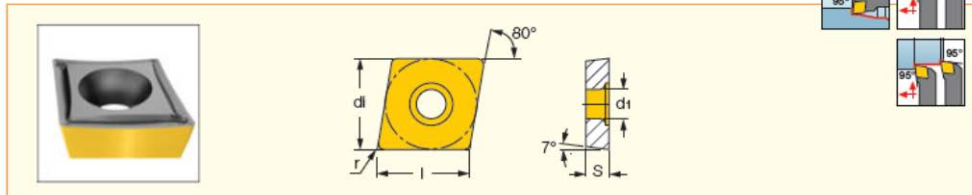
Пластина CCMT 120404 SM IC8150 [15, с. 201],

где обозначено: С - форма пластины (ромб 80°), С - задний угол пластины (равен 7°), М – класс точности, Т – тип СМП (стружколом на одной стороне с отверстием и фаской), 12 – номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина (4,76мм), 04 – радиус при вершине, SM – обозначение стружколома, IC8150 – материал пластины [15, с. 149-150].

ISOTURN

CCMT/CCGT-SM

Односторонние позитивные 80° ромбические пластины с задним углом 7° для полустового и чистового точения мягких материалов и сплавов с редкими добавками



| Обозначение | Параметры | | | | | Прочный → Твердый | | | | | | | | | | Рекомендованные режимы | | | | |
|----------------|-----------|-------|------|------|------|-------------------|-------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|--------|------------------------|-------|-------|-----------|-----------|
| | l | di | S | r | d1 | IC3028 | IC630 | IC6250 | IC6015 | IC8150 | IC6025 | IC20 | IC428 | IC5010 | IC5005 | IC807 | IC907 | IC806 | ap (мм) | f (мм/об) |
| CCGT 060201-SM | 6.30 | 6.35 | 2.38 | 0.10 | 2.80 | | | | | | | | | | | | • | | 0.25-2.00 | 0.05-0.20 |
| CCGT 060202-SM | 6.30 | 6.35 | 2.38 | 0.20 | 2.80 | | | | | | | | | | | | | | 0.25-2.00 | 0.05-0.25 |
| CCMT 060202-SM | 6.30 | 6.35 | 2.38 | 0.20 | 2.80 | | | • | | | | | | | | | | | 0.25-2.00 | 0.05-0.25 |
| CCMT 060204-SM | 6.30 | 6.35 | 2.38 | 0.40 | 2.80 | | | • | | | | | | | | | | | 0.50-2.50 | 0.07-0.25 |
| CCMT 060208-SM | 6.30 | 6.35 | 2.38 | 0.80 | 2.80 | | | • | | | | | | | | | | | 0.50-2.50 | 0.07-0.25 |
| CCMT 09T302-SM | 9.70 | 9.53 | 3.97 | 0.20 | 4.40 | | | • | | | | | | | | | | | 0.50-2.50 | 0.06-0.25 |
| CCMT 09T304-SM | 9.70 | 9.53 | 3.97 | 0.40 | 4.40 | • | • | • | | | | • | • | • | • | • | • | | 0.50-2.50 | 0.06-0.25 |
| CCMT 09T308-SM | 9.70 | 9.53 | 3.97 | 0.80 | 4.40 | | | • | | | | | | • | • | • | • | | 0.50-3.00 | 0.07-0.25 |
| CCMT 120404-SM | 12.90 | 12.70 | 4.76 | 0.40 | 5.50 | | | • | | | | | | | | | | | 0.70-3.50 | 0.07-0.25 |
| CCMT 120408-SM | 12.90 | 12.70 | 4.76 | 0.80 | 5.50 | | | • | | | | | | | | | | | 0.70-3.50 | 0.07-0.30 |

* Руководство по эксплуатации и рекомендации по режимам резания, см. стр. B118-123, B227-231, B246-249.

Державки, см. стр. • C#-SCLCR/L (D14) • E-SCLCR/L-HEAD (B96) • E/S-SCLCR/L (B97) • IM-SCLCR/L (D42) • PCLCR/L-S (B40) • SCACR (B39) • SCLCR/L (B38) • SCLCR/L-PAD (B38).

B170

ISCAR

Рисунок 13 – Выбор СМП и режимов резания

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,7...3,5\text{мм}$, $f=0,07...0,25\text{мм/об}$ [15, с. 201], $V_c=200...320\text{м/мин}$ [15, с. 144].

На рисунке 13 представлен скриншот выбора СМП и элементов режима резания.

Переход 2. Точить канавку 23, 25.

Державка SCLCR 2020K12 [15, с. 45].

Пластина CCMT 120404 SM IC8150 [15, с. 201].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,7...3,5\text{мм}$, $f=0,07...0,25\text{мм/об}$ [15, с. 201], $V_c=200...320\text{м/мин}$ [15, с. 144].

Переход 3. Расточить отверстия 13 и 24.

Резец расточной A25R PCLNL-12X [15, с. 95] (рис. 14).

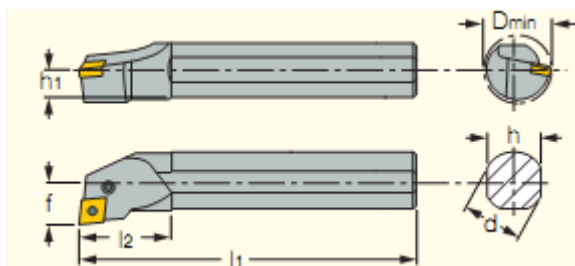


Рисунок 14 – Токарный резец для растачивания отверстий

Размеры резца: $d=25\text{мм}$, $l_1=200\text{мм}$, $l_2=51\text{мм}$, $h=23\text{мм}$, $h_1=11,5\text{мм}$, $f=21\text{мм}$, $D_{\min}=50\text{мм}$ [15, с. 95].

Пластина CNMX-120716-HTW IC8150 [15, с. 173].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=2,0...10,5\text{мм}$, $f=0,20...0,60\text{мм/об}$ [15, с. 173], $V_c=280...420\text{м/мин}$ [15, с. 144].

Переход 4. Расточить отверстие 8.

Резец канавочный GHIL 20-3 [15, с. 89] (рис. 15).

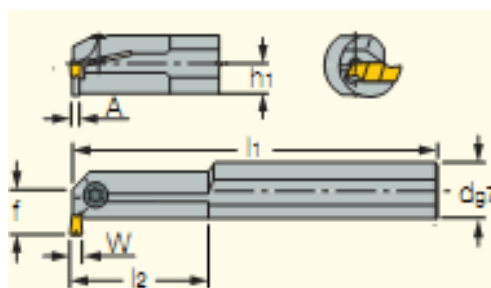


Рисунок 15 – Токарный канавочный

Размеры резца: $d=20\text{мм}$, $l_1=160\text{мм}$, $l_2=16\text{мм}$, $h_1=9\text{мм}$, $f=14,5\text{мм}$,
 $D_{\min}=20\text{мм}$, $A=1,60\text{мм}$ [15, с. 89].

Пластина GIP1 3.00E-0.40 IC8250 [15, с. 94].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,5\dots1,5\text{мм}$, $f=0,06\dots0,12\text{мм/об}$
 [15, с. 94], $V_c=220\dots300\text{м/мин}$ [15, с. 144].

Переход 5. Сверлить 12 отверстий 9.

Сверло SCD 084-035-100 AP3 IC908 [16, с. 141] (рис.16),

где обозначено SCD – монолитное твердосплавное сверло, 084 – режущий диаметр (8,4мм), 035 – эффективная глубина сверления, 100 – диаметр хвостовика (10мм), А – тип хвостовика (цилиндрический), – охлаждение наружное, Р – для стали, 3 – глубина сверления (3D), IC908 – материал сверла [16, с. 115].

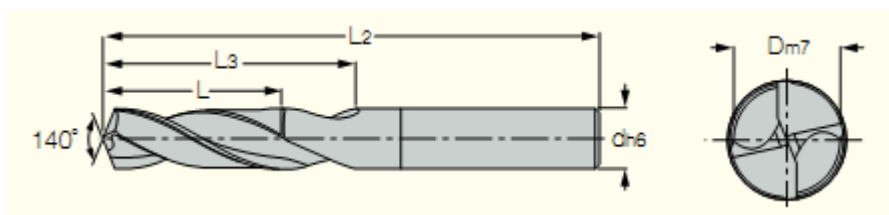


Рисунок 16 – Сверло цельное твердосплавное

Размеры сверла: $L_2=89\text{мм}$, $L_3=47\text{мм}$, $L=35\text{мм}$, $d=10\text{h8}$ [16, с. 119].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,20\dots0,30\text{мм/об}$,
 $V_c=80\dots120\text{м/мин}$ [16, с. 152].

Переход 6. Фрезеровать пазы 15, 16.

Фреза концевая EFS-E44 10-22C10CF72 IC900 [17, с. 57] (рис. 17),

где E – код цельной концевой фрезы, F – тип фрезы, S – конструктивная особенность (короткая), E – угол подъёма спирали (38°), 4 – количество зубьев, 10 – номинальный диаметр, 22 – длина режущей части, C – тип хвостовика (цилиндрический), 10 – диаметр хвостовика, CF – наличие фаски, 72 – общая длина [17, с. 56].

Размеры сверла: $D=10\text{мм}$, $a_p=22\text{мм}$, $L=72\text{мм}$, $d=10\text{h6}$ [17, с. 57].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,03\dots0,09\text{мм/зуб}$ [17, с. 57],

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 32 |

$V_c=260\dots280\text{м/мин}$ [17, с. 124].

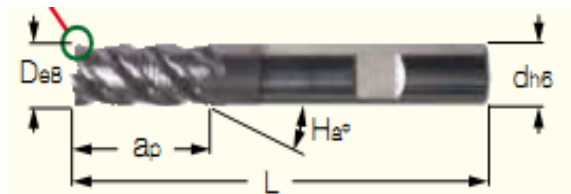


Рисунок 17 – Фреза концевая

Установ Б

Переход 1. Точить поверхность 1 и 21.

Державка SCLCL 2020K12 [15, с. 45].

Пластина CCMT 120404 SM IC8150 [15, с. 201].

Рекомендуемые режимы резания: $a_p=0,7\dots3,5\text{мм}$, $f=0,07\dots0,25\text{мм/об}$ [15, с. 201], $V_c=200\dots320\text{м/мин}$ [15, с. 144].

Переход 2. Фрезеровать поверхности 1, 2, 4, 5, 6, 26.

Фреза концевая EFS-E44 10-22C10CF72 IC900 [17, с. 57] (рис. 17),

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,03\dots0,09\text{мм/зуб}$ [17, с. 57], $V_c=260\dots280\text{м/мин}$ [17, с. 124].

Переход 3. Сверлить 2 отверстия 7.

Сверло DR026-052-32-09-2D-N (рис. 18) [16, с. 61].

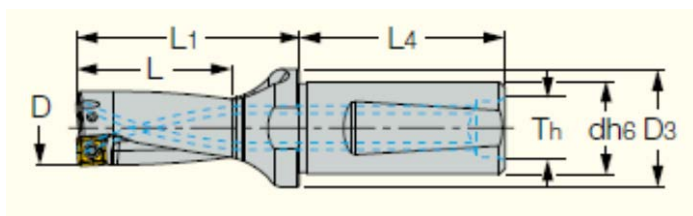


Рисунок 18 – Сверло со сменными пластинами

Размеры сверла: $D=26\text{мм}$, $L_1=84\text{мм}$, $L=52\text{мм}$, $L_4=58\text{мм}$, $d=32\text{мм}$, $D_3=42\text{мм}$ [16, с. 61].

Пластина SOMT 09T306-DT IC908 [16, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,06\dots0,16\text{мм/об}$, $V_c=180\dots260\text{м/мин}$ [16, с. 86].

Переход 4. Сверлить 2 отверстия 22.

Сверло DR031-062-32-09-2D-N (рис. 18) [16, с. 61].

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 33 |

Размеры сверла: $D=31,5\text{мм}$, $L_1=94\text{мм}$, $L=62\text{мм}$, $L_4=58\text{мм}$, $d=32\text{h6}$,
 $D_3=42\text{мм}$ [16, с. 561].

Пластина SOMT 09T306-DT IC908 [16, с. 71].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,08\dots0,19\text{мм/об}$,
 $V_c=180\dots260\text{м/мин}$ [16, с. 86].

Переход 5. Сверлить 3 отверстия 22 под резьбу 3 с одновременным
 зенкованием фасок 3.

Сверло комбинированное SCDT 068-021-100-M8 IC908 (рис. 19) [16, с.
 104].

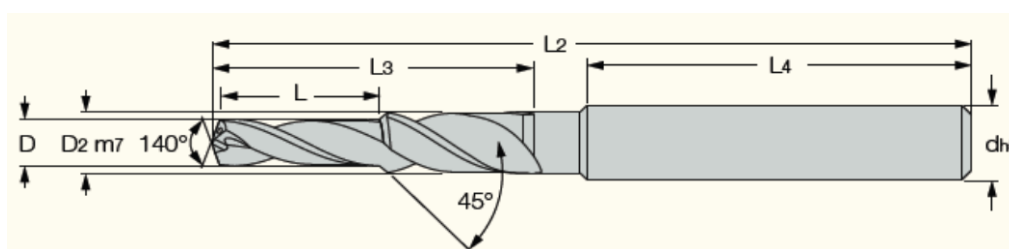


Рисунок 19 – Сверло комбинированное

Размеры сверла: $D=6,8\text{мм}$, $D_2=9\text{мм}$, $L_4=40\text{мм}$, $L=21\text{мм}$, $L_2=89\text{мм}$,
 $L_3=47\text{мм}$, $d=10\text{h6}$ [16, с. 104].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,15\dots0,25\text{ мм/об}$,
 $V_c=80\dots120\text{м/мин}$ [16, с. 86].

