

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования

"Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Козорез Д.А.

3 июля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (000197419)

Оборудование с ЧПУ

(указывается наименование дисциплины по учебному плану)

| | |
|--|---|
| Направление подготовки | 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов |
| Квалификация выпускника | Бакалавр |
| Профиль подготовки | Технология производства авиационных ГТД |
| Форма обучения | очно-заочная (очно, очно-заочное, заочное) |
| Выпускающая кафедра | ТПАД |
| Обеспечивающая кафедра | ТПАД |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | ТПАД |

| Семестр | З.Е. | Трудоемкость, час. | Лекций, час. | Практич. занятий, час. | Лаборат. работ, час. | СРС, час | Экзамен- нов, час. | Форма промежуточног о контроля |
|---------|------|-----------------------|-----------------|------------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------|
| 9 | 3 | 108 | 16 | 14 | 0 | 42 | 36 | Э |
| Итого | 3 | 108 | 16 | 14 | 0 | 42 | 36 | |

Москва

2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения.
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
3. Структура и содержание дисциплины.
4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.
6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Приложения к рабочей программе дисциплины

Приложение 1. Аннотация рабочей программы

Приложение 2. Прикрепленные файлы

Программа составлена в соответствии с требованиями СУОС МАИ, разработанного на основе ФГОС ВО (3++) по направлению 24.03.05 Двигатели летательных аппаратов

Авторы программы:

Бабин С.В.

Заведующий обеспечивающей кафедрой ТПАД

Программа одобрена:

Заведующий выпускающей кафедрой
ТПАД

Директор выпускающего филиала СТ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.

Целью освоения дисциплины Оборудование с ЧПУ является достижение следующих результатов освоения(РО):

| N | Шифр | Результат обучения |
|----|---------------|---|
| 1 | У-1(ДПК-2.1) | Уметь подготавливать программы для технологического программно-управляемого оборудования |
| 2 | З-1(ДПК-2.1) | Знать принципы разработки программ для технологического программно-управляемого оборудования |
| 3 | В-1(ДПК-2.1) | Владеть методами программирования программно-управляемого оборудования |
| 4 | З-1(ДПК-2.2) | Знать G- коды и принципы ручного программирования оборудования с ЧПУ |
| 5 | В-1(ДПК-2.2) | Владеть навыками ручного программирования оборудования с ЧПУ |
| 6 | У-1(ДПК-2-2) | Уметь проверять и корректировать программы обработки деталей ДЛА на NC оборудовании |
| 7 | З-1(ДПК-2.3) | Знает методы автоматизированного программирования производственного и измерительного оборудовани с помощью САМ систем |
| 8 | В-1(ДПК-2.3) | Владеет методами автоматизированного программирования производственного и измерительного оборудования с помощью САМ систем |
| 9 | У-1(ДПК-2.3) | Умеет применять системы автоматизированной подготовки программ с целью технологического обеспечения оборудования с ЧПУ |
| 10 | У-1(ДПК-6.2) | Уметь применять полученные знания для разработки рациональных режимов резания при различных видах обработки разнообразных конструкционных материалов в области жаропрочных, нержавеющей и титановых сплавов |
| 11 | З-1(ПКР-24.1) | Знать принципы оршанизации автоматизированного производства и оборудования |
| 12 | У-1(ПКР-24.1) | Уметь проектировать управляющие программы для станков с числовым программным управлением |
| 13 | В-1(ПКР-24.1) | Владеть навыками разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением на участках механической обработки |
| 14 | З-2(ПКР-24.2) | Знать методы применения элементов автоматизации при проектировании технологических процессов |
| 15 | У-2(ПКР-24.2) | Уметь применять способы и методы проектирования и реализации технологических процессов с применением элементов автоматизации |
| 16 | З-2(ПКР-24.2) | Владеть навыками разработки элементов технологических процессов с применением автоматизации |

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций:

| N | Шифр | Компетенция |
|---|--------|--|
| 1 | ДПК-2 | Способность разрабатывать программы для технологического программно-управляемого оборудования |
| 2 | ДПК-6 | Способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению. |
| 3 | ПКР-24 | Способен участвовать в работах по автоматизации технологических процессов при производстве ДЛА |

Индикаторы достижения компетенций, служащие для проверки сформированности части соответствующей компетенции:

| N | Шифр | Индикатор компетенций |
|---|----------|--|
| 1 | ДПК-2.1 | Применяет приемы программирования производственного, контрольно-измерительного оборудования с числовым программным управлением |
| 2 | ДПК-2.3 | Применяет приемы программирования производственного, контрольно-измерительного оборудования с числовым программным управлением |
| 3 | ПКР-24.1 | Участвует в работах по автоматизации механической обработки деталей ДЛА |
| 4 | ПКР-24.2 | Участвует в работах по автоматизации технологической подготовки производства |
| 5 | ДПК-2.2 | Демонстрирует знания принципов программирования программноуправляемого оборудования |
| 6 | ДПК-2.1 | Выполняет программирования оборудования с числовым программным управлением с применением современных САМ средств автоматизации подготовки программ |
| 7 | ДПК-6.2 | Принимает участие в предупреждении появления брака на основе статистического управления качеством продукции |
| 8 | ПКР-24.1 | Участвует в работах по автоматизации механической обработки деталей ДЛА |
| 9 | ПКР-24.2 | Участвует в работах по автоматизации технологической подготовки производства |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.

Дисциплина Оборудование с ЧПУ является предшествующей и последующей для следующих дисциплин:

| N | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины |
|---|-------------------------------------|---|
| 1 | Технологическая практика | Автоматизированные системы проектирования технологических процессов (PLM-технологии в производстве ДЛА) |
| 2 | Производственная практика | Итоговая гос. аттестация |
| 3 | Теория резания и режущий инструмент | Технология производства АД и ЭУ |

| | | |
|---|---|---|
| 4 | Технология заготовительного производства (Технология заготовительно-штамповочных работ) | Технология ЭХО и ЭФО (Технология электрофизических методов обработки и защитные покрытия) |
| 5 | | Преддипломная практика |
| 6 | | Автоматизация технологических процессов (Технические средства автоматизации ТПА ДЛА) |

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы), 108 часа(ов).

| Модуль | Раздел | Лекции | Практич. занятия | Лаборат. работы | СРС | Всего часов | Всего с экзаменами и курсовыми |
|--------------------|---|-----------|------------------|-----------------|-----------|-------------|--------------------------------|
| Оборудование с ЧПУ | Введение | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 108 |
| | Классификация станков с ЧПУ | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| | Электрооборудование и электроавтоматика | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| | Привода | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| | Системы ЧПУ | 2 | 12 | 0 | 7 | 21 | |
| | Основы программирования ISO-7 бит | 2 | 2 | 0 | 9 | 13 | |
| | Основные механические узлы | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| | Точность обработки на станках с ЧПУ | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | |
| Всего | | 16 | 14 | 0 | 22 | 52 | 108 |

3.1. Лекции

| № п/п | Раздел дисциплины | Объем часов | Тема лекции |
|-------|---|-------------|---|
| 1 | 1.1.Введение | 2 | Введение |
| 2 | 1.2.Классификация станков с ЧПУ | 2 | Классификация станков с ЧПУ. Основные направления развития и использования оборудования с ЧПУ |
| 3 | 1.3.Электрооборудование и электроавтоматика | 2 | Электрооборудование и электроавтоматика металлорежущих станков |
| 4 | 1.4.Привода | 2 | Системы и аппаратура регулирования электропривода |

| | | | |
|---------------|---|-----------|--|
| 5 | 1.5.Системы ЧПУ | 2 | Системы ЧПУ |
| 6 | 1.6.Основы программирования ISO-7 бит | 2 | Общие сведения об устройствах ЧПУ. Системы счисления и кодирования исходной информации |
| 7 | 1.7.Основные механические узлы | 2 | Основные механические узлы оборудования с ЧПУ |
| 8 | 1.8.Точность обработки на станках с ЧПУ | 2 | Точность обработки на станках с ЧПУ и методы повышения качества обработки |
| Итого: | | 16 | |

3.2. Содержание лекций

1.1.1. Введение (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Предмет курса. Назначение и роль оборудования с ЧПУ в производстве двигателей и агрегатов летательных аппаратов.

1.2.1. Классификация станков с ЧПУ. Основные направления развития и использования оборудования с ЧПУ (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Классификация станков с ЧПУ. Основные направления развития и использования оборудования с ЧПУ

1.3.1. Электрооборудование и электроавтоматика металлорежущих станков (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Электрооборудование и электроавтоматика металлорежущих станков. Электропривод станка, его структурой функции управления.

1.4.2. Системы и аппаратура регулирования электропривода (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Системы регулирования электропривода. Приводы с магнитным усилителем (ПМУ), электромашинным усилителем (ЭМУ) и тиристорными преобразователями (ТП). Электроприводы главного движения и подачи станков ЧПУ по системе ТП-Д. Шаговый и следящий приводы подачи, их структура, применяемые электродвигатели, параметры приводов. Датчики обратной связи в следящих приводах.

1.5.1. Системы ЧПУ (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Системы автоматического управления, общая их характеристика и сравнительный анализ. Аналоговые системы и системы с ЧПУ. Системы программного управления станка-ми. Общие сведения о программном управлении. Копировальные системы управления станками, структура копировальных систем, основные элементы их взаимодействия.

Системы числового программного управления (ЧПУ). Основные направления и перспективы развития систем с ЧПУ. Структурное представление и классификация систем с ЧПУ.

1.6.2. Общие сведения об устройствах ЧПУ.

Системы счисления и кодирования исходной информации (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Общие сведения об устройствах ЧПУ. Структурные схемы устройств, построенных по принципу цифровой информации и устройств, построенных по структуре ЭВМ. Микропроцессорные устройства ЧПУ, элементная база устройств ЧПУ.

1.7.1. Основные механические узлы оборудования с ЧПУ (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Конструктивные особенности механических узлов станков с ЧПУ. Беззачерпные зубчатые передачи, шариковые винтовые пары, направляющие качения, шпиндельные узлы, механизмы крепления и смены инструмента.

1.8.1. Точность обработки на станках с ЧПУ и методы повышения качества обработки (АЗ: 2, СРС: 1)

Тип лекции: Информационная лекция

Форма организации: Лекция

Описание: Погрешности программирования и их влияние на точность обработки на станках с ЧПУ. Методы повышения надежности эксплуатации станков с ЧПУ.

3.3. Практические занятия

| № п/п | Раздел дисциплины | Объем часов | Наименование практического занятия |
|---------------|---------------------------------------|-------------|--|
| 1 | 1.5.Системы ЧПУ | 4 | Изучение система кодирования SIEMENS - основные особенности |
| 2 | 1.5.Системы ЧПУ | 4 | Изучение система кодирования FANUC- основные особенности |
| 3 | 1.5.Системы ЧПУ | 4 | Изучение система кодирования Heidehan- основные особенности |
| 4 | 1.6.Основы программирования ISO-7 бит | 2 | Расчет и кодирование управляющей программы для станка 16A20Ф3С47 "Siemens 802d" (токарный) с помощью системы SYMPLUS (KELLER Германия) |
| Итого: | | 14 | |

3.4. Содержание практических занятий

- 1.5.1. Изучение система кодирования SIEMENS - основные особенности (АЗ: 4, СРС: 2)**

Форма организации: Практическое занятие

- 1.5.2. Изучение система кодирования FANUC- основные особенности (АЗ: 4, СРС: 2)**

Форма организации: Практическое занятие

- 1.5.3. Изучение система кодирования Heidehan- основные особенности (АЗ: 4, СРС: 2)**

Форма организации: Практическое занятие

- 1.6.1. Расчет и кодирование управляющей программы для станка 16A20Ф3С47 "Siemens 802d" (токарный) с помощью системы SYMPLUS (KELLER Германия) (АЗ: 2, СРС: 2)**

Форма организации: Практическое занятие

3.5. Лабораторные работы

Не предусмотрено учебным планом.