Переход 6. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 3.

Метчик машинный TC463366 HSS-E (рис. 20)

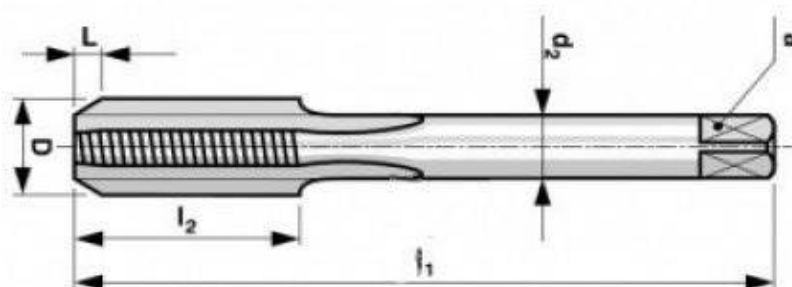


Рисунок 20 – Метчик машинный

Размеры метчика: $D=8\text{мм}$, $d_2=8\text{мм}$, $L_1=20\text{мм}$, $L=21\text{мм}$, $L_2=90\text{мм}$,
 $a=6,2\text{мм}$ [16, с. 104].

Выбранные элементы режима резания занесем в таблицу 10.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 34 |

Таблица 10 – Элементы режима резания

| Наименование операции, перехода, позиции | t, мм | So, мм/об | Sm, мм/мин | n, об/мин | V, м/мин |
|--|-----------|-----------|------------|-----------|----------|
| Операция 005 Комплексная с ЧПУ | | | | | |
| Установ А | | | | | |
| Переход 1 | 2...3 | 0,25 | 221 | 885-312 | 200 |
| Переход 2 | 2,0 | 0,22 | 195 | 885 | 200 |
| Переход 3 | 2,5...7,7 | 0,50 | 866 | 1439-1731 | 300 |
| Переход 4 | 3,2 | 0,10 | 102 | 1017 | 230 |
| Переход 5 | 4,2 | 0,25 | 948 | 3791 | 100 |
| Переход 6 | 10 | 0,20 | 1720 | 8599 | 270 |
| Установ Б | | | | | |
| Переход 1 | 2,0 | 0,25 | 82 | 328 | 210 |
| Переход 2 | 20 | 0,20 | 1720 | 8599 | 270 |
| Переход 3 | 13 | 0,11 | 270 | 2450 | 200 |
| Переход 4 | 2,6 | 0,13 | 279 | 2144 | 210 |
| Переход 5 | 3,4 | 0,20 | 937 | 4683 | 100 |
| Переход 6 | 0,6 | 1,25 | 2488 | 1990 | 50 |

1.3.6. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [6, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (6)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время на операцию, мин.;

n - количество деталей в партии, n=22 шт.;

t_0 - основное время, мин.;

t_B - вспомогательное время, мин.;

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

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

Вспомогательное время определяется по формуле [6, с. 99]:

$$t_B = t_{ус} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (7)$$

где $t_{ус}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

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

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

$t_{изм}$ - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [9, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (8)$$

где $t_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин.

Основное время [6, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_m} \cdot i, \quad (9)$$

где l - расчетная длина, мм;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [6, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (10)$$

где l_0 - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$ - величина перебега, мм.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Комплексная с ЧПУ.

Операция 005 Комплексная с ЧПУ

Установ А

Переход 1. Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 168 \text{ мм.}$$

Величина врезания и перебега [12, с. 95]: $l_{вр} + l_{пер} = 6,5 \text{ мм.}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 36 |

Тогда:

$$l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 168 + 6,5 = 174,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{01} = \frac{174,5}{221} = 0,79 \text{ мин.}$$

Переход 2. Точить канавку 23, 25.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 13,5 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 6 \text{ мм. } l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 13,5 + 6 = 19,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$

$$t_{02} = \frac{19,5}{195} = 0,10 \text{ мин.}$$

Переход 3. Расточить отверстия 13 и 24.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 144 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 7,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 144 + 7,5 = 151,5 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{151,5}{866} = 0,18 \text{ мин.}$$

Переход 4. Расточить отверстие 8.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 21,8 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 21,8 + 5 = 26,8 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{04} = \frac{26,8}{102} = 0,26 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить 12 отверстий 9.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 4,1 \text{ мм. } l_{ep} + l_{nep} = 5,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} = 4,1 + 5,5 = 9,6 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=12$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 37 |

$$t_{05} = \frac{9,6}{948} \cdot 12 = 0,12 \text{ мин.}$$

Переход 6. Фрезеровать пазы 15, 16.

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_0 = 152,8 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 152,8 + 5 = 157,8 \text{ мм.}$$

Число проходов равно $i=6$.

$$t_{06} = \frac{157,8}{1720} \cdot 6 = 0,55 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{\text{общА}} = 0,79 + 0,10 + 0,18 + 0,26 + 0,12 + 0,55 = 2,0 \text{ мин.}$$

Установ Б

Переход 1. Точить поверхность 1 и 21.

$$l_0 = 77 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 6,5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 77 + 6,5 = 83,5 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{83,5}{82} = 1,22 \text{ мин.}$$

Переход 2. Фрезеровать поверхности 1, 2, 4, 5, 6, 26.

$$l_0 = 472 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 36 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 472 + 36 = 508 \text{ мм.}$$

$$t_{02} = \frac{508}{1720} = 0,30 \text{ мин.}$$

Переход 3. Сверлить 2 отверстия 7.

$$l_0 = 12 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 12 + 5 = 17 \text{ мм.}$$

Число проходов $i=2$.

$$t_{03} = \frac{17}{270} \cdot 2 = 0,13 \text{ мин.}$$

Переход 4. Сверлить 2 отверстия 22.

Число проходов $i=1$.

$$l_0 = 7,2 \text{ мм. } l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 5 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ер}} + l_{\text{неp}} = 7,2 + 5 = 12,2 \text{ мм.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 38 |

$$t_{O4} = \frac{12,2}{279} \cdot 2 = 0,09 \text{ мин.}$$

Переход 5. Сверлить 3 отверстия 22 под резьбу 3 с одновременным зенкованием фасок 3.

Число проходов $i=3$.

$$l_0 = 34 \text{ мм. } l_{\text{ср}} + l_{\text{пер}} = 5,2 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ср}} + l_{\text{пер}} = 34 + 5,2 = 39,2 \text{ мм.}$$

$$t_{O5} = \frac{39,2}{937} \cdot 3 = 0,13 \text{ мин.}$$

Переход 6. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 3.

Число проходов $i=3$.

$$l_0 = 23 \text{ мм. } l_{\text{ср}} + l_{\text{пер}} = 4,2 \text{ мм. } l = l_0 + l_{\text{ср}} + l_{\text{пер}} = 23 + 4,2 = 27,2 \text{ мм.}$$

$$t_{O6} = \frac{27,2}{2488} \cdot 3 = 0,03 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на установе Б:

$$t_{\text{общБ}} = 1,22 + 0,30 + 0,13 + 0,09 + 0,13 + 0,03 = 1,90 \text{ мин.}$$

Общее машинное время на всей операции:

$$t_O = 2,0 + 1,90 = 3,90 \text{ мин.}$$

Определим элементы вспомогательного времени [6, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 2,12 \text{ мин.; } t_{\text{уп}} = 11,25 \text{ мин.; } t_{\text{изм}} = 22,81 \text{ мин.}$$

$$t_B = 2,12 + 11,25 + 22,81 = 36,18 \text{ мин.}$$

Оперативное время [8, с. 101]:

$$t_{\text{он}} = t_O + t_B = 3,90 + 36,18 = 40,08 \text{ мин.}$$

Время технического обслуживания [12, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{он}}}{100} = \frac{6 \cdot 40,08}{100} = 2,41 \text{ мин.}$$

Время организационного обслуживания [8, с. 102]:

$$t_{\text{орг}} = \frac{8 \cdot t_{\text{он}}}{100} = \frac{8 \cdot 40,08}{100} = 3,21 \text{ мин.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 39 |

Время на отдых [8, с. 102]:

$$t_{om} = \frac{2,5 \cdot t_{on}}{100} = \frac{2,5 \cdot 40,08}{100} = 1,0 \text{ мин.}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 40,08 + 2,41 + 3,21 + 1,0 = 46,70 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [8, с. 216-217]:

$$T_{п.з.} = 26 \text{ мин.}$$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{26}{22} + 46,07 = 47,25 \text{ мин.}$$

1.3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Корпус фильтра»

Проектируемый технологический процесс механической обработки детали «Корпус фильтра» предполагает использование токарного центра с ЧПУ модели СТХ gamma 2000 ТС. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens.

Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik. Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 40 |

обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки. NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы, изогнутые карманы, плоское фрезерование;
- циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу / сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/ параллелограмм.

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

В дипломном проекте управляющую программу разработаем на 005 операцию «Комплексная с ЧПУ» установ А. Операция состоит из шести переходов:

1. Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11.
2. Точить канавку 23, 25.
3. Расточить отверстия 13 и 24.

4. Расточить отверстие 8.
5. Сверлить 12 отверстий 9.
6. Фрезеровать пазы 15, 16.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.3.5.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакатах 3 и 4.

Инструментам присвоим номера T1...T6.

Управляющая программа для операции 005 Установ А представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

| Кодирование информации, содержание кадра | Содержание кадра УП |
|--|--|
| 1 | 2 |
| WWP | Позиция смены инструмента |
| T1 D1 | Выбор резца |
| G90 G54 G18 | Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z |
| G96 S200 Lims=1000 M4 | Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки |
| G0 X215 Z0 | Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами |
| G1 X-0.4 F0.25 | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| G0 X220 Z0 | Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами |
| CYCLE95("contur",2,0.05,0.15,0,0.25,0.1,0.07,9,0,10,1) | Цикл снятия припуска: 2 – припуск под черновое точение, 0.05 – припуск под чистовое точение по оси Z, 0.15 - припуск под чистовое точение по оси X, 0.25 – |

Окончание таблицы 11

| 1 | 2 |
|----------------------|---|
| | рабочая подача при черновом точении, 0.1 – подача на врезание, 0.07 – подача при чистовом точении, 10 – длина пути обработки, 1 – путь отвода |
| "contur" | подпрограмма |
| G90 G18 DIAMON ;*GP* | Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально |
| G0 X54 Z2,5 ;*GP* | Движение к заданным координатам на ускоренной подаче |
| G1 Z0 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| X72 | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| Z-2.5 | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| X80 RND=2.4 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче, круговая интерполяция радиусом 2.4 |
| Z-94 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| X108 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| Z-102;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| X204 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| Z-116 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| X204 ;*GP* | Движение к заданным координатам на рабочей подаче |
| M17 | Конец подпрограммы |

Управляющая программа на остальные переходы представлена в приложении В.

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Корпус фильтра» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 950 штук в год.

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

В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам – разрабатываемому варианту и по альтернативному варианту, целью анализа является выявление наиболее выгодного с точки зрения вложенных средств и полученных результатов проекта.

По проектируемому варианту применяем обрабатывающий центр СТХ gamma 2000 TC и режущий инструмент фирмы «Iskar». По альтернативному варианту применяем ОЦ фирмы Okuma модели LT 2000 EX и инструмент фирмы «Seco». Оба станка позволяют выполнить обработку детали «Корпус фильтра».

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле [14]:

$$K = K_{об} + K_{про} \quad (11)$$

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

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 44 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [14]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (12)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа производства деталей, по разрабатываемому варианту $N_{год}=950$ шт.;

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

$k_{ВН}$ – 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 [14]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right), \quad (13)$$

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;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при трёхсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (13), составляет:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно раздела 1.3.6 по формуле (12). Данные по расчетам сводим в таблицу 12 по проектируемому варианту и таблицу 13 по альтернативному варианту.

$$C_{СТХ2000ТС} = \frac{0,79 \cdot 950}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,16.$$

$$C_{LT2000EX} = \frac{1,13 \cdot 950}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,23.$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (шт-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [14].

Таблица 12 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

| Модель станка | Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч. | Расчетное количество станков, C_p | Принимаемое количество станков, $C_{п}$ | Кз.ф. |
|---------------|---|-------------------------------------|---|-------|
| СТХ2000ТС | 0,79 | 0,16 | 1 | 0,16 |
| | $\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,79$ | 0,16 | $\Sigma C_{п} = 1$ | |

Таблица 13 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени по альтернативному варианту

| Модель станка | Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч. | Расчетное количество станков, C_p | Принимаемое количество станков, $C_{п}$ | Кз.ф. |
|---------------|---|-------------------------------------|---|-------|
| LT2000EX | 1,13 | 0,23 | 1 | 0,23 |
| | $\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 1,13$ | 0,23 | $\Sigma C_{п} = 1$ | |

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 14 по проектируемому варианту и в таблице 15 по альтернативному варианту.