3.6. Курсовые работы и проекты по дисциплине

- 1.1. Подготовка управляющей программы для станка с ЧПУ (по заданию преподавателя)**

Тематика:

Трудоемкость(СРС): 20

Прикрепленные файлы: Методичка_курсовая_Оборудование с ЧПУ.pdf

3.7. Промежуточная аттестация

- 1. Экзамен (9 семестр)**

Прикрепленные файлы: Билеты ЧПУ.pdf, Вопросы_ЧПУ.pdf

4. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Основная и дополнительная литература по дисциплине
2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».
3. Ресурсы научно-технической библиотеки МАИ.
4. Информационные стенды кафедры.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Описание показателей, критерии оценивания компетенций и описание шкал оценивания осуществляются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки результатов обучения студентов по дисциплине (Приказ №42 от 04.04.2014 «Об утверждении положения «Рейтинг по дисциплине»).

Для оценивания интегрированных и практико-ориентированных заданий обучающихся используются следующие критерии по 100-балльной шкале:

1. Формулирование представленной информации в виде проблемы;
2. Предложение способа решения проблемы;
3. Обоснование способа решения проблемы;
4. Демонстрация способа решения проблемы.

Оценивание осуществляется по следующей шкале:

| 100-балльная шкала | Результат освоения |
|--------------------|---------------------------|
| менее 40 | Критерий не сформирован |
| 41-70 | Критерий четко не выражен |
| 71-100 | Критерий выражен четко |

Для оценивания ситуационных заданий используется следующая шкала:

| 100-балльная шкала | Результат освоения |
|--------------------|---|
| менее 30 | обучающийся не может сформулировать проблему, представленную в задании |
| 31-50 | обучающийся формулирует поставленную задачу, у него сформированы изолированные знания и умения, однако отсутствуют интегрированные понятия и навыки, в результате чего допущены ошибки в решении и задание не выполнено |
| 51-80 | задание выполнено, обучающийся применяет знания для решения поставленной проблемы, однако не сформированы компетенции, вследствие чего обучающийся испытывает затруднения в демонстрации способов решения задачи |
| 81-100 | задание выполнено как в теоретическом, так и в практическом плане, обучающийся легко демонстрирует свою компетентность по данному вопросу |

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения, включают в себя:

- вопросы к промежуточной аттестации.

Перечень компетенций и этапы их формирования приведены в следующей таблице:

| N | Шифр | Компетенция | Этапы формирования компетенции |
|---|-------|--|---|
| 1 | ДПК-2 | Способность разрабатывать программы для технологического программно-управляемого оборудования | <p>Уметь подготавливать программы для технологического программно-управляемого оборудования</p> <p>Знать принципы разработки программ для технологического программно-управляемого оборудования</p> <p>Владеть методами программирования программно-управляемого оборудования</p> <p>Знать G- коды и принципы ручного программирования оборудования с ЧПУ</p> <p>Владеть навыками ручного программирования оборудования с ЧПУ</p> <p>Уметь проверять и корректировать программы обработки деталей ДЛА на NC оборудовании</p> <p>Знает методы автоматизированного программирования производственного и измерительного оборудования с помощью САМ систем</p> <p>Владеет методами автоматизированного программирования производственного и измерительного оборудования с помощью САМ систем</p> <p>Умеет применять системы автоматизированной подготовки программ с целью технологического обеспечения оборудования с ЧПУ</p> <p>Семестр - 9</p> |
| 2 | ДПК-6 | Способность исследовать и анализировать причины брака в производстве и разрабатывать предложения по его предупреждению и устранению. | <p>Уметь применять полученные знания для разработки рациональных режимов резания при различных видах обработки разнообразных конструкционных материалов в области жаропрочных, нержавеющей и титановых сплавов</p> <p>Семестр - 9</p> |

| | | | |
|---|--------|--|--|
| 3 | ПКР-24 | Способен участвовать в работах по автоматизации технологических процессов при производстве ДЛА | Знать принципы организации автоматизированного производства и оборудования Уметь проектировать управляющие программы для станков с числовым программным управлением Владеть навыками разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением на участках механической обработки Знать методы применения элементов автоматизации при проектировании технологических процессов Уметь применять способы и методы проектирования и реализации технологических процессов с применением элементов автоматизации Владеть навыками разработки элементов технологических процессов с применением автоматизации Семестр - 9 |
|---|--------|--|--|

Комплект типовых индивидуальных заданий

| N | Раздел дисциплины | Объем, часов | Наименование типового задания |
|---------------|-----------------------------------|--------------|--|
| 1 | Основы программирования ISO-7 бит | 6 | Разработка управляющей программы для изготовления детали.... |
| Итого: | | 6 | |

Содержание типовых заданий

1.6.1. Разработка управляющей программы для изготовления детали.... (СРС: 6)

Тематика: Разработка управляющей программы для изготовления детали...

Тип: Расчетная работа

Вопросы к промежуточной аттестации

"Оборудование с ЧПУ"

1. Экзамен (9 семестр)

Прикрепленные файлы: Билеты ЧПУ.pdf, Вопросы_ЧПУ.pdf

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

- 1. Мещерякова В.Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: Учебное пособие / В.Б. Мещерякова, В.С. Стародубов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с
- 2. Босинзон М.А. Современные системы ЧПУ и их эксплуатация: Учебник для нач. проф. образования/М.А. Босинзон; под ред. Б.И. Черпакова.- М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 192с. и (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 3. Морозов В.В. Программирование обработки на современных многофункциональных токарных станках с ЧПУ: Учебное пособие. Владимир из-во Владимирского гос-университета. 2009 г. – 236 с. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 4. Должиков В.П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие. Томский политехнический университет, Томск из-во ТПУ. 2011 -143 с.

б) Дополнительная литература:

- 1. Лавыгин. А.А и др. Современный станок с ЧПУ и cad/cam системы, М: 286 стр., 2006. (Электронный вариант – доступ сервер кафедры ТПАД)
- 2. Григорьев С.Н и др. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ. справочник 480 стр. М.: Машиностроение, 2005 г.
- 3. Гузеева В.И. Режимы резания для токарных и сверлильных, фрезерных, расточных станков с ЧПУ справочник. 368 стр. М.: Машиностроение, 2005.
- 4. Серебринский П.П. Программирование для автоматизированного оборудования. 592 стр. Высшая школа, 2004.
- 5. Фрезерная обработка на станках ЧПУ с системой ЧПУ FANUC. учебное пособие 41 стр. М., 2005 г.
- 6. Е.Э. Фелльдштейн, М.А. Корниевич. Обработка деталей на станках с ЧПУ учеб. Пособие. Минск. Новое знание - 2008. – 299стр.
- 7. Рабочая тетрадь для работы с программой фирмы Келлер SymPlus 5.1. Издательство фирмы Келлер 2009 г. 124 с

7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения образовательного процесса по дисциплине обучающимся предоставляется возможность круглосуточного дистанционного индивидуального доступа к электронным библиотечным системам из любой точки, в которой имеется доступ к сети «Интернет».

| Наименование ресурса | Интернет-ссылка на ресурс |
|---|--|
| "ZNANIUM.COM" | |
| Договор № 4855 эбс/027-1-3200-20 от 08.12.2020 с ООО "ЗНАНИУМ" С «18»12.2020 г. по «17»12.2021 г | http://znanium.com |
| Договор № эбс/027-1-3026-21 от 22.12.2021 с ООО "ЗНАНИУМ" С «15»12.2021 г. по «31»12.2022 г | https://znanium.com/ |
| Договор № эбс/027-1-2586-22 от 07.12.2022 с ООО "ЗНАНИУМ" С «20»12.2022 г. по «31»12.2023 г | |
| ООО "Издательство Лань" | |
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 г | e.lanbook.com |
| Договор № 027-1-0234-21 от 18.02.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2021г. по « 21» 02.2022 | |
| Договор № СЭБ 027-0-0400-21 от 15.09.2021 года с ООО "ЭБС Лань" С «15 »_09. 2021г. по « 14» 09.2024 | |
| Договор № 027-1-0169-22 от 07.02.2022 года с ООО "Издательство Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 г | |
| Договор № 027-1-0168-22 от 07.02.2022 года с ООО "ЭБС Лань" С «22 »_02. 2022г. по « 21» 02.2023 | |
| ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" | |
| Электронная библиотечная система ЮРАЙТ. ЭБС "Легендарные книги" | http://biblio-online.ru , https://biblio-online.ru/catalog/legendary |
| Договор № 027-1-3191-20 от 04.12.2020г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 | https://urait.ru/ |
| Договор № 027-1-3194-20 от 04.12.2020г. с ООО "Электронное издательства ЮРАЙТ" С «04»12.2020 г. по «03»12.2021 г | https://urait.ru/ |
| Договор № 027-1-3034-21 от 03.12.2021г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2021 г. по «03»12.2022 г | https://urait.ru/ |
| Договор № 150-1-3269-21 от 10.12.21 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО | https://urait.ru/ |
| Договор № 027-1-2554-22 от 01.12.2022г ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" С «04»12.2022 г. по «03»12.2023 г | |
| Договор № 5537 от 25.11.2022 ООО "Электронное издательство ЮРАЙТ" для СПО | |
| Электронная библиотека МАИ | |
| Электронная библиотека МАИ (собственность МАИ). Лицензионный договор № 0267-НИЧ-13 от 11.12.2013 г. с ООО "Дата Экспресс "на право использования программы для ЭВМ Автоматизированная интегрированная библиотечная система (АИБС) «МегаПро» (для размещения Электронной библиотеки МАИ) | https://elibrary.mai.ru/MegaPro/Web |

| | |
|---|---|
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России | |
| Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических вузов России. Соглашение о создании Консорциума вузов России "Национальный объединенный аэрокосмический университет" от 03.09.2012 г. Договор о сетевом взаимодействии от 15.12.2014 г. Соглашение от «03»09.2012 г. бессрочно | |
| Библиотека РФФИ | |
| Библиотека РФФИ | http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru/ |
| Polpred.com | |
| Polpred.com. Обзор СМИ | http://polpred.com |
| ООО "РУНЭБ" | |
| Договор № 027-1-3051-20 от 07.12.2020 с ООО "РУНЭБ" С «07»12.2020 г. по «06»12.2028 | http://elibrary.ru |
| Договор № 027-1-2895-21 от 03.12.2021 с ООО "РУНЭБ" С «03»12.2021 г. по «02»12.2039 | |
| Договор № 027-133215-22 от 20.12.2022 с ООО "НЭБ" С «20»12.2022 г. по «19»12.2030 | |
| ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" | |
| Договор № РКТ-054/20/027-1-1129-20 от 30.05.2020 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2020 г. по «31»05.2021 г | http://text.rucont.ru/ |
| Договор № 027-1-1235-21 от 01.06.2021 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2021 г. по «31»05.2022 г | https://text.rucont.ru/ |
| Договор № 027-1-1467-22 от 09.06.2022 с ООО "Национальный цифровой ресурс "Рукоонт" С «01»06.2022 г. по «31»05.2023 г | https://text.rucont.ru/ |
| ФГБУ "РГБ" | |
| Договор о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке (НЭБ) №101/НЭБ/2139 от 13.11.2018г. с ФГБУ "РГБ" С «13»11. 2018 г. по «12» 11. 2023 | http://нэб.рф |

| ИП НЭИКОН | |
|---|---|
| <p>Соглашение № 715 ДС-2011 от 16.05.2011 о сотрудничестве в Консорциуме НЭИКОН С «16» 05.2011 г с автоматическим продлением</p> <p>Национальная подписка на-2021 г с РФФИ</p> <p>Государственного задания № 075-00011-20-00</p> <p>Web Of Science- https://apps.webofknowledge.com</p> <p>Scopus- http://scopus.com</p> <p>Elsevier-http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</p> <p>Математическая база данных zbMATH: http://zbMATH.org</p> | <p>http://archive.neicon.ru</p> <p>https://apps.webofknowledge.com</p> <p>http://scopus.com</p> <p>http://www.sciencedirect.com, http://www.elsevierscience.ru/products/science-direct, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/journal-collections, https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect/content/backfile-collections</p> <p>http://rd.springer.com, http://www.springerprotocols.com http://zbMATH.org</p> |
| <p>American Chemical Society (ACS)- https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>American Institute of Physics (AIP)- https://www.scitation.org/</p> <p>American Physical Society- https://journals.aps.org/about</p> <p>EBSCO Publishing (База CASC)- http://search.ebscohost.com</p> <p>Cambridge University Press (CUP)- https://www.cambridge.org/core</p> <p>IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers , Inc.)- https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>INSPEC компании EBSCO- INSPEC</p> <p>Institute of Physics (IOP) издательства IOP Publishing- https://iopscience.iop.org/</p> | <p>https://www.acs.org/content/acs/en.html</p> <p>https://www.scitation.org/</p> <p>https://journals.aps.org/about http://search.ebscohost.com</p> <p>https://www.cambridge.org/core</p> <p>https://ieeexplore.ieee.org</p> <p>https://iopscience.iop.org/</p> |
| <p>MathSciNet American Mathematical Society- https://www.ams.org/home/page</p> | <p>https://www.ams.org/home/page</p> |

| | |
|---|--|
| Optical Society of America (OSA)- https://www.osapublishing.org/about.cfm | https://www.osapublishing.org/about.cfm |
| Oxford University Press- https://academic.oup.com/journals/ | https://academic.oup.com/journals/ |
| ProQuest Dissertations & Theses Global- https://search.proquest.com/index | https://search.proquest.com/index |
| ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL- https://www.orbit.com/ | https://www.orbit.com/ |
| SAGE Publication- https://journals.sagepub.com/ | https://journals.sagepub.com/ |
| Annual Reviews Science Collection (AR)- https://www.annualreviews.org | https://www.annualreviews.org |
| JSTOR- www.jstor.org | www.jstor.org |
| Wiley. John Wiley & Sons.- https://onlinelibrary.wiley.com/ | https://onlinelibrary.wiley.com |
| Национальная подписка на 2022 г с РФФИ Государственного задания Springer Nature: | |
| 1. eBook Collection: журналы, книги - https://link.springer.com | https://link.springer.com |
| 2. Коллекция журналов и базы данных Springer Nature: https://link.springer.com | |
| Begell House Inc. https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html | https://www.dl.begellhouse.com/collections/6764f0021c05bd10.html |
| China Academic Journals (CD Edition) Electronic Publishing House Co., Ltd: https://ar.cnki.net/ACADREF | https://ar.cnki.net/ACADREF |
| Institute of Electrical and Electronics Engineers: https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp ; https://ieeexplore.ieee.org | https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp ; https://ieeexplore.ieee.org |
| EBSCO. https://www.search.ebscohost.com/ | https://www.search.ebscohost.com/ |
| INSPEC: | |
| 1. База данных Academic Search Premier | |
| 2. База данных eBook Academic Collection | |
| 3. eBook EngineeringCore Collection | |
| ORBIT Intelligence - база данных QUESTEL: https://www.orbit.com/ | https://www.orbit.com/ |
| SAGE https://journals.sagepub.com/ | https://journals.sagepub.com/ |
| Publication: | |
| Wiley: https://onlinelibrary.wiley.com/ | https://onlinelibrary.wiley.com/ |

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективным способом развития творческих способностей студентов при изучении дисциплины является самостоятельная работа, которая нацелена на проработку студентами материала прошедших контактных занятий и подготовку к предстоящим занятиям.

Самостоятельная работа студентов проводится ими в соответствии с собственными возможностями. Можно, однако, рекомендовать групповое изучение материалов, обеспечивающее совместную работу нескольких студентов, что положительно влияет на качество проработки программы курса.

В то же время высокая степень усвоения изучаемой дисциплины достигается при постоянной работе студентов над текущим материалом. В этой связи желательна проработка лекционного материала в день его прочтения, что позволяет, во-первых, оперативно (на следующей лекции) снимать возникающие вопросы и, во-вторых, создавать багаж знаний по дисциплине задолго до промежуточной аттестации.

При подготовке к практическим занятиям также необходима проработка лекционного материала. Это позволит осознанно работать с предлагаемым материалом преподавателем на практическом занятии, а, следовательно, закладывать базу методик и приемов при решении практических задач.

При изучении материала необходимо делать акцент не на зазубривании материала, а на понимании его физической сути, что развивает мышление и позволяет понять методологию изучаемой дисциплины.

9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина ориентирована на применение компьютерной техники, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", электронной библиотеки МАИ для поиска, сбора, хранения, обработки и представления информации.

Программное обеспечение, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

1. Инженерно-графическая система «Solidworks».
2. Инженерно-графическая система «Autocad 2010».
3. Инженерно-графическая система «T-FLEX CAD».
4. Инженерно-расчетная система «MathCad»
5. Инженерно-расчетная система «Symplus»
6. Программа для автоматизации технологической подготовки производства «T-FLEX Техн»
7. Электронные базы данных ГОСТов.
8. <http://www.solidworks.ru>
9. <http://www.autocad.ru>
10. <http://www.t-flex.ru>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия

1.1.Комплект электронных презентаций.

1.2. Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),

2. Лабораторные работы

Лаборатория «Автоматизация технологических процессов», оснащенная токарным станком с ЧПУ 16A20Ф3С47 (завод Красный пролетарий) с системой Siemens 810d, фрезерным станком с ЧПУ MCV 1020A (компания производитель DANLIH Тайвань) с системой ЧПУ Fanuc 0i MATE.

3. Практические занятия

3.1.Компьютерный класс,

3.2.Презентационная техника (проектор, экран, компьютер),

3.3.Пакеты ПО общего назначения (MS office, Adobe Photoshop)

3.4.Специализированные ПО: T-FLEX CAD, Autocad 2010, SYMPLUS 5.1 (Keller)

Аннотация рабочей программы

Дисциплина "Оборудование с ЧПУ" является частью "Блока 1 Дисциплины" дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки 24.03.05 "Двигатели летательных аппаратов". Дисциплина реализуется на "Московского авиационного института (национального исследовательского университета)" кафедрой (кафедрами) .

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций: ДПК-2, ДПК-6, ПКР-24.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с: изучением основных принципов подготовки программ для станков с ЧПУ и изучением конструкции станков.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: Лекция, Практическое занятие.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: промежуточная аттестация в форме Экзамен (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (16 часов), практические (14 часов) занятия и (42 часов) самостоятельной работы студента.

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины
«Оборудование с ЧПУ»

Прикрепленные файлы

Методичка_курсовая_Оборудование с ЧПУ.pdf

Вопросы_ЧПУ.pdf

Билеты ЧПУ.pdf

Министерство науки и образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)

Кафедра " Технология производства авиационных двигателей "

ОБОРУДОВАНИЕ С ЧПУ

Методические указания к курсовому проектированию для студентов дневной и вечерней форм обучения по направлению. "Двигатели летательных аппаратов"

Составитель: Прокофьев Е.Ю.

Москва 2016

1. Введение

Современный уровень развития производства требует разработки и широкого применения в производстве прогрессивных технологических методов обработки и средств технологического оснащения, обеспечивающих получение высококачественных изделий при экономии всех видов ресурсов - материальных, энергетических, трудовых, финансовых. Вследствие этого при проектировании технологических процессов в курсовых работах по изготовлению деталей двигателей летательных аппаратов следует использовать:

- рациональные заготовки из литья, штамповок, сортового проката, обеспечивающие существенное снижение объема обработки резанием;
- высокоэффективные методы и средства формообразования деталей из листа, профилей и труб;
- высокопроизводительные электрофизические и электрохимические методы и другие средства размерной обработки;
- методы поверхностно-пластического деформирования, позволяющие повысить эксплуатационные характеристики изделий.

Повышение скорости внедрения новых изделий и разработка технологической подготовки производства требует широкого применения средств автоматизации проектирования. Таких как САПР и АСТПП.

Привитие студентам твердых навыков в рациональном применении перечисленных технологических методов и средств, прогрессивных методов автоматизированного проектирования технологических процессов представляет собой основную задачу курсового проектирования.

Выполнение курсовой работы является важным этапом подготовки студентов к более сложной комплексной инженерной разработке – выпускной работе бакалавра (ВКРБ).

Задачами настоящих методических указаний являются:

- ознакомление студентов с тематикой курсовых работ, содержанием, объемом и характером требований, предъявляемых к курсовым работам по Оборудованию с ЧПУ, методикой их выполнения и порядком защиты;
- оказание помощи студентам в быстром подборе научных и информационных технико-экономических материалов, необходимых для оптимального проектирования технологических процессов, выполнения технологических расчетов, выбору средств оснащения технологических процессов, оформлению технологической документации.

2. Общие требования к курсовым работам по Оборудованию с ЧПУ.

Темы курсовых работ должны быть актуальными, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области производства двигателей авиационных двигателей. Тема курсовой работы может базироваться на материалах будущей выпускной работе бакалавра.

Решение задач повышения качества изделий и эффективности производства в курсовых работах должно носить комплексный характер.

Курсовые работы разрабатываются, как правило, по тематике предприятий, являющихся базами для II технологической практики, и должны быть посвящены решению конкретных производственных задач на основе использования прогрессивных методов и средств производства.

В технологических и конструкторских расчетах, выполняемых при курсовом проектировании, необходимо использовать современные методы автоматизированного проектирования.

3. Тематика курсовых работ

Тематика курсовых работ охватывает разнообразные направления работы молодого специалиста (изготовление деталей, программирование, технология).

Курсовая работа выполняется автоматизированным способом с использованием ЭВМ.

4. Задание на выполнение курсовой работы

Задание на выполнение курсового проекта, оформленное на бланке (приложение № I), подписанное руководителем проекта и студентом, выдается студентам дневной формы обучения на 2-3 неделе 8 семестра, а студентам вечерней формы обучения на 2-3 неделе 10 семестра преподавателем кафедры, ответственным за курсовое проектирование по дисциплине.

В задании содержатся следующие сведения:

- тема курсовой работы;
- исходные данные;
- перечень подлежащих разработке вопросов;
- даты выдачи заданий, окончания проектирования и защиты курсовой работы.

5. Требования к объему и оформлению КУРСОВЫХ работ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки, листинга программы для оборудования с ЧПУ для обработки одной или нескольких поверхностей подготовленных в (CAM) модуле Keller SYMPlus. Программа должна содержать черновую и чистовую обработку, элементы гравировки текста

5.1. Графическая часть

Графическая часть курсовой работы представляет собой чертеж детали, после обработки (3d вид – печать из программы KELLER)

Все чертежи графической части курсовых работ должны быть выполнены с соблюдением указаний ЕСКД (ГОСТ 2.301-68; 2.317-69; 2.109-73, 2.120-73 и др.

5.2. Расчетно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка включает бланк задания, содержание, аннотацию, введение, технологический раздел, заключение и список литературы. Лицевая часть обложки является титульным листом записки.

Форма титульного листа приведена в приложении №2. Записка оформляется в соответствии с СП МАТИ 2-94. Типовое содержание расчетно-пояснительной за-

писки приводится в разделе 6.