Таблица 14 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

| Наименование оборудования | Модель | Количество оборудования | Мощность, кВт | | Стоимость одного станка, т. руб. | | | | Стоимость всего оборудования, т. руб. |
|---------------------------|-----------|-------------------------|---------------|--------------|----------------------------------|--------|----------|--------------------------|---------------------------------------|
| | | | Одного станка | Всех станков | Цена | Монтаж | Демонтаж | Первоначальная стоимость | |
| ОЦ с ЧПУ | СТХ2000ТС | 1 | 35 | 35 | 9632,5 | - | - | - | 9632,5 |
| Итого | | 1 | | 35 | | | | | 9632,5 |

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 16 % составляют $0,16 \cdot 9632,5 = 1541,5$ т. руб.

Таблица 15 – Сводная ведомость оборудования по альтернативному варианту

| Наименование оборудования | Модель | Количество оборудования | Мощность, кВт | | Стоимость одного станка, т. руб. | | | | Стоимость всего оборудования, т. руб. |
|---------------------------|----------|-------------------------|---------------|--------------|----------------------------------|--------|----------|--------------------------|---------------------------------------|
| | | | Одного станка | Всех станков | Цена | Монтаж | Демонтаж | Первоначальная стоимость | |
| ОЦ с ЧПУ | LT2000EX | 1 | 32 | 32 | 12632,4 | - | - | - | 12632,4 |
| Итого | | 1 | | 32 | | | | | 12632,4 |

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 23 % составляют $0,23 \cdot 12632,4 = 2905,5$ т. руб.

2.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [14]:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (14)$$

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (15)$$

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [14]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (16)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1970 ч.;

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 48 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, по обоим вариантам $N_{\text{год}} = 950$ шт.

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (15).

Результаты вычислений сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту и в таблицу 17 по альтернативному варианту.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

| Наименование операции | Разряд | Часовая тарифная ставка, руб. | Штучно-калькуляционное время, ч. | Заработная плата, руб. | Численность станочников, чел. |
|-------------------------|--------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Комплексная на ОЦ с ЧПУ | 3 | 127,1 | 0,79 | 100,4 | 0,45 |
| Итого | | | | 100,4 | 0,45 |

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 100,4 \cdot 950 = 95380 \text{ руб.}$$

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

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 49 |

$$Ззп = 95380 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 127236,9 \text{ руб.}$$

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников по альтернативному варианту

| Наименование операции | Разряд | Часовая тарифная ставка, руб. | Штучно-калькуляционное время, ч. | Заработная плата, руб. | Численность станочников, чел. |
|-------------------------|--------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Комплексная на ОЦ с ЧПУ | 3 | 127,1 | 1,13 | 143,6 | 0,64 |
| Итого | | | | 143,6 | 0,64 |

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 143,6 \cdot 950 = 136420 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 136420 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 181984,3 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [14]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_P \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_P}{N_{\text{год}}}, \quad (17)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 950$ 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, руб.;

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [14]:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (18)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 50 |

$g_{п} = 0,16$ шт.;

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 9$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,16 \cdot 3}{9} = 0,05 \text{ чел.}$$

Аналогично определим численность электронщиков, при условии обслуживания электронщиком 6-ти станков:

$$Ч_{элек} = \frac{0,16 \cdot 3}{6} = 0,08 \text{ чел.}$$

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

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

$$Ч_{контр.} = 0,07 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (17) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{70,2 \cdot 1682 \cdot 0,05 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{950} = 9,2 \text{ руб.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{58,4 \cdot 1682 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{950} = 1,5 \text{ руб.};$$

$$З_{контр.} = \frac{54,2 \cdot 1682 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{950} = 1,4 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь, сводим в таблицу 18 по проектируемому варианту и в таблице 19 по альтернативному варианту.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

| Специальность рабочего | Часовая тарифная ставка, руб. | Численность, чел. | Затраты на изготовление одной детали, руб. |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|--|
| Наладчик | 70,2 | 0,08 | 9,2 |
| Транспортный рабочий | 58,4 | 0,01 | 1,5 |
| Электронщик | 95,4 | 0,08 | 19,9 |

| | | | |
|-----------|------|------|------|
| Контролер | 54,2 | 0,01 | 1,4 |
| Итого | | 0,15 | 32,0 |

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 32,0 \cdot 950 = 30400 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (15):

$$З_{зп} = 127236,9 + 30400 = 157636,9 \text{ руб.}$$

Таблица 19 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

| Специальность рабочего | Часовая тарифная ставка, руб. | Численность, чел. | Затраты на изготовление одной детали, руб. |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|--|
| Наладчик | 70,2 | 0,08 | 14,7 |
| Транспортный рабочий | 58,4 | 0,01 | 1,5 |
| Электронщик | 95,4 | 0,08 | 19,9 |
| Контролер | 54,2 | 0,01 | 1,4 |
| Итого | | 0,18 | 37,5 |

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 37,5 \cdot 950 = 35625 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (15):

$$З_{зп} = 181984,3 + 35625 = 217609,3 \text{ руб.}$$

Страховые взносы

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

$$\text{Проектируемый вариант } 157636,9 \cdot 0,3 = 47291,1 \text{ руб.}$$

$$\text{Альтернативный вариант } 217609,3 \cdot 0,3 = 65282,8 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле [14]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 52 |

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (19)$$

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, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (19):

$$Z_3(\text{CTX2000TC}) = \frac{35 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,79}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 17,8 \text{ руб.};$$

$$Z_3(\text{LT2000EX}) = \frac{32 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,13}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 23,3 \text{ руб.};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 20 по проектируемому варианту и в таблицу 21 по альтернативному варианту.

Таблица 20 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

| Модель станка | Установленная мощность, кВт | Штучно-калькуляционное время, ч. | Затраты на электроэнергию, руб. |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| CTX2000TC | 35 | 0,79 | 17,8 |

| | |
|-------|------|
| Итого | 17,8 |
|-------|------|

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию по альтернативному варианту

| Модель станка | Установленная мощность, кВт | Штучно-калькуляционное время, ч. | Затраты на электроэнергию, руб. |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| LT2000EX | 32 | 1,13 | 23,3 |
| Итого | | | 23,3 |

Определим затраты на электроэнергию за год:

$Z_3 = 17,8 \cdot 950 = 16910$ руб. (проектируемый вариант).

$Z_3 = 23,3 \cdot 950 = 22135$ руб. (альтернативный вариант).

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (19)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [14]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн}}, \quad (20)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амН} = 8\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

$F_{обнов} = 5910$ ч.;

| | | | | | |
|------|------|----------|---------|--------------------|------|
| | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | 54 |

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 (20):

$$C_{ам}(СТХ2000ТС) = \frac{1541500 \cdot 0,08 \cdot 0,79}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 19,0 \text{ руб.}$$

$$C_{ам}(LT2000EX) = \frac{290500 \cdot 0,08 \cdot 1,13}{5910 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 51,3 \text{ руб.}$$

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

$C_{РЕ} = 955$ руб. Вычисления производим по формуле [14]:

$$C_{рем} = \frac{C_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (21)$$

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (21):

$$C_{рем}(СТХ2000ТС) = \frac{955 \cdot 0,16}{0,79 \cdot 950} = 0,20 \text{ руб.}$$

$$C_{рем}(LT2000EX) = \frac{955 \cdot 0,23}{1,13 \cdot 950} = 0,20 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 22 по проектируемому варианту, а в таблицу 23 по альтернативному варианту.

Таблица 22 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

| Модель станка | Стоимость, т. руб. | Количество, шт. | Норма амортизационных отчислений, % | Штучно-калькуляционное время, ч. | Амортизационные отчисления, руб. | Затраты на ремонт, руб. |
|---------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| СТХ2000ТС | 1541,5 | 1 | 8 | 0,79 | 19,0 | 0,20 |

Таблица 23 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по альтернативному варианту

| Модель станка | Стоимость, т. руб. | Количество, шт. | Норма амортизационных отчислений, % | Штучно-калькуляционное время, ч. | Амортизационные отчисления, руб. | Затраты на ремонт, руб. |
|---------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| LT2000EX | 2905,0 | 1 | 8 | 1,13 | 51,3 | 0,20 |

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

$$Z_{\text{п}} = 19,0 + 0,20 = 19,2 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

$$Z_{\text{п}} = 51,3 + 0,21 = 51,5 \text{ руб. (альтернативный вариант).}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [14]:

$$Z_{\text{эи}} = (\text{Ц}_{\text{пл}} \cdot n + (\text{Ц}_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot \text{Ц}_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1}, \quad (22)$$

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

$\text{Ц}_{\text{пл}}$ - цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

Коэффициент – эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия.

Максимальное значение $k_{\text{компл}}=5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины.

Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

Для круглой пластины рекомендуется принимать $N = 6$;

$b_{\text{фи}}$ - 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 24 внесем параметры инструмента.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 57 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Таблица 24 – Параметры прогрессивного инструмента по проектируемому варианту

| Операция | Инструмент | Машинное время, мин | Цена единицы инструмента, руб. | Суммарн. период стойкости инструмента, мин | Затраты на переточку инструмента, руб. | Кэф-фициент убыли | Итого затраты, руб. |
|----------|----------------|---------------------|--------------------------------|--|--|-------------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 005 | Державка SCLCL | 0,45 | 25601 | | - | 0,90 | 2,35 |

Окончание таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----|--|------|-------|-----|---|------|------|
| 005 | 2020K12 СМП ССМТ 120404 SM IC8150 | | 421 | 309 | | | |
| | Резец расточной A25R PCLNL-12X СМП CNMX- 120716- HTW IC8150 | 0,22 | 19505 | | - | 0,90 | 1,25 |
| | Резец канавочный GHIL 20-3 СМП GIFI 3.00E-0.40 IC8250 | 0,39 | 21160 | | - | 0,90 | 2,95 |
| | Сверло DR026-052- 32-09-2D-N СМП SOMT 09T306-DT IC908 | 0,19 | 22156 | | - | 0,90 | 1,29 |
| | Сверло SCD 084-035-100 AP3 IC908 | 0,39 | 3123 | | - | 0,90 | 0,96 |
| | Сверло комбиниров анное SCDT 068-021-100- M8 IC908 | 0,12 | 16321 | | - | 0,90 | 1,32 |
| | Фреза концевая EFS-E44 10- 22C10CF72 IC900 | 0,95 | 8563 | | - | 0,90 | 0,88 |

| | | | | | | | | |
|-------|---|------|-------|-----|-----|------|------|------|
| | Сверло DR031-062- 32-09-2D-N СМП SOMT 09T306-DT | 0,86 | 25603 | | - | 0,90 | 4,33 | |
| | Метчик машинный ТС463366 HSS-E | 0,97 | 5632 | 210 | 174 | - | 0,90 | 2,29 |
| Итого | | | | | | | 17,6 | |

Определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта

Для альтернативного варианта будем использовать инструмент фирмы «Seco». При сравнении цен в прайсовых листах выяснилось, что стоимость инструмента фирмы «Seco» на 14,1% выше чем стоимость инструмента фирмы «Iscar» применяемого в проектируемом варианте. Так же время обработки альтернативного варианта по сравнению с проектируемым, на 30,1% выше. Учитывая все вышеперечисленные факторы, определим затраты на эксплуатацию инструмента для альтернативного варианта:

$$Z_{\text{эл(альт)}} = 17,62 \cdot 1,141 \cdot 1,301 = 26,2 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 25.

Таблица 25 – Технологическая себестоимость обработки детали

| Статьи затрат | Сумма, руб. Проектируемый вариант | Сумма, руб. Альтернативный вариант |
|---|---|--|
| Заработная плата с начислениями | 215,7 | 297,8 |
| Затраты на технологическую электроэнергию | 17,8 | 23,3 |
| Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования | 19,2 | 51,5 |
| Затраты на инструмент | 17,6 | 26,2 |
| Итого | 270,3 | 398,8 |

Определение экономической целесообразности от применения ОЦ модели СТХ2000ТС

Инвестиции в проектируемый (п) и альтернативный (а) вариант:

$I_{\text{П}}=1541,5$ руб., $I_{\text{А}}=2905,5$ руб.

Экономический эффект от реализации каждого варианта проекта:

$\text{Э}_{\text{П}}=270,3$ руб., $\text{Э}_{\text{А}}=398,8$ руб.

Применение ОЦ модели СТХ2000ТС более экономически целесообразно по сравнению с применением ОЦ модели LT2000EX, так как проектируемый вариант имеет меньшие инвестиции и больший экономический эффект по сравнению с альтернативным вариантом.

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [14]:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (23)$$

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (23):

$$Y_{\text{оп}} (\text{СТХ2000ТС}) = \frac{0,79}{0,79} \cdot 100\% = 100\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

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

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (24)$$

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

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

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

Определим производительность труда на программной операции [14]:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (25)$$

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

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм;

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе по (25):

$$B_{пр.} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{47,25} = 2563,1 \text{ шт/чел.год}$$

В таблице 26 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 26 – Технико-экономические показатели проекта

| Наименование показателей | Ед. изм. | Значения показателей по проектному варианту |
|--|------------|---|
| Годовой выпуск деталей | шт. | 950 |
| Количество видов оборудования | шт. | 1 |
| Количество рабочих | чел. | 1 |
| Сумма инвестиций | тыс. руб. | 1541,5 |
| Трудоёмкость обработки одной детали | н/ч | 0,79 |
| Технологическая себестоимость одной детали, в том числе: | | 270,3 |
| - затраты на инструмент | руб. | 17,6 |
| - заработная плата рабочих | | 215,7 |
| Доля прогрессивного оборудования | % | 100 |
| Производительность труда | шт/чел.год | 2563,1 |
| Коэффициент загрузки оборудования | | 0,16 |

В результате разработки технологического процесса механической обработки детали «Корпус фильтра», определена технологическая себестоимость изготовления одной детали с применением ОЦ СТХ2000ТС, в сумме 270,3 руб., что на 32,2 % ниже, чем в альтернативном варианте с применением ОЦ модели LT2000EX.

3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В дипломном проекте рассматриваются вопросы разработки технологического процесса изготовления детали «Корпус фильтра». Среди операций по ее изготовлению есть многоцелевые операции, выполняемые на обрабатывающем центре с числовым программным управлением.

Конструкция металлорежущих станков, как любого технологического оборудования, изменяются во времени. С появлением новых механизмов, повышается производительность и качество обработки, а также расширяются технологические возможности.

Основной задачей для повышения производительности труда является внедрение машин и оборудования со встроенными средствами микропроцессорных станков с числовым программным управлением и робототехнических комплексов, гибких производственных систем. Этот вид технологического оборудования отвечает современным требованиям производства. Быстрые перемены в условиях и характере производства - отличительная черта последних десятилетий. Поэтому производство приобретает такие новые качества, как гибкость и экономичность, высокий уровень автоматизации.

Станки с системами ЧПУ широко применяют практически во всей металлообрабатывающей промышленности. Применение станков с ЧПУ дает значительный экономический эффект и характеризуется увеличением производительности в 2 - 6 раз; высвобождением от трех до восьми

универсальных станков; увеличением времени обработки резанием до 50 - 80% общего машинного времени против 15 - 35% у большинства универсальных станков; сокращением сроков подготовки производства и технологической оснастки при смене изделия; уменьшением брака; обеспечением взаимозаменяемости; возможностью многостаночного обслуживания.

Переход к новым экономическим отношениям в России существенно изменил облик нашей промышленности, коренным образом изменились условия труда.

Использование высокоавтоматизированного оборудования делает труд рабочего творческим, освободившимся от рутинных действий, от тяжелого, многотонного и физического труда.

Итогом труда рабочих, инженеров, техников, работников всех служб является готовое изделие, собранное из деталей, обработанных на металлорежущих станках. Отсюда становится очевидным, какую ответственную задачу решает в каждом заводском коллективе наладчики и операторы станков, от работы которых в первую очередь зависит производительность металлорежущего оборудования и качество изготовленных на нем деталей.

Для эффективного использования станков с ЧПУ необходимо, чтобы обслуживающий персонал (наладчики, операторы) обладал глубокими знаниями техники и мог творчески решать сложные производственные задачи.

Для обслуживания высокоавтоматизированного оборудования в системе подготовки кадров на предприятии подготавливаются рабочие самой современной профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Основной особенностью отдела является то, что они работают с категорией людей старше 18 лет.

В учебном центре Завода станочники, проработавшие на предприятии определенное время, имеющие опыт работы на производстве переобучаются

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 63 |

на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением» 3-го разряда.

Цель разработки методической части: разработать занятие теоретического обучения для переподготовки рабочих по профессии Станочник на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе Учебного Центра подготовки и переподготовки кадров ОАО «Огнеупоры».

2. Провести анализ профессионального стандарта, ориентированного на подготовку рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

3. Провести сравнительный анализ учебных планов Станочника и Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

4. Разработать учебно-тематический план переподготовки Станочников на профессию «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

5. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.

6. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию.

3.1. Описание условий в центре переподготовки персонала и возможностей организации

Работа на высокотехнологичном оборудовании предъявляет высокие требования к уровню квалификации персонала, знаниям и навыкам работников.

Стабильное развитие и работа предприятия во многом зависят от профессионализма персонала. Можно приобрести самое лучшее в мире

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 64 |

оборудование, но профессиональную команду от руководителей до рабочих на местах можно только создать. Именно поэтому ОАО «Огнеупоры» было принято решение проводить подготовку современных рабочих с использованием прогрессивных методов. Только индивидуальная работа с каждым сотрудником, обучение на станке-симуляторе, идентичном оборудованию, которое используется в цехах, может обеспечить высокую

эффективность специалистов в реальной работе на производстве.

Для достижения поставленных целей на ОАО «Огнеупоры» был создан Учебный центр. Официальное открытие Учебного центра ОАО «Огнеупоры» состоялось 2 сентября 2015 года.

Материально-техническая база и преподавательский состав

Общая площадь Учебного центра составляет 1100 м². В его состав входят 15 учебных классов, включая учебный комплекс «Производственная система». Подготовка специалистов в Учебном центре организована в лучших традициях российской системы образования с использованием современных методик и передового опыта высококвалифицированных специалистов предприятия. Программы подготовки и повышения квалификации специалистов включают широкое использование станков-симуляторов, аналогичных по возможностям высокотехнологичному оборудованию современного производства. Результат – молодые специалисты начинают осваивать работу на промышленных станках на начальной стадии обучения, а не в конце, как прежде.

В обучении занято более 20 преподавателей. В Учебном центре разработано более 150 программ повышения квалификации длительностью от 16 до 500 часов.

В 2015 году Учебный центр ОАО «Огнеупоры» получил лицензию на осуществление образовательной деятельности.

Возможности Учебного центра позволяют готовить по различным направлениям более 1,5 тысяч человек в год.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 65 |

Основным принципом деятельности Учебного центра является не только обеспечение производства квалифицированными кадрами, но и создание условий для дальнейшего продвижения личности.

Программа развития ставит перед собой цели:

-создание необходимых условий для удовлетворения потребностей личности в образовательных услугах в соответствии с ее интересами, способностями, состоянием здоровья, возможностями подготовки, потребностями предприятия.

-обеспечение возможностей для профессионального и социального самоопределения личности.

Основным видом деятельности «Учебного центра» является профессиональное обучение, которое в настоящее время имеет следующую структуру:

- Обучение по рабочим профессиям (производственное обучение) – осуществляет подготовку по 36 рабочим профессиям машиностроения, металлургии и литья, сварочного производства и др.

Основная цель – подготовка и переподготовка рабочих кадров для производственного предприятия ОАО «Огнеупоры».

Направления обучения:

- подготовка новых рабочих
- повышение квалификации по рабочим профессиям
- получение второй рабочей профессии

- Обучение на целевых курсах – осуществляет подготовку рабочих и специалистов предприятия по программам Ростехнадзора и Госатомнадзора России.

- Обучение на специальных курсах – осуществляет повышение квалификации руководителей и специалистов отдельных структурных подразделений предприятия.

- Повышение квалификации руководителей и специалистов

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 66 |

- Дополнительное образование – программы получения новых знаний и практических навыков в области информационных технологий.

Прохождение курсов переподготовки даёт возможность рабочим сохранить рабочие места, а заводу, не потерять время на поиск новых сотрудников. За счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.

3.2. Анализ требований Профессионального стандарта

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

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

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

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

В таблице 27 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 27 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

| Обобщенные трудовые функции | | Трудовые функции | | |
|-----------------------------|----------------------|------------------|-----|-----------------------------------|
| Наименование | уровень квалификации | наименование | код | уровень (подуровень) квалификации |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|--------|---|
| 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 | A/01.2 | 2 |
| | | Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих | A/02.2 | 2 |

Продолжение таблицы 27

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|--------|---|
| | | и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте | | |
| | | Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях | A/03.2 | 2 |
| | | Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК) | A/04.2 | 2 |
| | | Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы | A/05.2 | 2 |
| | | Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам | A/06.2 | 2 |
| | | Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании | A/07.2 | 2 |
| | | Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих | 3 | Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам |
| | Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) | B/02.3 | | 3 |

| | | | | |
|--|---|--|--------|---|
| перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности | | Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях | В/03.3 | 3 |
| | | Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам | В/04.3 | 3 |
| Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме | 4 | Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и | С/01.4 | 4 |

Окончание таблицы 27

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|--|--------|---|
| обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей | 4 | выше | С/01.4 | 4 |
| | | Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше | С/02.4 | 4 |

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «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», т.к. деталь «Корпус фильтра», рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям невысокой степени сложности. Данная трудовая функция, согласно Стандарта имеет код В/01.3 и принадлежит третьему уровню квалификации. Анализ приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Обобщенная трудовая функция

| | | | | | |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|
| Наименование | Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности | Код | В | Уровень квалификации | 3 |
|--------------|---|-----|---|----------------------|---|

| | | | | | |
|---------------|----------|-------------------------------------|-----------------|--|--|
| Происхождение | Оригинал | <input checked="" type="checkbox"/> | Займствовано из | | |
|---------------|----------|-------------------------------------|-----------------|--|--|

| | | | | |
|-----------------------------------|--|-----------|---------------|---|
| обобщенной трудовой функции | | оригинала | | |
| | | | Код оригинала | Регистрационный номер профессионального стандарта |
| 1 | 2 | | | |
| Возможные наименования должностей | Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации | | | |

Окончание таблицы 28

| | | |
|--|---|---|
| 1 | 2 | |
| | Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации | |
| Требования к образованию и обучению | Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих) | |
| Требования к опыту практической работы | Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» | |
| 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 | §45 | Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд |
| ОКНПО | 010703 | Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением |

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

-наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам

-программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 70 |

-установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях

-обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам

Выберем трудовую функцию – «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 29.

Таблица 29 – Анализ трудовой функции «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам»

| | | | | | | | |
|--------------------------------|---|---|---------------------------|---------------|--------|---|---|
| Наименование | Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам | | | Код | В/04.3 | Уровень (подуровень) квалификации | 3 |
| Происхождение трудовой функции | Оригинал | X | Заимствовано из оригинала | | | | |
| | | | | Код оригинала | | Регистрационный номер профессионального стандарта | |
| Трудовые действия | Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам» | | | | | | |
| | Обработка отверстий в деталях по 7–8 квалитетам | | | | | | |
| | Обработка поверхностей деталей по 7–8 квалитетам | | | | | | |
| Необходимые умения | Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке | | | | | | |
| | Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции | | | | | | |
| | Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам | | | | | | |
| Необходимые знания | Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам» | | | | | | |

По итогам анализа данной трудовой функции можно проанализировать учебные планы подготовки Станочника широкого профиля и переподготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ в Учебном центре ОАО «Огнеупоры», сравнить данные планы и разработать оптимальный вариант учебного плана по количеству часов для Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

3.3. Сравнительный анализ учебных планов Станочника и Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Приведем учебный план обучения рабочих по профессии Станочник широкого профиля. Он состоит из теоретической части и производственного обучения. На теоретическое обучение учебным планом предусмотрено 156 часов обучения. На производственное обучение – 220 часов.

Таблица 30 – Учебный план обучения рабочих по профессии Станочник широкого профиля

| № п.п. | Наименование дисциплины | Кол-во часов |
|--------|--|--------------|
| 1. | Технические измерения | 12 |
| 2. | Чтение чертежей | 10 |
| 3. | Электротехника | 10 |
| 4. | Материаловедение | 16 |
| 5. | Основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках | 32 |
| 6. | Резание металла и металлорежущий инструмент | 32 |
| 7. | Обработка деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) | 44 |
| 8. | Производственная практика | 220 |
| 9. | Промежуточная аттестация | 6 |
| 10. | Квалификационный экзамен | 8 |
| | Итого | 390 |

Проведем сравнение учебных планов Станочника широкого профиля и Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ и выделим требования к дисциплинам, повторяющимся в их учебных планах. Такими являются Технические измерения, Чтение чертежей, Электротехника и Материаловедение.

В таблице 31 приведем сравнение формируемых знаний и умений в процессе изучения данных дисциплин и сделаем вывод.

Таблица 31 – Сравнение формируемых знаний и умений

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 72 |

| | | |
|---|--|---|
| Станочник широкого профиля | Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ | Вывод |
| 1 | 2 | 3 |
| <u>Технические измерения</u> Знает правила технических измерений Умеет использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки | <u>Допуски и технические измерения</u> Знает правила технических измерений Знает требования к допускам-посадкам. | Требуется обучение допускам-посадкам и актуализация знаний по техническим измерениям. |

Продолжение таблицы 31

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке Умеет контролировать качество выполняемых работ | Умеет использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документацией станка и инструкции по наладке Умеет контролировать качество выполняемых работ | |
| <u>Чтение чертежей</u> Знает алгоритм чтения чертежей. Умеет читать чертежи и схемы. Умеет правильно выполнять эскизы и рабочие чертежи обрабатываемых деталей Умеет определять способы и технологию обработки детали по чертежу. | <u>Чтение чертежей и техническая графика</u> Знает алгоритм чтения чертежей. Знает правила оформления чертежей. Умеет читать чертежи и схемы. Умеет правильно выполнять эскизы и рабочие чертежи обрабатываемых деталей. Умеет определять способы и технологию обработки детали по чертежу. | Требуется обучение оформлению чертежей. Требуется актуализация знаний. |
| <u>Материаловедение</u> Знает физические основы материаловедения. Умеет выбрать материалы с учетом условий функционирования оборудования. | <u>Материаловедение.</u> Знает физические основы материаловедения, технологии получения и обработки машиностроительных материалов. Умеет выбрать материалы с учетом условий функционирования оборудования. | Требуется обучение технологии получения и обработки машиностроительных материалов. Требуется актуализация знаний (4 учебных часа) |
| <u>Электротехника</u> Знает основные законы электротехники. Знает основные правила | <u>Электротехника с основами промышленной электроники</u> Знает основные законы электротехники. | Требуется обучение методам измерения электрических величин, основам теории |

| | | |
|---|---|---|
| эксплуатации электрооборудования. Знает принцип работы типовых электрических устройств. Умеет читать принципиальные, электрические схемы. Умеет включать электротехнические приборы, | Знает основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин. Знает основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств. Умеет читать принципиальные, | электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств, чтению монтажных схем, стандартной терминологии. Требуется актуализация знаний. |
|---|---|---|

Окончание таблицы 31

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--------------------------------|
| аппараты, машины, управлять ими и контролировать их эффективную и безопасную работу. | электрические и монтажные схемы. Умеет пользоваться электрифицированным оборудованием Использует стандартную терминологию, определения, обозначения и единицы физических величин. | Требуется актуализация знаний. |

Таким образом мы выявили, что часть данных дисциплин требует дополнительного изучения, а также по всем дисциплинам требуется актуализация опорных знаний.