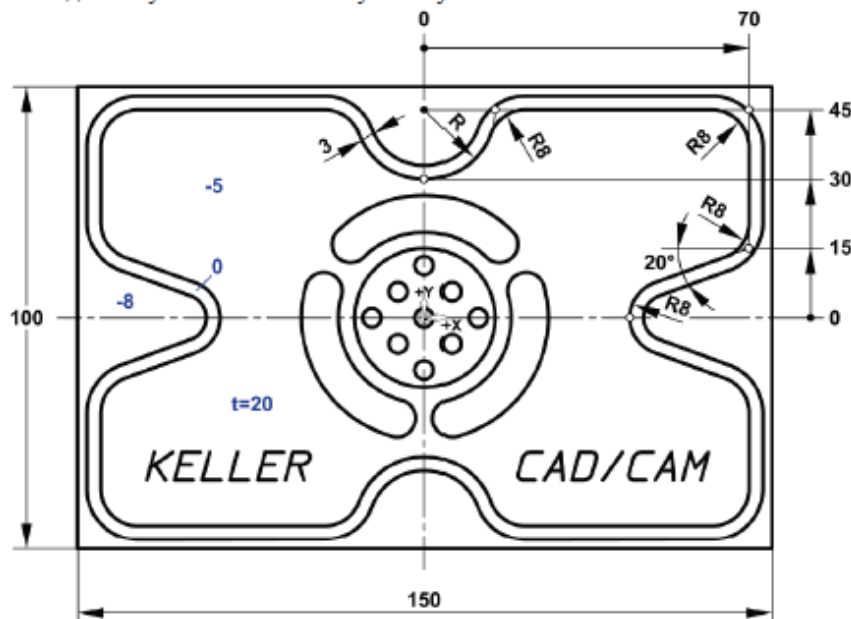
Общи объем записки должен быть минимальным при условии полного освещения в ней всех вопросов, подлежащих разработке в курсовом проекте.

6. Разработка управляющей программы на базе системы KELLER. Ниже приведен пример построения контура для программирования

Построение контура обрабатываемой детали GEO3 с симметричными геометрическими элементами и создание рабочего плана CAM3 по её обработке (Рабочая тетрадь SYMplus. Фрезерование, п. 4.5 стр. 100).

Упражнение 46: Построение контура детали GEO3 (Рабочая тетрадь SYMplus. Фрезерование, п. 4.5.1, стр. 102).

... по заданному технологическому эскизу:



... используя пояснения для построения конструктивных элементов детали:

| Круглый карман | Канавки на окружности | Гравировка |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">Точка отсчета X 0 ммТочка отсчета Y 0 ммØ 34 ммГлубина -8 мм | <ul style="list-style-type: none">Центр окружности X 0 ммЦентр окружности Y 0 ммØ окружности 45 ммКоличество пазов 3Ширина паза 6 ммГлубина паза -8 ммУгол раскрытия паза 90 ° | <ul style="list-style-type: none">Гравировка "KELLER":<ul style="list-style-type: none">Точка отсчета X -60 ммТочка отсчета Y -35 ммГравировка "CAD/CAM":<ul style="list-style-type: none">Точка отсчета X 20 ммТочка отсчета Y -35 ммШирина паза 1 ммГлубина ручья -5.5 ммВысота текста 6 ммШрифт ISO курсив |
| Схема отверстий по образцу | | |
| <ul style="list-style-type: none">Точка отсчета X 0 ммТочка отсчета Y -11,3 мм <p>Количество отверстий:</p> <ul style="list-style-type: none">Горизонтально 3Вертикальный 3 <p>Расстояние между отверстиями:</p> <ul style="list-style-type: none">Горизонтально 8 ммВертикальный 8 ммПоложение углов 45 ° <ul style="list-style-type: none">Сверлильный Ø 5 ммГлубина отверстия -20 мм | | |

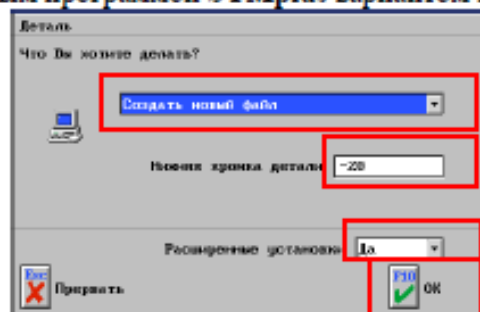
Примечание: Обратите внимание на глубину фрезерования конструктивных элементов. Этот параметр необходимо будет учитывать при программировании размеров заготовки.

1. Построение геометрии заготовки обрабатываемой детали.

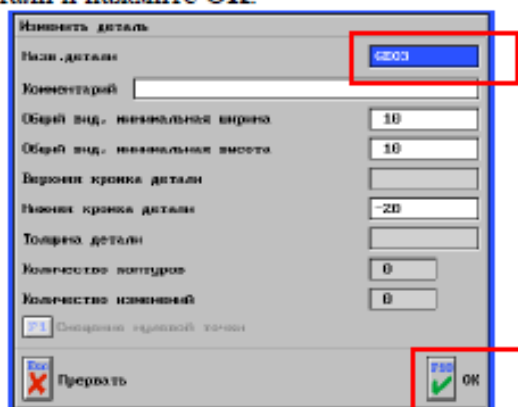
1) Выберите режим работы Геометрия.

2) Пройдите путь: **Файл** → **Вновь** (Создать новый файл).

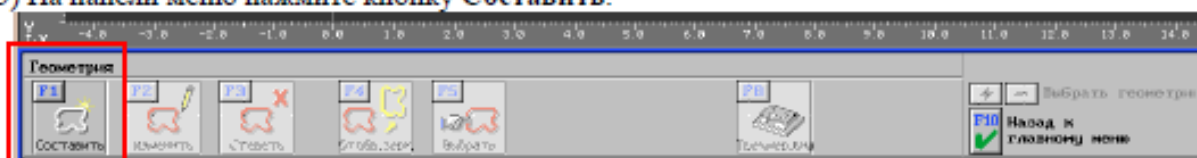
3) Согласитесь с предлагаемым программой SYMplus вариантом и нажмите **OK**.



4) Введите наименование детали и нажмите **OK**.

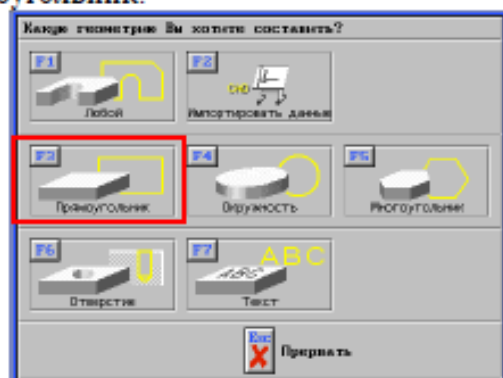


5) На панели меню нажмите кнопку **Составить**.



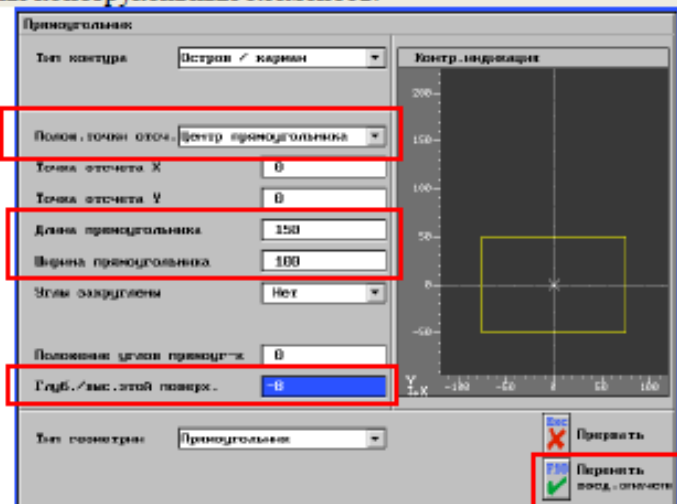
→ Откроется окно выбора геометрии программируемого контура.

6) Выберите вариант **Прямоугольник**.



7) Введите геометрические параметры прямоугольника заготовки детали и нажмите F10.

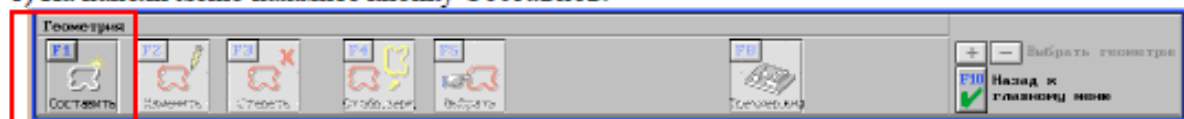
Примечание: Глубину/высоту прямоугольника заготовки следует указать равной глубине фрезерования конструктивных элементов.



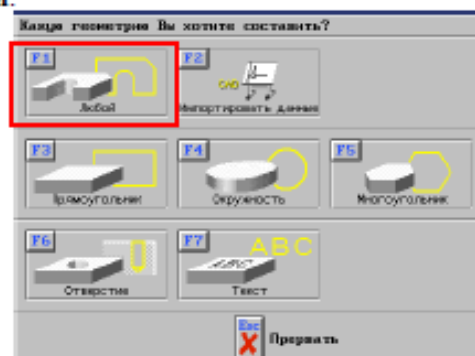
2. Построение контура фасонного кармана.

2.1. Задание начальных условий построения внешнего контура фасонного кармана.

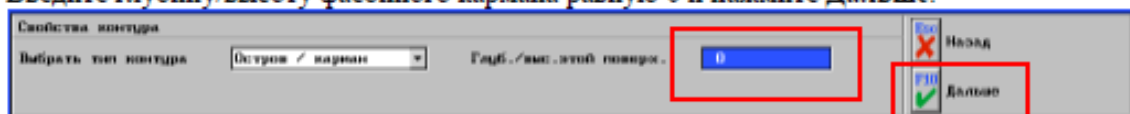
1) На панели меню нажмите кнопку **Составить**.



2) Выберите вариант **Любой**.

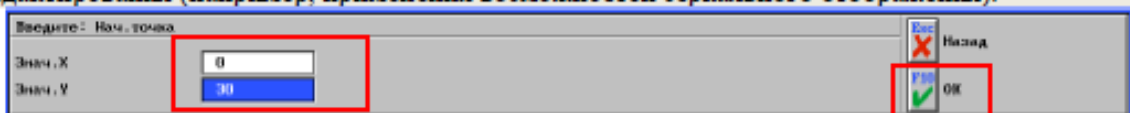


3) Введите глубину/высоту фасонного кармана равную 0 и нажмите **Дальше**.



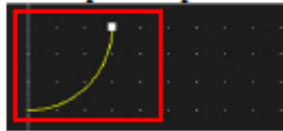
4) Введите координаты начальной точки построения контура фасонного кармана и нажмите **ОК**.

Примечание: В качестве начальной точки рекомендуется выбрать точку, расположенную по оси симметрии контура кармана – для удобства дальнейшего редактирования (например, применения возможностей зеркального отображения).



2.2. Построение контура фасонного кармана при помощи отрезков прямых и дуг окружности.

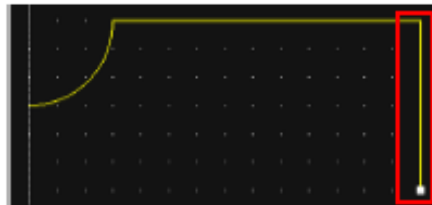
1) Постройте дугу по часовой стрелке с центром X0/Y45 и конечной точкой Y45.



2) Постройте горизонтальный отрезок до X70.



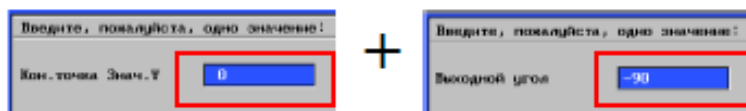
3) Постройте вертикальный отрезок до Y15.



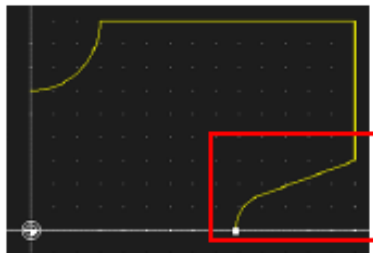
4) Задайте построение наклонного отрезка (указан угол наклона 20°) с неизвестной конечной точкой.



5) Постройте дугу R8 против часовой стрелки, тангенциально сопряжённую с предыдущим наклонным участком контура.



Примечание: Так как создаваемый контур имеет оси симметрии, можно построить только половину дуги. Тогда у нас становится известной конечная точка дуги по оси Y и угол выхода дуги относительно положительного направления оси Y.



6) Введите закругления контура R8



→ Результат: Построена 1/4 часть симметричного контура.