3.4. Анализ учебного плана переподготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

Учебный план переподготовки состоит из теоретической части (66 академических часов) и производственного обучения (184 часа). Срок обучения – 2 месяца.

Операторы-наладчики обрабатывающих центров с ЧПУ, прошедшие полный курс обучения, сдают квалификационные экзамены, в которые включаются проверка теоретических знаний и выполнение производственных работ, после чего им присваивается 3-й разряд.

Таблица 32 – Учебный план переподготовки по профессии «Оператор станков с программным управлением» на 3-й разряд

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 74 |

| № п/п | Предметы | Всего часов за курс обучения |
|----------------------------------|---|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| I | Теоретическое обучение | |
| Общепрофессиональный цикл | | |
| 1.1 | Основы рыночной экономики и предпринимательства | 12 |
| 1.2 | Материаловедение | 8 |
| 1.3 | Чтение чертежей и техническая графика | 10 |

Окончание таблицы 32

| 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|--|------------|
| 1.4 | Допуски и технические измерения | 8 |
| 1.5 | Сведения из технической механики и гидравлики и автоматики | 8 |
| 1.6 | Электротехника с основами промышленной электроники | 8 |
| Профессиональный цикл | | 66 |
| II | Производственное обучение | |
| | Консультации | 8 |
| | Квалификационный экзамен | 8 |
| | ИТОГО: | 320 |

Далее приведем тематический план Профессионального цикла с указанием названий тем и количеством часов. На данный цикл учебным планом отведено 66 часов.

Таблица 33 – Тематический план Профессионального цикла

| № п/п | Темы | Кол-во часов |
|-------|---|--------------|
| | | 3 й разряд |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Введение | 2 |
| 2 | Гигиена труда, производственная санитария и профилактика травматизма | 2 |
| 3 | Охрана труда, электробезопасность и пожарная безопасность на предприятии | 4 |
| 4 | Классификация станков с ЧПУ, их устройство, конструктивные особенности и кинематические схемы | 20 |
| 5 | Методы подготовки управляющих программ. Основные блоки и узлы УЧПУ | 6 |

| | | |
|---|---|----|
| 6 | Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ | 14 |
| 7 | Наладка и эксплуатация станков с программным управлением | 12 |
| 8 | Подъемно-транспортное оборудование, применяемое при обработке тяжелых заготовок деталей | 4 |
| 9 | Охрана окружающей среды | 2 |
| | ИТОГО: | 66 |

Для дальнейшей разработки выберем из тематического плана Профессионального цикла раздел 6 «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ» и проведем его методический анализ.

3.5. Анализ содержания раздела «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

На раздел 6 «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ» отведено 14 академических часов. Приведем содержание раздела.

1. Общие сведения о станках с ЧПУ

Направления автоматизации процессов механической обработки. Станки с ЧПУ. Числовое программное управление. Управляющая программа. Отличительные особенности станков с ЧПУ. Преимущества станков с ЧПУ.

2. Особенности технологической подготовки производства при применении станков с ЧПУ.

Технологическая подготовка производства. Особенности при использовании станков с ЧПУ. Разработка попереходной технологии. Требования к квалификации технолога. Этапы технологической подготовки производства при использовании станков с ЧПУ. Расчет управляющей программы. Контроль управляющей программы. Контроль обработанной детали

3. Рекомендации по выбору деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам.

Условия эффективного использования станков с ЧПУ. Основные требования по выбору деталей для обработки на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам деталей изготавливаемых на станке с ЧПУ. Требования по точности и свойствам материала заготовок, обрабатываемых на станках с ЧПУ.

4. Требования к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.

Требования конструкции деталей. Требования к технологичности деталей для станков с ЧПУ. Комплекс критериев технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.

5. Особенности проектирования технологических процессов для станков с ЧПУ.

Выбор технологических баз и приспособлений. Последовательность проектирования технологических операций. Выбор режущего и вспомогательного инструмента. Назначение режимов обработки. Нормирование операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Технологическая документация технологических процессов для станков с ЧПУ

Разделим раздел на 7 уроков теоретического обучения, продолжительностью по 2 академических часа каждый.

Занятие 1. Общие сведения о станках с ЧПУ. Особенности технологической подготовки производства при применении станков с ЧПУ.

Занятие 2. Рекомендации по выбору деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам.

Занятие 3. Требования к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.

Занятие 4. Выбор технологических баз и приспособлений.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 77 |

Занятие 5. Последовательность проектирования технологических операций.

Занятие 6. Выбор режущего и вспомогательного инструмента. Назначение режимов обработки.

Занятие 7. Нормирование операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Технологическая документация технологических процессов для станков с ЧПУ.

Перспективно-тематический план анализируемой темы «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ» приведен в таблице 6.

Таблица 34 – Перспективно-тематический план раздела «Технологическая подготовка и процесс обработки заготовок деталей на станках с ЧПУ»

| № урока п\п ч. | Тема урока | Цели урока | Методы обучения | Тип урока | ДСО |
|----------------|---|---|--|----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 (2ч) | Общие сведения о станках с ЧПУ. Особенности технологической подготовки производства при применении станков с ЧПУ. | Обучающая: -сформировать знания об общих сведениях о станках с ЧПУ -сформировать знания об особенностях технологической подготовки производства при применении станков с ЧПУ. Развивающая: развивать у обучаемых умение анализировать, сравнивать, давать оценку возможностям современного оборудования. Воспитательная: - воспитывать внимательность, аккуратность. | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений. показ оборудования. | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, листы рабочей тетради |

| | | | | | |
|-----------|---|---|---|----------------------------|---|
| 2 (2ч) | Рекомендации по выбору деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ. Требования к заготовкам. | Обучающая - сформировать знания о рекомендациях по выбору деталей, изготавливаемых на станках с ЧПУ. - сформировать знания о требованиях к заготовкам Развивающая: - развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление. Воспитательная: - воспитывать внимательность, аккуратность. | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений. | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, образцы деталей. |
|-----------|---|---|---|----------------------------|---|

Продолжение таблицы 34

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------|--|--|--|----------------------------|---|
| 3 (2ч) | Требования к технологичности и конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. | Обучающая - сформировать знания о требованиях к технологичности конструкции деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. Развивающая: - Развивать у учащихся осознание полезности, значимости изучения материала по данной теме Воспитательная: - воспитать сознательное отношение к учебе | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений, показ образцов деталей | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, образцы деталей, тест. |

| | | | | | |
|-----------|---|--|---|----------------------------|--|
| 4 (2ч) | Выбор технологических баз и приспособлений. | <p>Обучающая</p> <ul style="list-style-type: none"> - сформировать знания о выборе технологических баз и приспособлений. <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Развить профессиональные и познавательные интересы и способности <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Воспитывать у учащихся интерес к новым знаниям | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений. | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды |
|-----------|---|--|---|----------------------------|--|

Продолжение таблицы 34

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|-----------|--|--|---|----------------------------|--|
| 5 (2ч) | Последовательность проектирования технологических операций. | Обучающая - сформировать знания о последовательности проектирования технологических операций на станках с ЧПУ Развивающая: Формирование и развитие у учащихся познавательных интересов, положительных мотивов учебно – познавательной деятельности, умений и навыков самостоятельного овладения знаниями, творческой инициативы и активности Воспитательная: - воспитывать внимательность, аккуратность - способствовать развитию логического мышления | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация теоретических положений. | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды, |
| 6 (2ч) | Выбор режущего и вспомогательного инструмента. Назначение режимов обработки. | Обучающая - сформировать знания о выборе режущего и вспомогательного инструмента. - сформировать знания о назначении режимов обработки. Развивающая: - Развивать у учащихся осознание полезности, значимости изучения материала по данной теме Воспитательная: - воспитывать внимательность, аккуратность. | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений, показ инструмента | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды, режущий инструмент, тест |

Окончание таблицы 34

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|------|----------|---------|------|---|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | |

ДП 44.03.04.534.ПЗ

Лист

81

| | | | | | |
|-----------|--|---|---|----------------------------|--|
| 7 (2ч) | Нормирование операций, выполняемых на станках с ЧПУ. Технологическая документация технологических процессов для станков с ЧПУ | Обучающая - сформировать знания о нормировании операций, выполняемых на станках с ЧПУ. - сформировать знания о технологической документации технологических процессов для станков с ЧПУ Развивающая: - развивать техническую речь учащихся, абстрактное мышление. Воспитательная: - воспитывать внимательность, аккуратность. | рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений. | Урок усвоения новых знаний | Учебное пособие, ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды, технологическая документация |
|-----------|--|---|---|----------------------------|--|

В дипломном проекте из перспективно-тематического плана выберем тему 5 «Последовательность проектирования технологических операций». На эту тему отводится 2 часа.

Задачей методической части дипломного проекта является разработка методики проведения занятия теоретического обучения для подготовки Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 3-го разряда. Для данного проекта это будет переподготовка рабочего станочника на оператора станка с ЧПУ.

В дипломном проекте разработанный технологический процесс предусматривает применение обрабатывающего центра с ЧПУ модели СТХ гамма 2000 ТС, в связи с этим предлагаю расширить содержание урока и рассмотреть в качестве примера последовательность проектирования технологических операций на данном ОЦ для детали «Корпус фильтра».

3.6. Разработка плана учебного занятия по теме «Последовательность проектирования технологических операций»

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 82 |

Тема урока «Последовательность проектирования технологических операций»

Цели урока.

Обучающая:

- сформировать знания о последовательности проектирования технологических операций на станках с ЧПУ;
- разработать последовательность обработки детали «Корпус фильтра».

Развивающая:

Формирование и развитие у учащихся познавательных интересов, положительных мотивов учебно – познавательной деятельности, умений и навыков самостоятельного овладения знаниями, творческой инициативы и активности.

Воспитательная:

- воспитывать внимательность, аккуратность;
- способствовать развитию логического мышления.

Тип урока - урок усвоения новых знаний

Методы обучения - Информационно-рецептивные методы: рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений.

Средства обучения - учебное пособие, ПК, мультимедиапроектор, экран, слайды.

Время, отведенное на урок: 2 академических часа

Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке представлена в таблице 35.

Таблица 35 – Модель деятельности преподавателя и учащихся на уроке

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 83 |

| № этапа | Наименование этапа урока | Время этапа урока (мин) | Деятельность преподавателя | Деятельность учащихся |
|---------|--------------------------------------|-------------------------|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Организационная часть | 5 | - приветствие - проверка присутствующих и внешнего вида учащихся - сообщение темы и цели урока | Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке. Слушают, записывают тему урока. |
| 2 | Мотивация | 5 | Мотивация обучаемых, сообщение им о рейтинге и рейтинговой системе, сообщение о важности данной темы | Слушают преподавателя, сверяются с собственным рейтингом. |
| 3 | Актуализация опорных знаний учащихся | 15 | Беседа с обучаемыми по вопросам, задаваемым на основании содержания предыдущих занятий. Задаёт 10 вопросов, выслушивает ответы обучаемых, поправляет, комментирует. | Вспоминают материал предыдущего урока, отвечают на вопросы преподавателя, слушают, дополняют друг друга. |
| 4 | Объяснение нового учебного материала | 45 | Преподаватель, рассказывает новый материал, демонстрирует слайды по ходу рассказа, комментирует, наблюдает как учащиеся воспринимают новый материал. Слайды применяются для более лучшего запоминания материала, т.к. слуховое и визуальное восприятие повышает уровень запоминания на 70 % В процессе изложения | Слушают, воспринимают и осмысливают новый материал. Изучают информацию на слайдах. Конспектируют новый материал. |

Окончание таблицы 35

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 84 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|--------------------------|----|---|---|
| | | | преподаватель периодически проходит между рядами, смотрит, как конспектируют учащиеся материал, заинтересованы ли они. | |
| 5 | Закрепление новых знаний | 15 | Проводит фронтальный опрос. Задаёт вопросы. Оценивает ответы, если нужно, поправляет учащихся, задаёт наводящие вопросы. Судит по ответам об уровне усвоения нового материала учащимися. | Отвечают устно на вопросы, слушают, дополняют друг друга. |
| 6 | Домашнее задание | 5 | Повторить пройденный материал. | Записывают в тетрадь. |

Вопросы для актуализация опорных знаний учащихся

1. Назовите условия эффективного использования станков с ЧПУ.
2. Назовите основные требования по выбору деталей для обработки на станках с ЧПУ.
- 3 Назовите требования конструкции деталей.
4. Приведите требования к технологичности деталей для станков с ЧПУ.
5. Приведите критерии технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.
6. Назовите особенности базирования деталей на станках с ЧПУ .
- 7 . Что такое система координат станка?
- 8 . Для чего служит система координат детали?
9. Назовите особенности базирования деталей типа тел вращения.
10. Назовите приспособления, применяемые на станках с ЧПУ.

3.7. Конспект изложения нового материала

Тема: Последовательность проектирования технологических операций (слайд 1)

Количество переходов при проектировании операций для каждой поверхности назначается в соответствии с типовыми схемами обработки в зависимости от заданной точности. При этом надо учитывать типовые циклы обработки отдельных поверхностей и схемы перемещения инструмента. Порядок выполнения переходов обработки при изготовлении деталей на станках с ЧПУ и на универсальных станках с ручным управлением принципиально одинаков.

Отличие заключается в большей концентрации переходов обработки на одном станке и тенденции полностью обработать заготовку за один уставов (если механическая обработка не прерывается термической обработкой). При назначении последовательности обработки необходимо учитывать, что из-за снятия значительного количества металла может измениться жесткость отдельных элементов детали. Выбранная последовательность обработки должна быть увязана с технологическими возможностями станка и окончательно принимается после выбора приспособления и инструмента. Основные технологические возможности станков с ЧПУ изложены в разделе 5.

Разработка последовательности выполнения переходов должна основываться на принципах (слайд 3):

- обеспечения максимально возможной и целесообразной концентрации переходов в одной операции,
- работы с оптимальными припусками и минимальными напусками, что позволяет сократить номенклатуру режущего инструмента, повысить точность и производительность обработки, упростить удаление стружки;

- минимального вспомогательного времени с учетом затрат времени на позиционирование, вспомогательные ходы, смену инструмента, поворот стола и т.д.;

- максимального учета возможностей станков и ограничений по точност-ным параметрам станков, длине консольного инструмента (обработка отверстий длиной не более 6 диаметров), диаметру фрез и т.д.

При обработке валов на токарных станках с ЧПУ имеются особенности (слайд 4)

1. Заготовки для обработки в центрах должны иметь центровые отверстия и хотя бы один обработанный торец.

2. Предварительные операции для заготовок могут включать не только обработку торцев и центрование, но и другие операции, выполняемые на концах вала: сверление отверстий, нарезание в них резьбы, глубокое сверление, растачивание центрального отверстия и т.п.

3. Предварительные операции создают условия для последующей токарной обработки вала за один установ. Для некоторых поверхностей эти операции являются окончательными, и это повышает требования к точности их выполнения.

4 Жесткие заготовки обрабатывать за один-два установка. При обработке используют правые и левые резцы.

5. Термоулучшение заготовки проводить перед обработкой на токарном станке с ЧПУ.

При токарной обработке втулок и фланцев можно отметить следующие особенности (слайд 5):

1. Чем меньше врезаний резца в необработанную поверхность, тем выше надежность его работы. Поэтому рекомендуется произвести сначала один рабочий ход резцом по торцовой поверхности в направлении оси заготовки и один рабочий ход по цилиндрической поверхности, параллельно этой оси. Дальнейшая траектория перемещения резца выбирается, исходя из

условия минимального числа рабочих ходов.

2. При обработке отверстий вместо зенкерования и развертывания применять растачивание, которое более производительное и обеспечивает более качественную поверхность. Применение зенкеров и разверток целесообразно при обработке больших партий заготовок или отверстий малого диаметра.

3. В ряде случаев для заготовок необходима предварительная обработка для создания надежных технологических баз.

Обработка корпусных заготовок на многооперационных станках имеет также ряд особенностей (слайд 6).

1. В первую очередь фрезеруются торцевой или концевой фрезой наружные плоские поверхности, затем уступы, пазы, выступы. Затем фрезеруют внутренние плоские поверхности и пазы, расположенные на некотором расстоянии от наружных плоских поверхностей детали.

2. Последовательность переходов фрезерования плоскостей, расположенных на различных сторонах детали зависит, от точности их относительного расположения и затрат времени на смену инструмента, поворот стола и перемещение узлов станка. При чистовой обработке плоскостей следует максимально приближать друг к другу чистовые переходы, стремясь уменьшить число изменений положения инструмента и детали, влияющих на точность обработки.

3. При выполнении сверлильно-расточных переходов сначала осуществляют черновые переходы обработки основных отверстий и отверстий диаметром более 30 мм в сплошном металле, затем аналогичные переходы обработки отверстий детали, полученных в заготовке. Далее обрабатывают торцевые поверхности, канавки, фаски и другие поверхности, точность которых ниже точности станка. После осуществления указанных выше переходов должна быть выполнена получистовая и чистовая обработка основных отверстий, а также торцов, канавок, точность которых соизмерима

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 87 |

с точностью станка.

4. Перед выполнением чистовых переходов рекомендуется удалить из внутренних полостей заготовки стружку, аккумулирующую значительное количество теплоты, чтобы уменьшить температурные деформации заготовки.

Заключительными переходами обработки корпусов являются переходы обработки вспомогательных отверстий. Последовательность этих переходов возможна по трем вариантам

1. Обработка каждого отверстия осуществляется полностью по всем требуемым переходам. Все переходы выполняются при одном положении детали относительно шпинделя станка. После выполнения всех переходов для одного отверстия, деталь перемещают для обработки следующего. После обработки всех отверстий с одной стороны детали, производят ее поворот для обработки отверстий с другой стороны. Данный вариант применяется при обработке основных отверстий сложной формы с высокой точностью.

2. Одним инструментом последовательно обрабатывают одинаковые отверстия, расположенные с одной стороны детали, после чего сменяют инструмент и выполняется следующий переход для этих отверстий. После обработки отверстий, расположенных с одной стороны детали, ее поворачивают для аналогичной обработки с другой стороны. Данный вариант применяется при небольшом числе переходов, необходимых для обработки одного отверстия, а число одинаковых отверстий велико.

3. Одним инструментом осуществляется первый переход обработки одинаковых отверстий, расположенных с одной стороны детали, а затем последовательно со всех сторон детали.

После завершения первого перехода обработки одинаковых отверстий со всех сторон детали происходит смена инструмента, и цикл повторяется для второго и последующего переходов. Данный вариант применяется при большом числе одинаковых отверстий с различных сторон детали или в тех

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 88 |

случаях, когда время, затрачиваемое на смену инструмента, значительно превышает время поворота стола.

Проектирование технологических переходов кроме определения их состава и последовательности включает построение траектории движения инструмента на каждом переходе. Построение рациональной траектории движения инструмента на рабочих и вспомогательных ходах является одной из основных задач разработки технологического процесса. Перемещение инструмента при рабочих ходах на чистовых переходах осуществляется по эквидистанте. Характер эквидистанты отражает форму детали и режущей части инструмента. Эквидистанта формируется из геометрических элементов, которые соединяются пересечением или касанием (слайд 7). Точки перехода одного геометрического элемента к другому называют опорными. В управляющей программе эквидистанту задают в виде координат опорных точек. Эти координаты определяют по чертежным размерам детали с использованием формул геометрии.

При проектировании вспомогательных перемещений инструмента следует учитывать следующее (слайд 8):

- подвод инструмента к обрабатываемой поверхности и отвод осуществляется по специальным траекториям вспомогательных перемещений, обеспечивающим врезание по касательным со своевременным переходом с вспомогательного хода на рабочий;
- остановка или резкое изменение подачи фрезы при резании недопустимы, так как это приводит к повреждениям поверхности или инструмента,
 - длина вспомогательных ходов должна быть минимальной;
 - для устранения влияния на точность обработки зазоров станка предусматривать дополнительные петлеобразные переходы при реверсе;
 - траектория инструмента не должна пересекаться с элементами приспособления.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 89 |

Далее кратко опишем характеристики обрабатывающего центра с ЧПУ модели СТХ gamma 2000 (слайд 9).

На слайдах 9 и 10 представлен обрабатывающий центр СТХ gamma 2000 TC.

Обрабатывающий центр представляет собой многофункциональную машину с компактной модульной конструкцией, которая позволяет осуществлять простую обработку заготовок при помощи одного шпиндельного патрона и револьверной головки, а также выполнять сложнейшие операции при перемещении суппорта по оси Y с применением противошпинделя (опция). Так же станок оснащён мощным токарно-фрезерным шпинделем с торк-двигателем.

Интегрированный дисковый магазин на 36 инструментов. Производительность модели СТХ gamma 2000 СТ увеличена на 30% по сравнению со стандартными станками.

Отличительной особенностью данного станка является увеличенная рабочая зона, что позволяет обрабатывать металлические изделия больших размеров. Все детали машины изготовлены из высококачественных прочных материалов, что обеспечивает их износостойчивость и длительный срок службы.

Отличительные особенности токарно-фрезерного станка DMG СТХ gamma 2000 TC (слайд 11):

- повышение продуктивности за счет оптимизации процесса обработки;
- инновационное многоканальное программирование ShopTurn 3G для существенного сокращения времени программирования сложных контуров;
- абсолютная гибкость между DIN & WOP – DIN с оптимизацией времени и удобное программирование ShopTurn 3G;
- гибкое использование рабочей зоны и повышение продуктивности для малых и средних партий продукции с дополнительным револьвером;
- расширение возможностей обработки СТХ gamma TC;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 90 |

-быстрое, простое и четко структурированное управление инструментами.

Высокое качество обработки достигается благодаря наличию специальных измерительных устройств, а также надежной системой контроля компании Siemens. Необходимые сведения о состоянии рабочих органов станка на протяжении производственного процесса отображается на многоканальном сенсорном дисплее в виде общепринятых символов.

Программное обеспечение поддерживает возможность использование 3D графики. Программирование и моделирование осуществляется непосредственно в производственных условиях.

На слайде 12 представлена техническая характеристика станка СТХ gamma 2000ТС.

Технологический маршрут обработки детали (слайд 13).

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

Разработанный технологический процесс: маршрут обработки детали, выбор оборудования показаны в таблице 9.

Слайд 13 – Технологический маршрут обработки детали «Корпус фильтра»

| № опер | Содержание операции | Оборудование |
|--------|--|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 | Установ А Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11. Точить канавку 23, 25. Расточить отверстия 13, 24. Расточить отверстие 8. Сверлить 12 отверстий 9. | Обрабатывающий центр с ЧПУ модели |
| | Фрезеровать пазы 15, 16. | |

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|--|
| 005 | <p>Установ Б Точить поверхность 1 и 21. Фрезеровать поверхности 1, 2, 4, 5, 6, 26. Сверлить 2 отверстия 7. Сверлить 2 отверстия 22. Сверлить 3 отверстия 22 под резьбу 3. Зенковать фаски в 3-х отверстиях 3. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 3.</p> | <p>Обрабатывающий центр с ЧПУ модели СТХ gamma 2000 ТС</p> |
| 010 | Промывка | Машина моечная |
| 015 | Контроль | Стол контрольный |

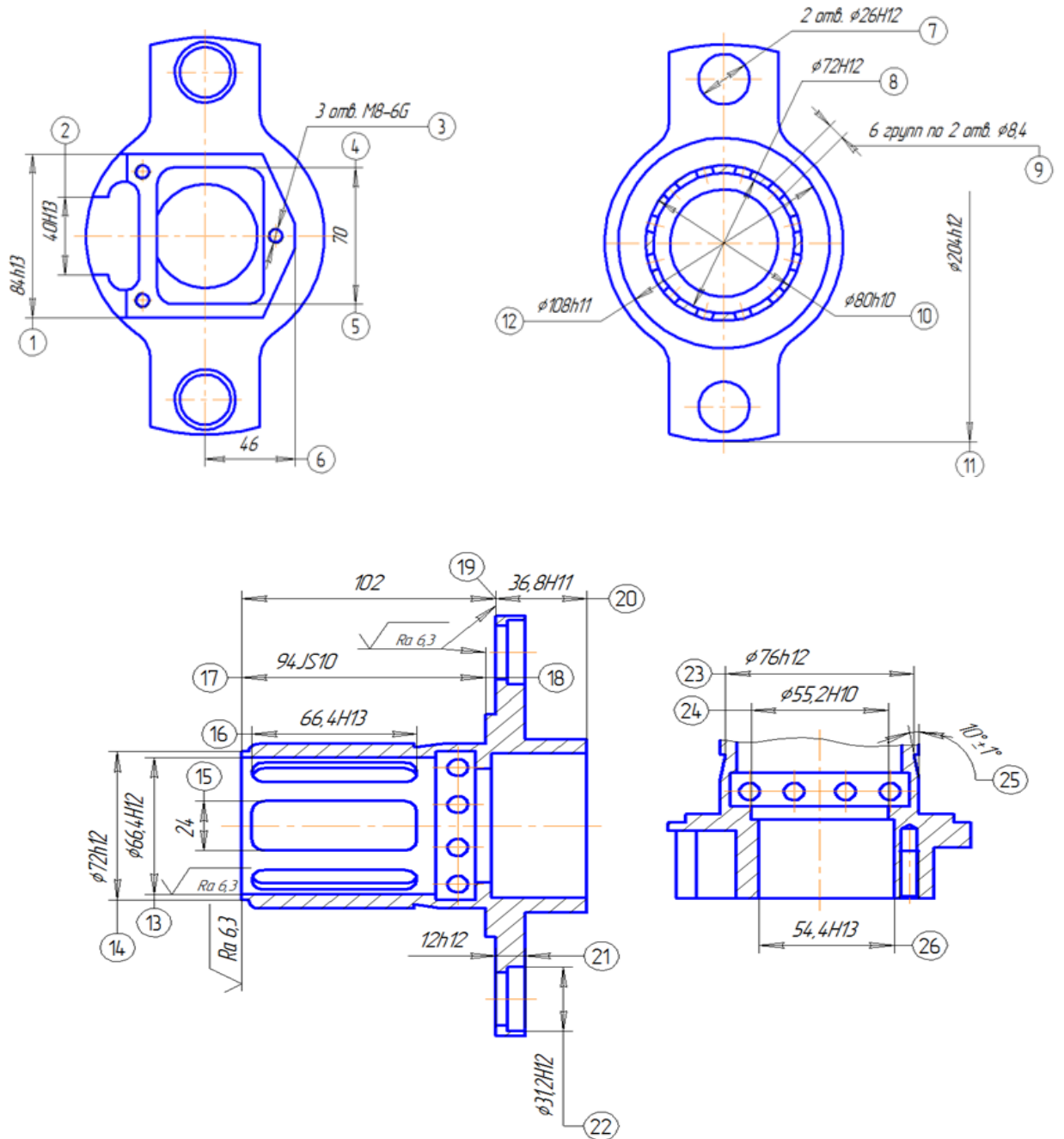


Рисунок 21 – Эскиз детали «Корпус фильтра»

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 92 |

Вопросы для закрепления нового материала (слайд 14)

1. В чем заключается отличие порядка выполнения переходов обработки при изготовлении деталей на станках с ЧПУ и на универсальных станках с ручным управлением?
2. Назовите принципы последовательности выполнения переходов.
3. какие особенности существуют при обработке валов на токарных станках с ЧПУ?
4. Назовите особенности обработки корпусных заготовок на многооперационных станках.
5. Что включает в себя проектирование технологических переходов кроме определения их состава и последовательности?
6. Что следует учитывать при проектировании вспомогательных перемещений?
7. Опишите отличительные особенности токарно-фрезерного станка DMG CTX gamma 2000 TC.