2.3. Завершение построения контура фасонного кармана при помощи функций редактирования.

1) Выберите Назад к диалогу геометрии.



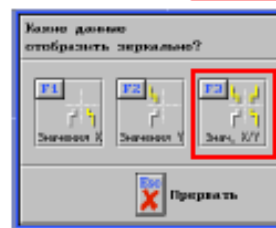
2) Выберите **Отобразить зеркально** на панели Геометрия.



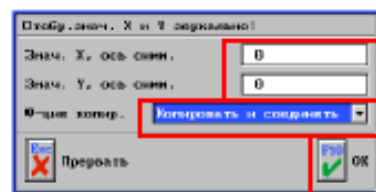
3) Выберите **Отобразить зеркально** на панели выбора действий.



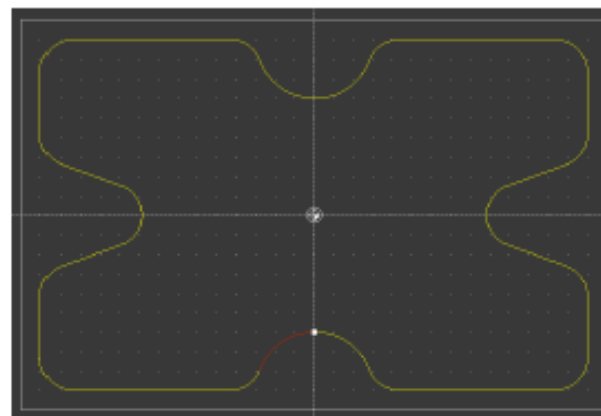
4) Выберите вариант зеркального отображения относительно осей X/Y.



5) Введите условия зеркального отображения и нажмите **ОК**.



→ Результат: создан контур фасонного кармана.

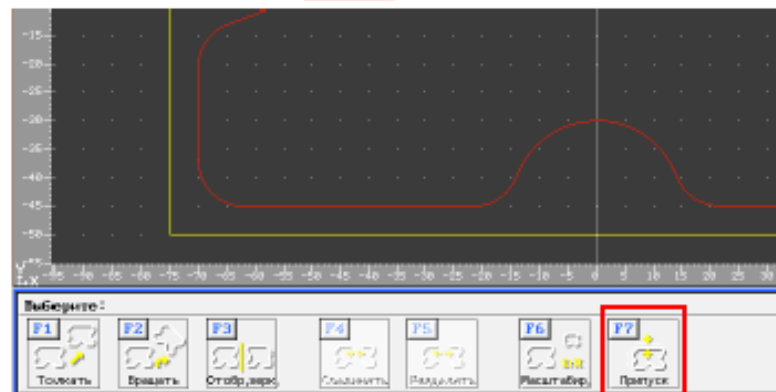


3. Построение внешней стенки вокруг контура фасонного кармана.

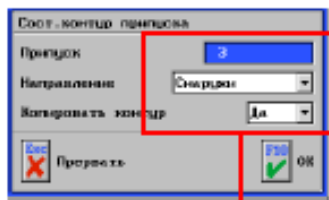
1) Выберите **Отобразить зеркально** на панели Геометрия.



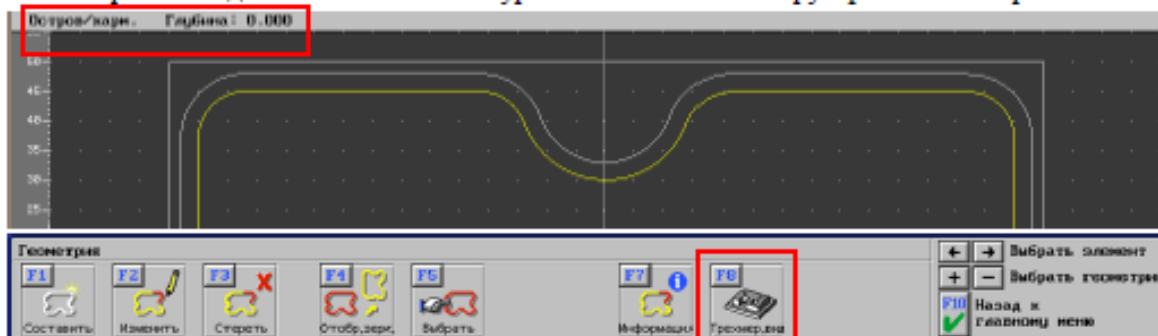
2) Нажмите кнопку **Припуск** на панели выбора действий.



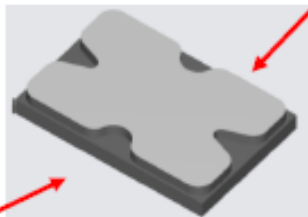
3) Задайте величину припуска и расположение контура, создаваемого при помощи припуска, и нажмите ОК.



→ На изображении детали появится контур внешней стенки вокруг фасонного кармана.



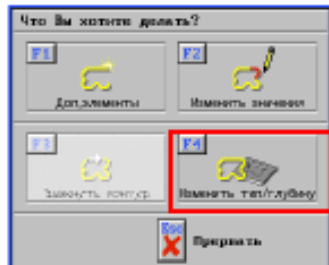
Примечание: Обратите внимание, что до сих пор нигде не задавалась глубина фасонного кармана, поэтому сейчас она равна 0. Если сейчас выбрать Трёхмерный вид, то он окажется таким:



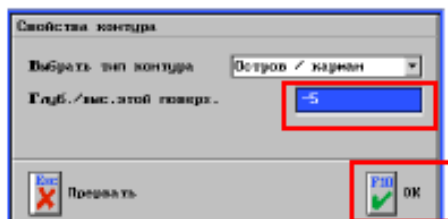
4) Убедитесь, что контур фасонного кармана активирован (выделен жёлтым цветом) и нажмите Изменить.



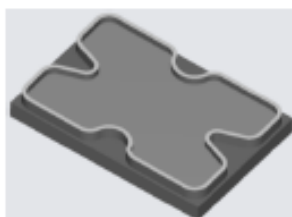
5) Выберите вариант внесения изменений Изменить тип/глубину.



6) Введите величину глубины фасонного кармана и нажмите ОК.



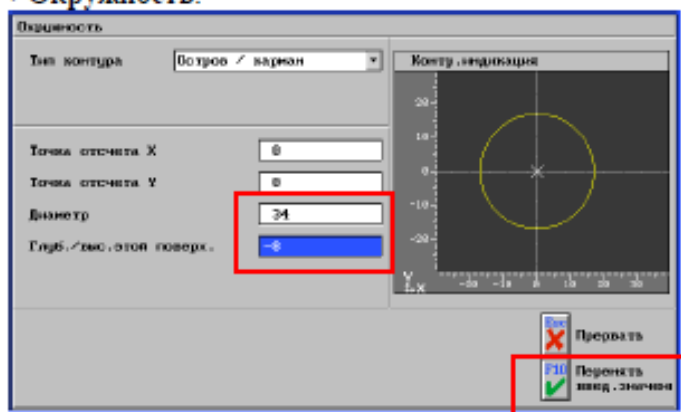
7) Откройте и внимательно просмотрите Трёхмерный вид. Если он такой, значит Вы всё сделали правильно.



4. Построение контура круглого кармана Ø34 мм.

1) Пройдите путь: Составить → Окружность.

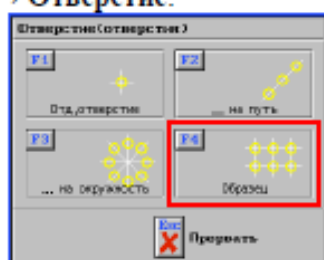
2) Введите параметры круглого кармана в соответствии с пояснениями для построения конструктивных элементов детали и нажмите F10.



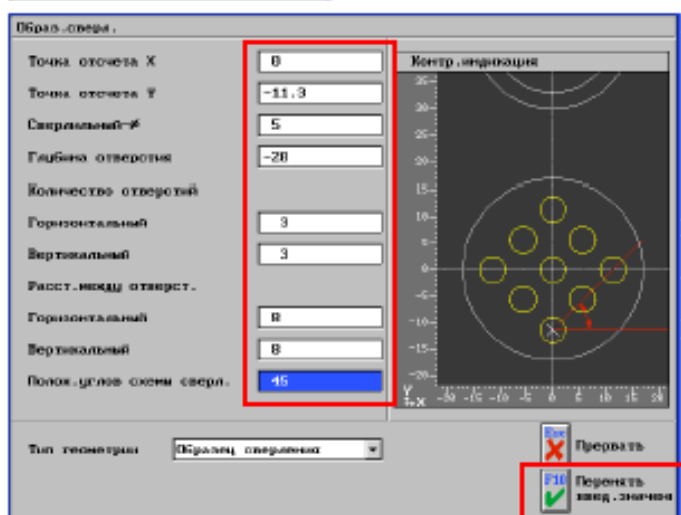
5. Построение контуров группы отверстий на дне круглого кармана Ø34 мм.

1) Пройдите путь: Составить → Отверстие.

2) Выберите вариант Образец.



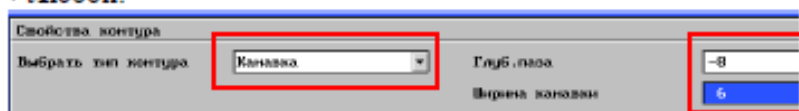
3) Введите в диалоговом окне Образец сверления параметры группы отверстий в соответствии с пояснениями для построения конструктивных элементов детали и нажмите F10.



6. Построение контуров группы радиусных пазов (пазов, расположенных по окружности).

1) Пройдите путь: Составить → Любой.

2) Выберите вариант Канавка (Паз) и введите параметры паза.



Примечание: Для построения паза необходимо ввести параметры его расположения на детали. Так как нам неизвестны начальная и конечная точки криволинейного паза, но известны координаты начальной точки половины паза, то строим половину паза.

3) Введите координаты начальной точки

Введите: Нач. точка

Знач. X: 0

Знач. Y: 22.5

4) Выберите геометрический элемент, который соответствует образующей создаваемого паза.



5) Введите координаты центра дуги радиусного паза в плоскости XY.

Средняя точка известна?

F1 Да, средняя точка (значения X и Y) известна

F2 Нет

Введите: Средняя точка

Знач. X: 0

Знач. Y: 0

6) Укажите, что ещё известно о дуге образующей.



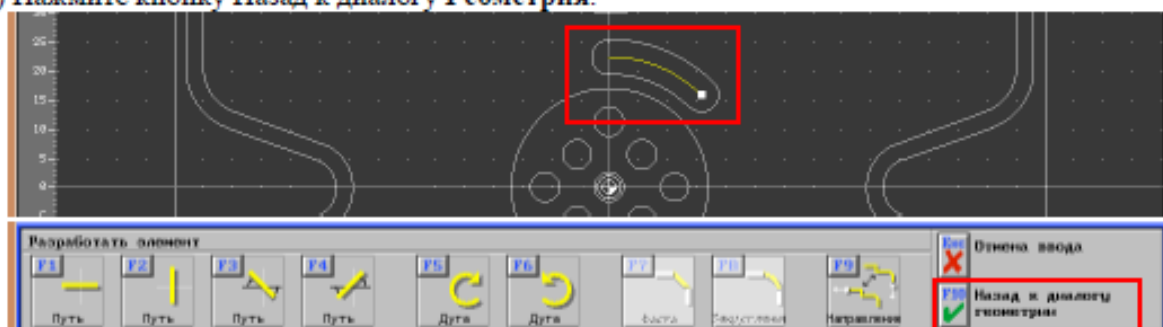
7) Введите величину центрального угла дуги.

Введите, пожалуйста, одно значение:

Угол раскрытия: 45

→ На изображении детали появится контур половинного радиусного паза.

8) Нажмите кнопку Назад к диалогу Геометрия.



9) Выберите Отобразить зеркально на панели Геометрия.



10) Нажмите кнопку Отобразить зеркально на панели выбора действий.