3.8. Разработка методического обеспечения для урока

Для урока разработаем учебную компьютерную презентацию, которая используется как средство информационной технологии обучения.

В настоящее время используются инновационные педагогические технологии, которые позволяют улучшить качество обучения по средствам более полного использования доступной информации, повышают эффективность учебного процесса на основе его индивидуализации и интенсификации, интегрируют различные виды деятельности (учебной, учебно – исследовательской, методической, научной, организационной) в рамках единой методологии, основанной на применениях новых информационных технологий, повышают профессиональную компетенцию и конкурентоспособность будущих специалистов различных отраслей. В тоже время необходимо нацеленность на развитие профессионального интереса к

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 93 |

изучаемой дисциплине, пополнение знаний социальными значимости профессии технолог – менеджер в сфере производства, ответственность за правильность принимаемых решений.

В современной литературе практически отсутствуют отечественные публикации о разработках и использовании компьютерных презентаций в области технологических процессов обработки заготовок резанием.

Компьютерная презентация позволяет совершенно по новому построить процесс обучения, реализовать дидактические принципы индивидуализация и дифференциации, творческой активности, наглядности, перехода к самообразованию, шире использовать исследовательские и поисковые методы.

Компьютерная презентация.

- Надежный путеводитель по существующим технологическим процессам обработки заготовок резанием;
- Универсальный справочник для студентов всех форм обучения, в том числе дистанционного;
- Незаменимый помощник на лекциях и дома для самостоятельных занятий по всем вопросам учебной программы;
- Пригодится, чтобы получить точную информацию о металлорежущих станках, режущих инструментах и приспособлениях;
- Вызывает аудиовизуальный эффект, красочные иллюстрации станков, металлорежущих инструментов, приспособлений и схем обработки показывают аутентичность.
- Видеоролики процессов обработки заготовок резанием создают иллюзию присутствия слушателей на производстве.

Все это подчинено одной цели, сделать общение с ней максимально полезным и приятным и легким.

Компьютерная презентация предназначена для демонстрации в специализированной аудитории и индивидуального использования на

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 94 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

домашних компьютерах студентов всех форм обучения.

Компьютерная презентация может быть доступна в четырёх режимах:

1. В режиме глобального доступа;
2. режиме локального доступа посетив образовательное государственное учреждение;
3. в виде CD или DVD дисках;
4. в процессе живой лекции.

Компьютерная презентация разработана в программе Microsoft PowerPoint.

Использование электронных презентаций позволяет значительно повысить информативность и эффективность урока при объяснении учебного материала, способствует увеличению динамизма и выразительности излагаемого материала.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 95 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Корпус фильтра» в условиях серийного производства.

В разработанной технологии применяется современный высокопроизводительный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены инвестиции в проект, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, инвестиции в проект составили 1541,5 т. руб., себестоимость изготовления детали составила 270,3 руб.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для повышения квалификации операторов станков с ЧПУ.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 96 |

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.
2. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.
3. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.
4. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.
5. Каблов Е. Н. Шестой технологический уклад. /Наука и жизнь, 2010. № 4.
6. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург, Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169 с.
7. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т.А. Козлова, Т.В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.
9. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 97 |

10. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски. [Электронный ресурс]. // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. (Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059>) (Дата обращения 06.04.2017г.).

11. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием [Текст]: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 2004. – 526 с.

12. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

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

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

15. Электронный каталог «Iscar», Токарная обработка, 2014 г.

16. Электронный каталог «Iscar», Сверление, 2014 г.

17. Электронный каталог «Iscar», Фрезерование, 2015 г.

18. SINUMERIK 840D/840Di/810D Руководство по программированию
Издание 09.01 Документация пользователя 6FC5298-6AB10-0PP1

19. Марочник стали и сплавов. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/stk/10) (Дата обращения 24.12.2017г.).

20. Группа компаний СМК DMG. Комплексный подход к металлообработке. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.smks.ru>) (Дата обращения 11.04.2017г.).

21. Производство и машиностроение. [Электронный ресурс]. // (Режим

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 98 |

доступа: <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>) (Дата обращения 12.04.2017г.).

22. Информационно справочный портал по металлургии, литейному делу, промышленной безопасности. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833>) (Дата обращения 28.04.2017г.).

23. Перитон Индастриал. Металлообрабатывающее оборудование. Современные технологии. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>) (Дата обращения 25.04.2017г.).

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

25. Специальные методы литья. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://uas.su/books/spesialmethodsforcasting/21/razdel21.php>) (Дата обращения 23.11.2017г.).

26. Фрезерно-токарные станки. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <https://cftech.ru/machine/puma-mx2600-series/>) (Дата обращения 25.11.2017г.).

27. Применение станков с ЧПУ при массовом производстве. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://helpiks.org/9-10959.html>) (Дата обращения 25.12.2017г.).

28. Информационно-справочный портал по металлургии и литейному делу. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://metalurgu.ru/content/view/317/21833/>) (Дата обращения 28.12.2017г.).

29. Токарные станки по металлу с ЧПУ. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: <http://sib.perytone.ru/metal/1293/>) (Дата обращения 11.01.2018г.).

30. Технологичность деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ. [Электронный ресурс]. // (Режим доступа: https://studopedia.su/10_64813_tehnologichnost-detaley-obrabativatelej-na-stankah-s-chpu.html) (Дата обращения 26.01.2018г.).

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 99 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

| Наименование документа | Обозначение документа | Формат | Кол-во листов | Примечание |
|--|-----------------------|--------|---------------|------------|
| 1. Корпус фильтра Отливка | ДП 44.03.04.728.01 | A1 | 1 | |
| 2. Корпус фильтра | ДП 44.03.04.728.02 | A1 | 1 | |
| 3. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.728.Д01 | A1 | 1 | |
| 4. Иллюстрация техпроцесса | ДП 44.03.04.728.Д02 | A1 | 1 | |
| 5. Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент) | ДП 44.03.04.728.Д05 | A1 | 1 | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 101 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Управляющая программа

Установ А

wwp

t6 d1

g90 g54 g18

g96 s200 lims=1000 m4

g0 x215 z0

g1 x-0.4 f0.25

g0 x220 z0

CYCLE95("contur",2,0.05,0.15,0,0.25,0.1,0.07,9,0,10,1)

wwp

t7 d2

g90 g54 g18

g96 s200 lims=1000 m4

g0 z-80.65 x80

g1 f0.22

CYCLE93(80,-80.65,11.65,4,0.22,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,5,0,5,1)

wwp

t8 d1

g90 g54 g18

g97 s230 m4

g0 x48 z2

CYCLE95("contur1",1,0.05,0.1,0,0.12,0.08,0.05,11,0,5,1)

wwp

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 102 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

t9d1

g0 g90 g54 g18

spos=0

setms(2)

s2=100 m2=3

transmit

diamof

g19

f0.25

m8

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

spos=30

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

spos=60

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

spos=90

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

spos=120

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

spos=150

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 103 |

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(55,40,2,-9,24,66.4,5,0,-4,0,5,0,0,80,80,0,11,5,,,,,)

t10d1

g0 g90 g54 g17

spos=15

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=45

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=75

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=105

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=135

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=165

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=195

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=225

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=255

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=285

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=315

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 104 |

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

spos=345

CYCLE83(55,40,1,32,,35,,5,0,,1,0,3,2,0,5,)

trafoof

diamom

setms(1)

wwp

m30

подпрограммы

contur

G18 G90 DIAMON ;*GP*

G0 Z0 X72 ;*GP*

G1 Z-2.5 ;*GP*

X79.81 RND=2.4 ;*GP*

Z-98 RND=.4 ;*GP*

X107.78 ;*GP*

Z-102 RND=.4 ;*GP*

X203.54 ;*GP*

Z-113.82 ;*GP*

X205 ;*GP*

m17

contur1

G18 G90 DIAMON ;*GP*

G0 Z0 X66.1 ;*GP*

G1 Z-94 ;*GP*

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 105 |

X49 ;*GP*

m17

Фрезерование установ Б

wwp

t1d1

g0 g90 g54 g18

spos=0

setms(2)

s2=100 m2=3

transmit

diamof

g17

f120

m8

CYCLE72("contur2",3,0,1,-24.8,5,0.5,0.5,80,40,201,41,1,3,140,1,3)

CYCLE72("contur3",3,0,1,-37,5,0.5,0.5,80,40,201,41,1,3,140,1,3)

_ZSD[2]=0 ;*RO*

POCKET3(5,0,2,-36.8,54,70,8,0,0,0,5,0.5,0.5,80,80,0,11,5,,,,)

g0x0 z10 y0

x-70 y11

g1 z-36.8 f0.2

x-42

y-11

x-75

_ZSD[2]=0 ;*RO*

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 106 |

POCKET3(5,0,1,-36.8,16,50,8,-40,0,0,5,0,0,20,30,0,11,0,,,,,)

x200 z100 y200

t2D1

g0 g90 g54 g17

f

MCALL CYCLE83(5,-24,1,-40,-30,5,0,1,0,3,2,0,5,)

otv:

HOLES2(0,0,84,90,180,2)

ENDLABEL:

mcall

x200 z100 y200

t3D1

g0 g90 g54 g17

f

MCALL CYCLE83(5,-24,1,-32,-27,5,0,1,0,3,2,0,5,)

otv1:

HOLES2(0,0,64,90,180,2)

ENDLABEL:

mcall

x200 z100 y200

t4D1

g0 g90 g54 g17

f

MCALL CYCLE83(5,0,1,-22,-8,5,0,1,0,3,2,0,5,)

otv3: ;*RO*

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 107 |

G17 G0 X = AC(-32) Y = AC(33) ;*RO*

X = AC(36) Y = AC(0) ;*RO*

X = AC(-32) Y = AC(-33) ;*RO*

ENDLABEL: ;*RO*

mcall

x200 z100 y200

t5D1

g0 g90 g54 g17

f

MCALL CYCLE84(5,0,2,-13.2,,0,3,,2,0,100,80,3,1,0,0,,)

otv4: ;*RO*

G17 G0 X = AC(-32) Y = AC(33) ;*RO*

X = AC(36) Y = AC(0) ;*RO*

X = AC(-32) Y = AC(-33) ;*RO*

ENDLABEL: ;*RO*

mcall

trafoof

diamom

setms(1)

wwp

m30

подпрограммы:

contur 2

G17 G90 DIAMOF ;*GP*

G0 X-40 Y44 ;*GP*

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| | | | | | | 108 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

G1 X30 ;*GP*

X46 Y6 ;*GP*

Y-6 ;*GP*

X30 Y-44 ;*GP*

X-40 ;*GP*

Y44 ;*GP*

m17

contur 3

G17 G90 DIAMOF ;*GP*

G0 X0 Y102 ;*GP*

G2 X28 Y98 I=AC(-.2857) J=AC(.0004) ;*GP*

G1 Y55 RND=16 ;*GP*

G2 X61 Y0 I=AC(.0053) J=AC(.8032) ;*GP*

X28 Y-55 I=AC(.0053) J=AC(-.8032) RND=16 ;*GP*

G1 Y-98 ;*GP*

G2 X0 Y-102 I=AC(-.2857) J=AC(-.0004) ;*GP*

X-28 Y-98 I=AC(.2857) J=AC(-.0004) ;*GP*

G1 Y-55 RND=16 ;*GP*

G2 X-61 Y0 I=AC(-.0053) J=AC(-.8032) ;*GP*

X-28 Y55 I=AC(-.0053) J=AC(.8032) RND=16 ;*GP*

G1 Y98 ;*GP*

G2 X0 Y102 I=AC(.2857) J=AC(.0004) ;*GP*

m17

подпрограмма WWP

N1000 G0 G18 G40 G500 G90 G95 X400 Z600 S300 T0 D0 M4 M9

N1010 M17

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 109 |

Презентация к уроку

ТЕМА УРОКА:

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ**

**ВОПРОСЫ ДЛЯ АКТУАЛИЗАЦИЯ ОПОРНЫХ
ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ**

1. Назовите условия эффективного использования станков с ЧПУ.
2. Назовите основные требования по выбору деталей для обработки на станках с ЧПУ.
- 3 Назовите требования конструкции деталей.
4. Приведите требования к технологичности деталей для станков с ЧПУ.
5. Приведите критерии технологичности деталей, обрабатываемых на станках с ЧПУ.
6. Назовите особенности базирования деталей на станках с ЧПУ .
- 7 . Что такое система координат станка ?
- 8 . Для чего служит система координат детали?
9. Назовите особенности базирования деталей типа тел вращения.
10. Назовите приспособления, применяемые на станках с ЧПУ.