11) Выберите вариант зеркального отображения относительно оси X.

Какие данные отобразить зеркально?

F1 Значен. X F2 Значен. Y F3 Знач. X/Y

Прервать

12) Введите условия зеркального отображения и нажмите ОК.

Отобразить значения X зеркально:

Знач. X, ось симметрии: 0

Ф-ция копир.: Копировать и соединять

Прервать OK

→ На изображении детали появится контур целого радиусного паза.

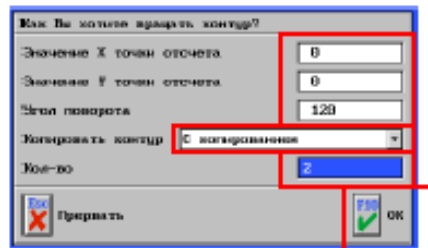


13) Для создания следующего паза выберите **Отобразить зеркально** на панели Геометрия.

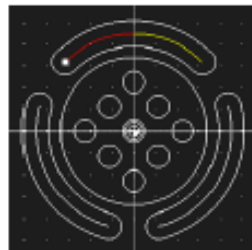
14) Нажмите кнопку **Вращать (Повернуть)** на панели выбора действий.



15) Введите параметры преобразования исходного паза путём вращения (поворота) и нажмите **OK**.



→ На изображении детали появятся контуры трёх радиусного паза.

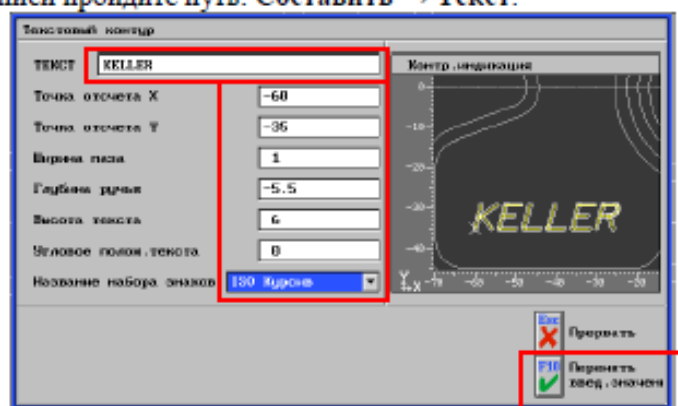


7. Построение текстового контура.

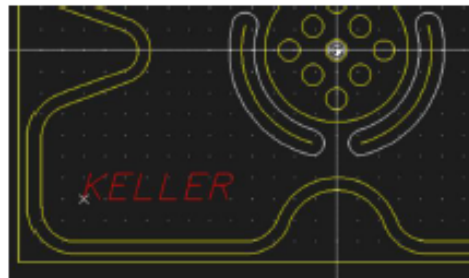
1) Для составления первой надписи пройдите путь: **Составить → Текст**.

2) Заполните текстовую строку словом **KELLER**, введите параметры текстового контура и нажмите **F10**.

Примечание: Так как дно круглого кармана находится на глубине 5 мм, глубина ручья (гравировки) указана равной 5.5 (тогда глубина гравировки текста будет равна 0,5 мм).

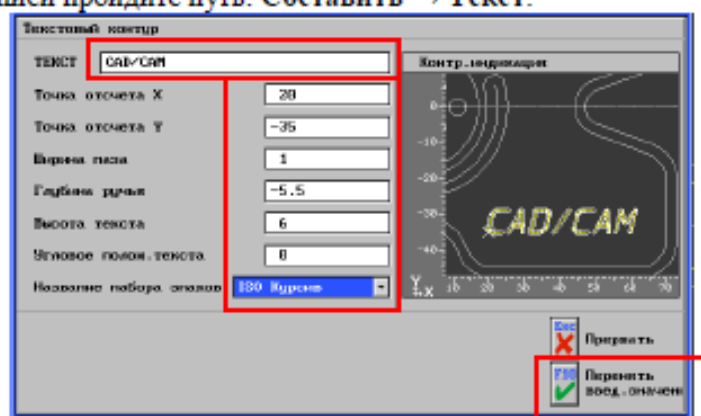


→ На изображении детали появится контур набранного текста.

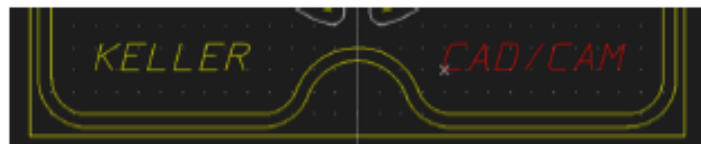


3) Для составления второй надписи пройдите путь: Составить → Текст.

4) Заполните текстовую строку надписью CAD/CAM, введите параметры текстового контура и нажмите F10.



→ На изображении детали появится контур набранного текста.



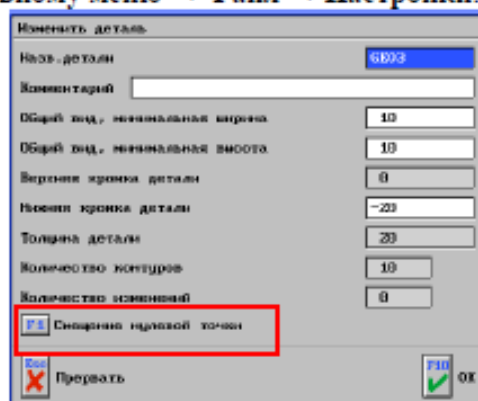
→ Результат: построен контур детали GEO3 в соответствии с технологическим эскизом и пояснениями для построения конструктивных элементов.

Примечание: Для построения контуров конструктивных элементов детали GEO3 оказалось удобно, что нулевая точка детали GEO3 назначена по центру симметрии. Для наладки станка и зажимных приспособлений удобнее, если нулевая точка детали совпадает с одним из внешних углов контура детали (лучше всего – с левым нижним углом).

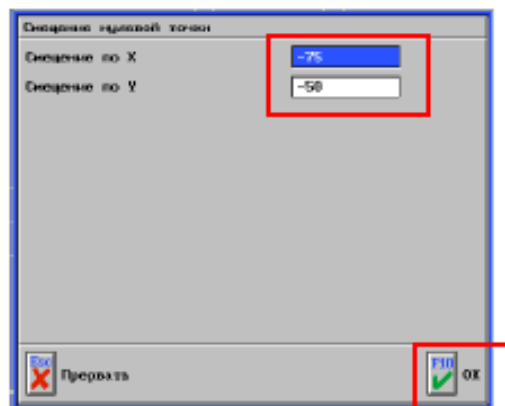
8. Перенос нулевой точки детали в левый нижний угол контура детали.

1) Пройдите путь: Назад к главному меню → Файл → Настройки.

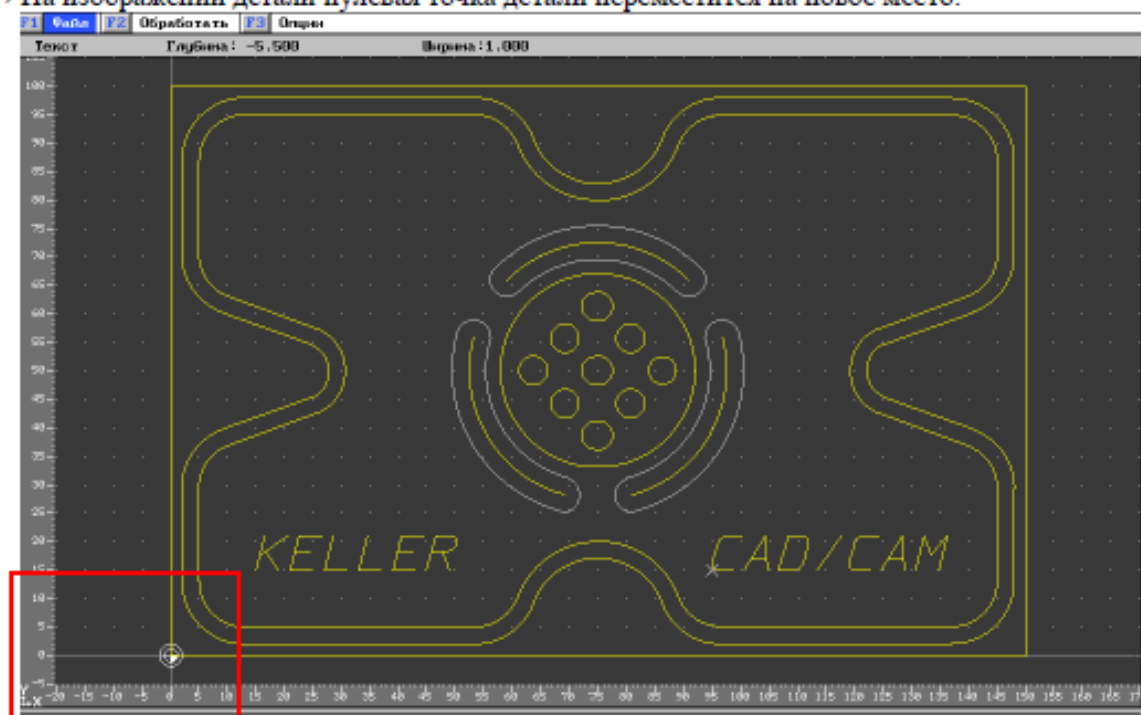
2) В окне Изменить деталь выберите кнопку Смещение нулевой точки.



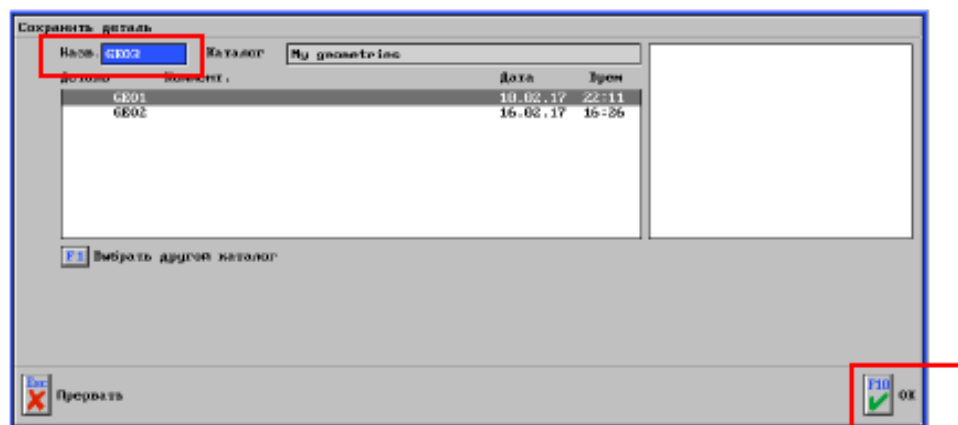
3) Введите численные значения смещения нулевой точки детали по осям X и Y, равное половине длины и ширины габарита детали, и дважды нажмите ОК.




→ На изображении детали нулевая точка детали переместится на новое место.



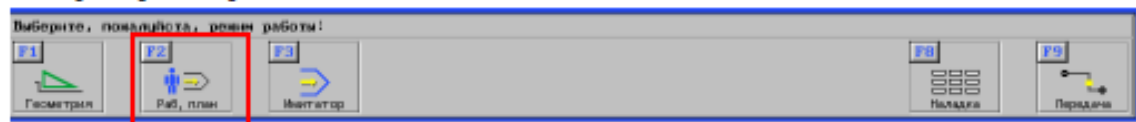
9. Сохраните в каталоге **My geometries** созданную геометрию контура детали под названием **GEO3**.



1. Создайте заготовку нового рабочего плана, для чего:

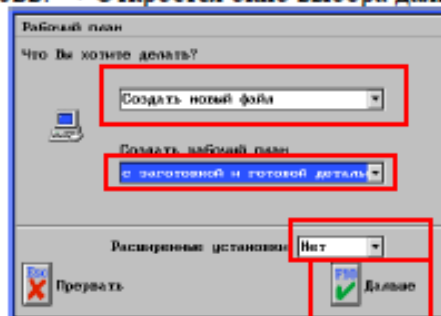
1) При открытом файле с геометрией GEO3 нажмите  и откройте меню выбора режимов работы ступени CAD/CAM.

2) Выберите режим работы Рабочий план.



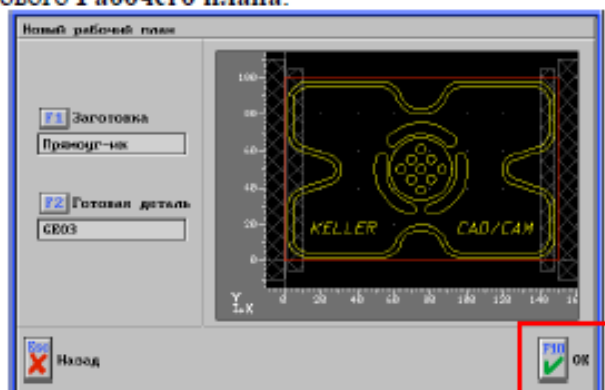
3) Выберите путь: **Файл → Вновь →** Откроется окно выбора дальнейших действий.

4) Откажитесь от расширенных установок Рабочего плана, так как составленная геометрия детали GEO3 уже имеет все необходимые настройки, и нажмите Далее.



→ Откроется окно атрибутов нового Рабочего плана.

5) Если всё Вас устраивает, нажмите ОК.

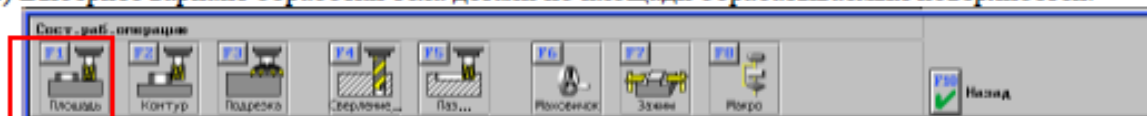


→ Откроется входное окно нового Рабочего плана.

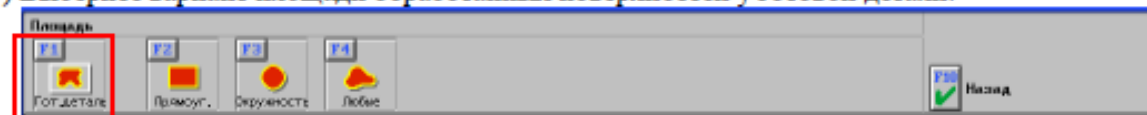
2. Составьте рабочий план по черновому фрезерованию основной площади обрабатываемых поверхностей детали GEO3 фрезой Ø30 мм (максимально возможный диаметр), для чего:

1) Нажмите единственную активную кнопку меню Составить.

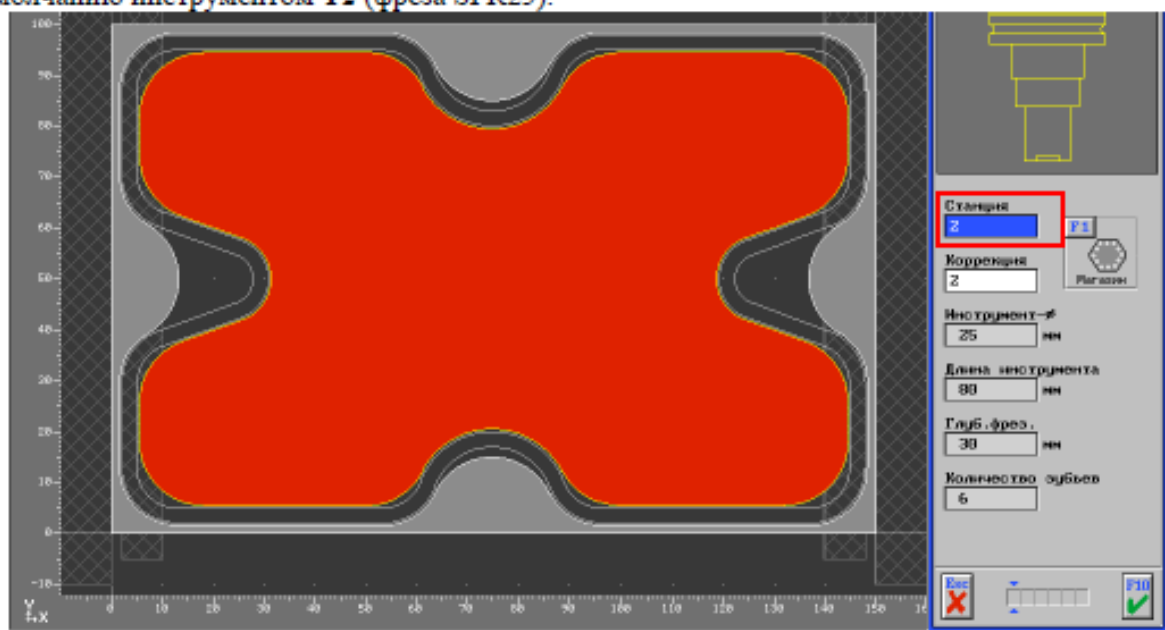
2) Выберите вариант обработки тела детали по площади обрабатываемых поверхностей.



3) Выберите вариант площади обработанных поверхностей у готовой детали.



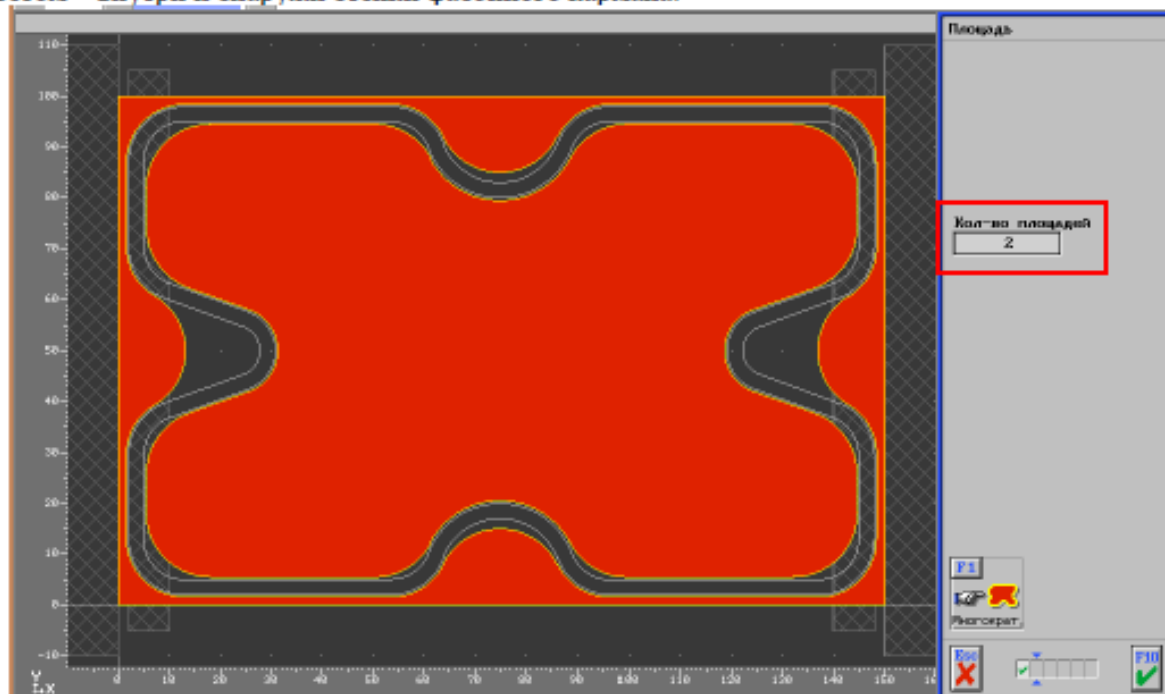
→ На изображении детали появятся выделенная красным цветом одна обрабатываемая поверхность – поверхность фасонного кармана, которая обрабатывается назначенным по умолчанию инструментом T2 (фреза SFR25).



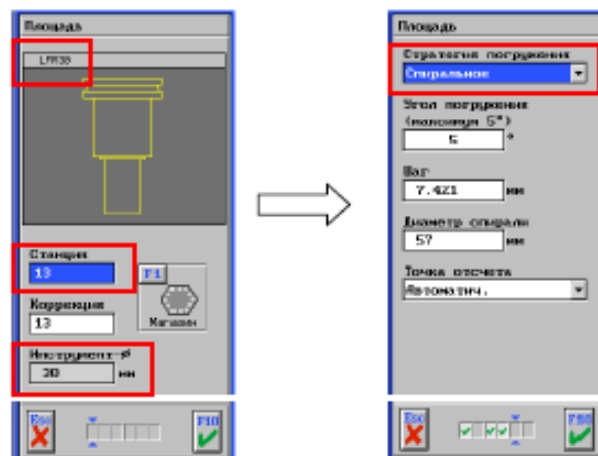
4) Добавьте к обрабатываемой поверхности фасонного кармана поверхность детали, расположенную снаружи фасонного кармана, для чего:

- активируйте Множественный выбор;
- укажите поверхность, которую необходимо обработать;
- нажмите кнопку Добавить;
- нажмите кнопку ОК.

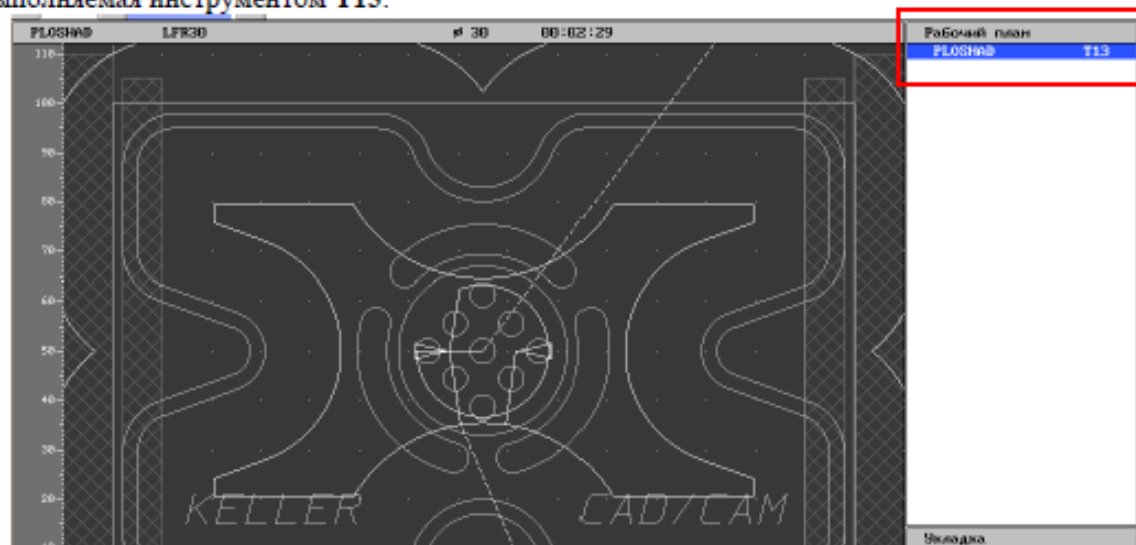
→ На изображении детали появятся две обрабатываемые поверхности, выделенные красным цветом – внутри и снаружи стенки фасонного кармана.