2

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

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕХОДОВ:

- ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЕРЕХОДОВ В ОДНОЙ ОПЕРАЦИИ,
- РАБОТЫ С ОПТИМАЛЬНЫМИ ПРИПУСКАМИ И МИНИМАЛЬНЫМИ НАПУСКАМИ, ЧТО ПОЗВОЛЯЕТ СОКРАТИТЬ НОМЕНКЛАТУРУ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, ПОВЫСИТЬ ТОЧНОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОБРАБОТКИ, УПРОСТИТЬ УДАЛЕНИЕ СТРУЖКИ;
- МИНИМАЛЬНОГО ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С УЧЕТОМ ЗАТРАТ ВРЕМЕНИ НА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ХОДЫ, СМЕНУ ИНСТРУМЕНТА, ПОВОРОТ СТОЛА И Т.Д.;
- МАКСИМАЛЬНОГО УЧЕТА ВОЗМОЖНОСТЕЙ СТАНКОВ И ОГРАНИЧЕНИЙ ПО ТОЧНОСТНЫМ ПАРАМЕТРАМ СТАНКОВ, ДЛИНЕ КОНСОЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА (ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ ДЛИНОЙ НЕ БОЛЕЕ 6 ДИАМЕТРОВ), ДИАМЕТРУ ФРЕЗ И Т.Д.

3

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ВАЛОВ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ

1. ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ В ЦЕНТРАХ ДОЛЖНЫ ИМЕТЬ ЦЕНТРОВЫЕ ОТВЕРСТИЯ И ХОТЯ БЫ ОДИН ОБРАБОТАННЫЙ ТОРЕЦ.
2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ ЗАГОТОВОК МОГУТ ВКЛЮЧАТЬ НЕ ТОЛЬКО ОБРАБОТКУ ТОРЦЕВ И ЦЕНТРОВАНИЕ, НО И ДРУГИЕ ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА КОНЦАХ ВАЛА: СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ, НАРЕЗАНИЕ В НИХ РЕЗЬБЫ, ГЛУБОКОЕ СВЕРЛЕНИЕ, РАСТАЧИВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТВЕРСТИЯ И Т.П.
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ СОЗДАЮТ УСЛОВИЯ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ВАЛА ЗА ОДИН УСТАНОВ. 4 ЖЕСТКИЕ ЗАГОТОВКИ ОБРАБАТЫВАТЬ ЗА ОДИН-ДВА УСТАНОВА. ПРИ ОБРАБОТКЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ПРАВЫЕ И ЛЕВЫЕ РЕЗЦЫ.
5. ТЕРМОУЛУЧШЕНИЕ ЗАГОТОВКИ ПРОВОДИТЬ ПЕРЕД ОБРАБОТКОЙ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ С ЧПУ.



4

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 111 |

ОСОБЕННОСТИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ ВТУЛОК И ФЛАНЦЕВ

1. Чем меньше врезаний резца в необработанную поверхность, тем выше надежность его работы. Поэтому рекомендуется произвести сначала один рабочий ход резцом по торцовой поверхности в направлении оси заготовки и один рабочий ход по цилиндрической поверхности, параллельно этой оси. Дальнейшая траектория перемещения резца выбирается, исходя из условия минимального числа рабочих ходов.
2. При обработке отверстий вместо зенкерования и развертывания применять растачивание, которое более производительно и обеспечивает более качественную поверхность. Применение зенкеров и разверток целесообразно при обработке больших партий заготовок или отверстий малого диаметра.
3. В ряде случаев для заготовок необходима предварительная обработка для создания надежных технологических баз.



5

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ КОРПУСНЫХ ЗАГОТОВОК НА МНОГООПЕРАЦИОННЫХ СТАНКАХ

1. В первую очередь фрезеруются торцовой или концевой фрезой наружные плоские поверхности, затем уступы, пазы, выступы. Затем фрезеруют внутренние плоские поверхности и пазы, расположенные на некотором расстоянии от наружных плоских поверхностей детали.
2. Последовательность переходов фрезерования плоскостей, расположенных на различных сторонах детали зависит, от точности их относительного расположения и затрат времени на смену инструмента, поворот стола и перемещение узлов станка.
3. При выполнении сверлильно-расточных переходов сначала осуществляют черновые переходы обработки основных отверстий и отверстий диаметром более 30 мм в сплошном металле, затем аналогичные переходы обработки отверстий детали, полученных в заготовке. Далее обрабатывают торцевые поверхности, канавки, фаски и другие поверхности, точность которых ниже точности станка. После осуществления указанных выше переходов должна быть выполнена полустовая и чистовая обработка основных отверстий, а также торцов, канавок, точность которых соизмерима с точностью станка.
4. Перед выполнением чистовых переходов рекомендуется удалить из внутренних полостей заготовки стружку, аккумулирующую значительное количество теплоты, чтобы уменьшить температурные деформации заготовки.



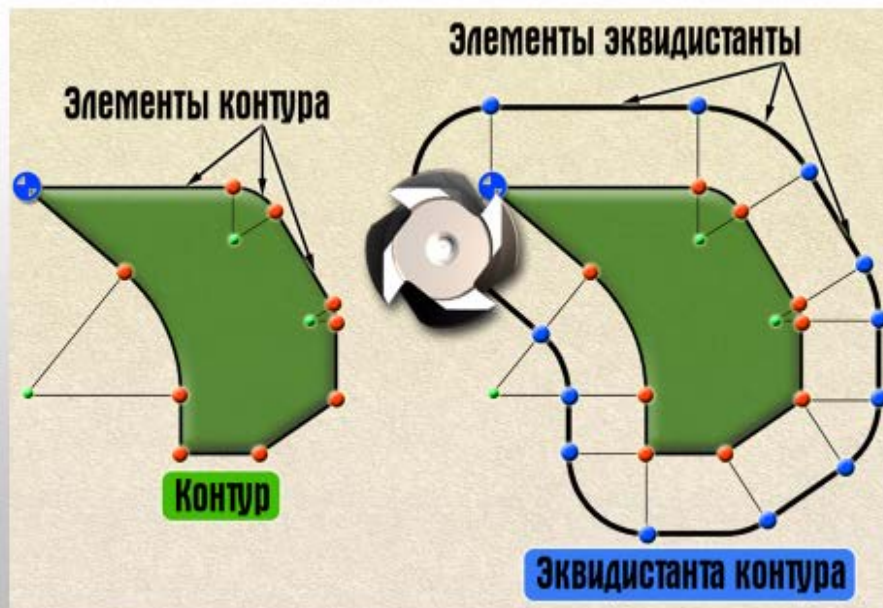
6

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

ДП 44.03.04.534.ПЗ

Лист

112



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ИНСТРУМЕНТА

- ПОДВОД ИНСТРУМЕНТА К ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ОТВОД ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ ТРАЕКТОРИЯМ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИМ ВРЕЗАНИЕ ПО КАСАТЕЛЬНЫМ СО СВОЕВРЕМЕННЫМ ПЕРЕХОДОМ С ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ХОДА НА РАБОЧИЙ;
- ОСТАНОВКА ИЛИ РЕЗКОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПОДАЧИ ФРЕЗЫ ПРИ РЕЗАНИИ НЕДОПУСТИМЫ, ТАК КАК ЭТО ПРИВОДИТ К ПОВРЕЖДЕНИЯМ ПОВЕРХНОСТИ ИЛИ ИНСТРУМЕНТА,
- ДЛИНА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ХОДОВ ДОЛЖНА БЫТЬ МИНИМАЛЬНОЙ;
- ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ЗАЗОРОВ СТАНКА ПРЕДУСМАТРИВАТЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПЕТЛЕОБРАЗНЫЕ ПЕРЕХОДЫ ПРИ РЕВЕРСЕ;
- ТРАЕКТОРИЯ ИНСТРУМЕНТА НЕ ДОЛЖНА ПЕРЕСЕКАТЬСЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.

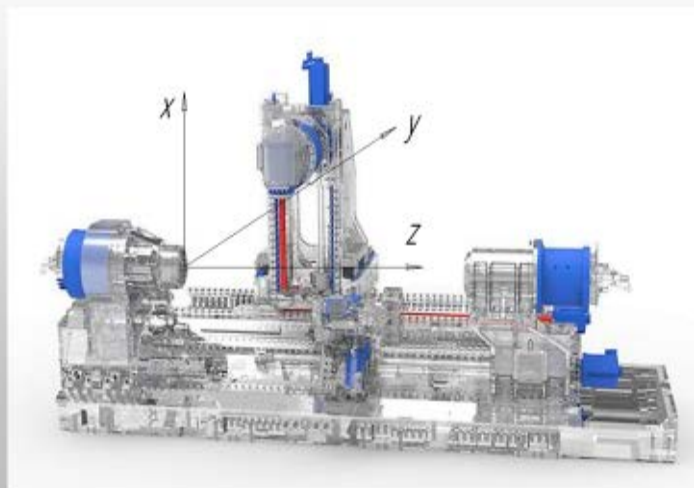
| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ МОДЕЛИ СТХ ГАММА 2000



9

ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР СТХ ГАММА 2000 ТС БЕЗ КОЖУХА С УКАЗАНИЕМ ОСЕЙ КООРДИНАТ



10

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

ДП 44.03.04.534.ПЗ

Лист

114

ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА DMG CTX GAMMA 2000 TC

- ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ;
- ИННОВАЦИОННОЕ МНОГОКАНАЛЬНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ShopTURN 3G для СУЩЕСТВЕННОГО СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ КОНТУРОВ;
- АБСОЛЮТНАЯ ГИБКОСТЬ МЕЖДУ DIN & WOP – DIN С ОПТИМИЗАЦИЕЙ ВРЕМЕНИ И УДОБНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ShopTURN 3G;
- ГИБКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ И ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ДЛЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПАРТИЙ ПРОДУКЦИИ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ РЕВОЛЬВЕРОМ;
- РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ CTX GAMMA TC;
- БЫСТРОЕ, ПРОСТОЕ И ЧЕТКО СТРУКТУРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАМИ.

11

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОЦ CTX GAMMA 1250 TC

| Модель обрабатывающего центра | CTX gamma 2000 TC |
|---|-------------------|
| Максимальный диаметр обтачивания, мм | 630 |
| Максимальная длина заготовки, мм | 2050 |
| Макс. число оборотов главного шпинделя, об/мин | 4000 |
| Макс. мощность главного привода, кВт | 35 |
| Макс. число оборотов контр шпинделя, об/мин | 5000 |
| Макс. мощность контр шпинделя, кВт | 25 |
| Количество приводных инструментов | 12 |
| Макс. число оборотов приводного инструменты, об/мин | 4000 |
| Время переключения инструменты, с | 4 |
| Перемещение по осям X/Y/Z, мм | 650/±200/2050 |
| Масса станка, кг | 14000 |

12

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------|------|
| | | | | | ДП 44.03.04.534.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 115 |

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МАРШРУТ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ФИЛЬТРА»

| № опер | Содержание операции | Оборудование |
|--------|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 005 | Установ А Точить поверхности 17, 14, 18, 19, 11. Точить канавку 23, 25. Расточить отверстия 13, 24. Расточить отверстие 8. Сверлить 12 отверстий 9. Фрезеровать пазы 15, 16. | Обработывающий центр с ЧПУ модели CTX gamma 2000TC |
| 005 | Установ Б Точить поверхность 1 и 21. Фрезеровать поверхности 1, 2, 4, 5, 6, 26. Сверлить 2 отверстия 7. Сверлить 2 отверстия 22. Сверлить 3 отверстия 22 под резьбу 3. Зенковать фаски в 3-х отверстиях 3. Нарезать резьбу в 3-х отверстиях 3. | Обработывающий центр с ЧПУ модели CTX gamma 2000 TC |
| 010 | Промывка | Машина моечная |
| 015 | Контроль | Стол контрольный |

13

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ НОВОГО МАТЕРИАЛА

- В чем заключается отличие порядка выполнения переходов обработки при изготовлении деталей на станках с ЧПУ и на универсальных станках с ручным управлением?
- Назовите принципы последовательности выполнения переходов.
- Какие особенности существуют при обработке валов на токарных станках с ЧПУ?
- Назовите особенности обработки корпусных заготовок на многооперационных станках.
- Что включает в себя проектирование технологических переходов кроме определения их состава и последовательности?
- Что следует учитывать при проектировании вспомогательных перемещений?
- Опишите отличительные особенности токарно-фрезерного станка DMG CTX gamma 2000 TC.



14

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

ДП 44.03.04.534.ПЗ

Лист

116