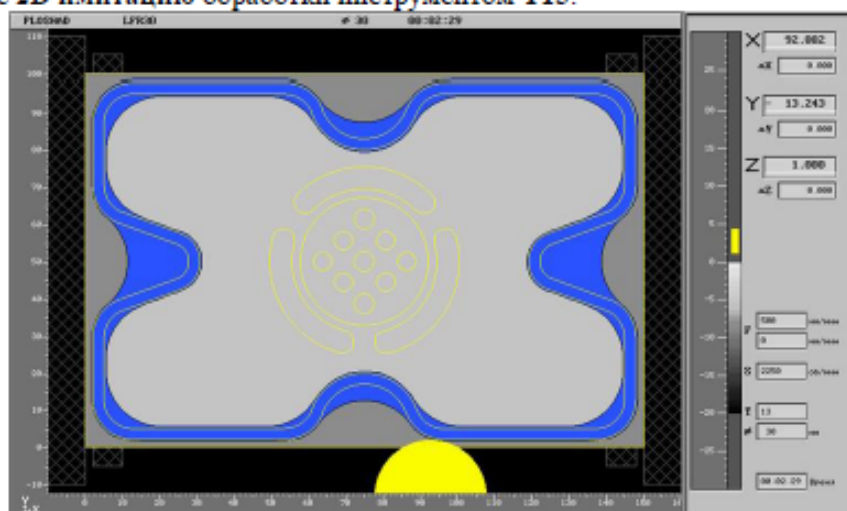
5) Перейдите на первую закладку на панели атрибутов и замените предлагаемый по умолчанию инструмент T2 (фреза SFR25) на шпоночную фрезу Ø30 мм LFR30 (T13). Запрограммируйте для нового инструмента врезание по спирали.



→ На контуре детали появится изображение траектории перемещения фрезы T13 при обработке, а на панели атрибутов в разделе Рабочий план появится рабочая операция, выполняемая инструментом T13.

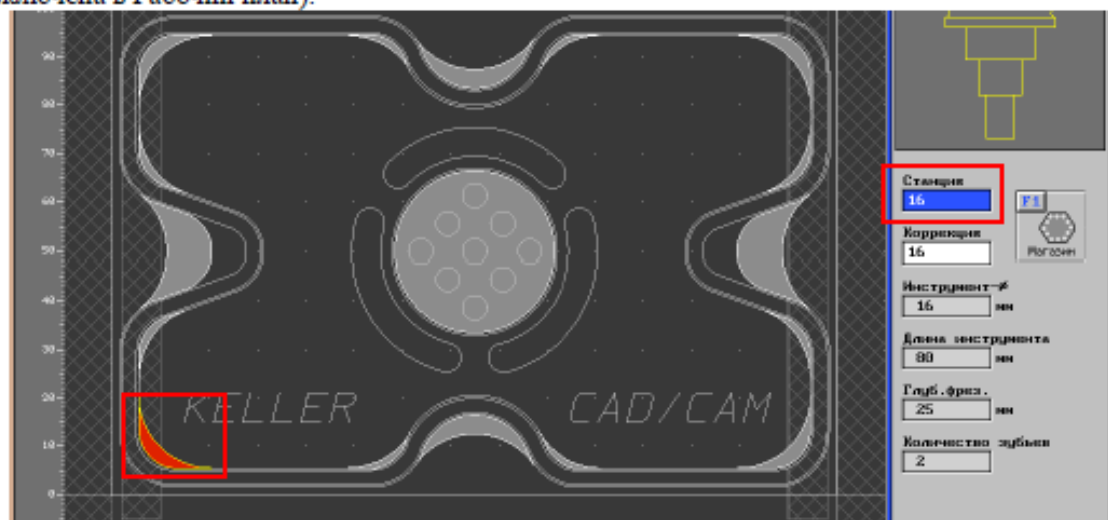


6) Выполните 2D имитацию обработки инструментом T13.

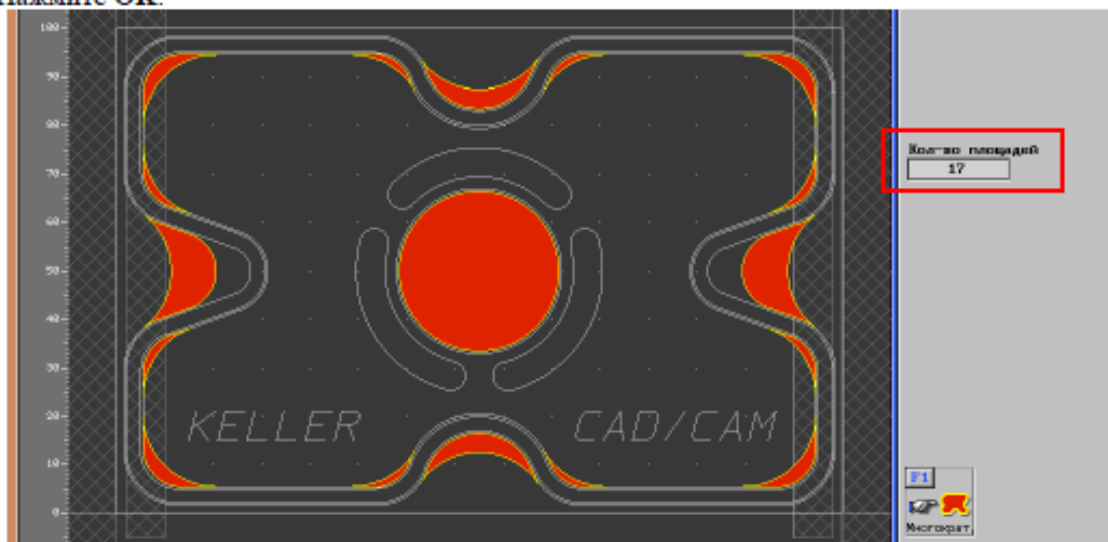


→ По окончании 2D имитации запишите время на обработку.

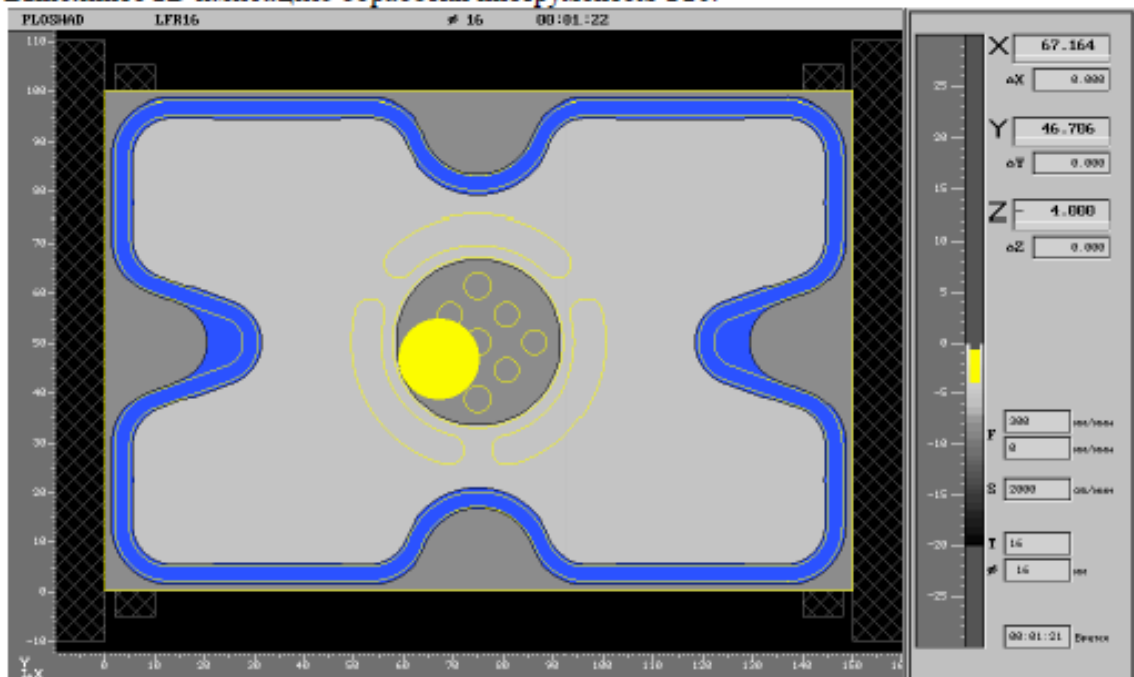
3. Составьте рабочий план по первому подбору фрезой Ø16 мм (инструмент T16) необработанных зон после черного фрезерования поверхностей детали GEO3, для чего:
- 1) Пройдите путь: Составить → Площадь → Готовая деталь → Магазин.
 - 2) Выберите в качестве режущего инструмента для подбора необработанных зон шпоночную фрезу Ø16 мм LFR16 (инструмент T16) и нажмите ОК.
- На контуре детали появятся изображения необработанных ранее зон в количестве 17 штук. Одна из зон обрабатывается по умолчанию фрезой Ø16 мм и выделена красным цветом (включена в Рабочий план).



- 3) Добавьте в Рабочий план 16 оставшихся необработанных зон, для чего:
- Нажмите F10;
 - Нажмите Многократный выбор;
 - Активируйте одну из необработанных зон (постарайтесь оптимизировать последовательность выбора зон, чтобы минимизировать перемещения инструмента на ускоренном ходу);
 - Нажмите Добавить;
 - Активируйте следующую необработанную зону;
 - Нажмите Добавить;
 - ... повторяйте выделение необработанных зон до тех пор, пока все зоны не будут выделены;
 - Нажмите ОК.



4) Выполните 2D имитацию обработки инструментом T16.



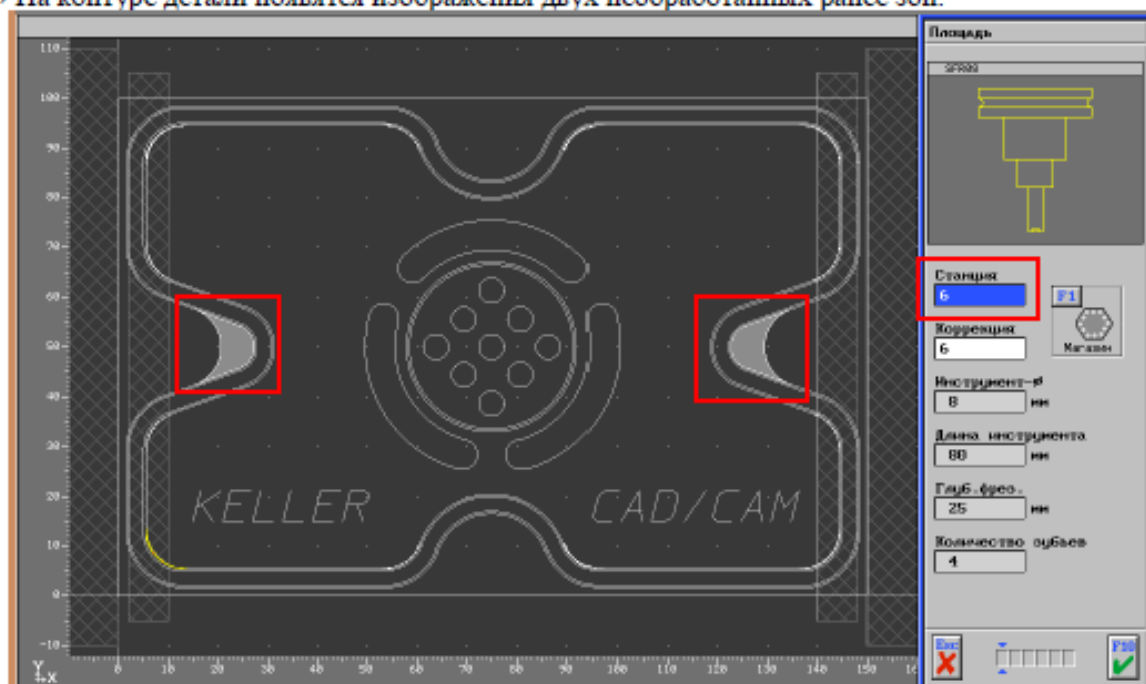
→ По окончании 2D имитации запишите время на обработку.

4. Составьте рабочий план по второму подбору фрезой Ø8 мм (инструмент T6) необработанных зон после чернового фрезерования поверхностей детали GEO3, для чего:

1) Пройдите путь: Составить → Площадь → Готовая деталь → Магазин.

2) Выберите в качестве режущего инструмента для подбора необработанных зон пальцевую фрезу Ø8 мм SFR08 (инструмент T6) и нажмите ОК.

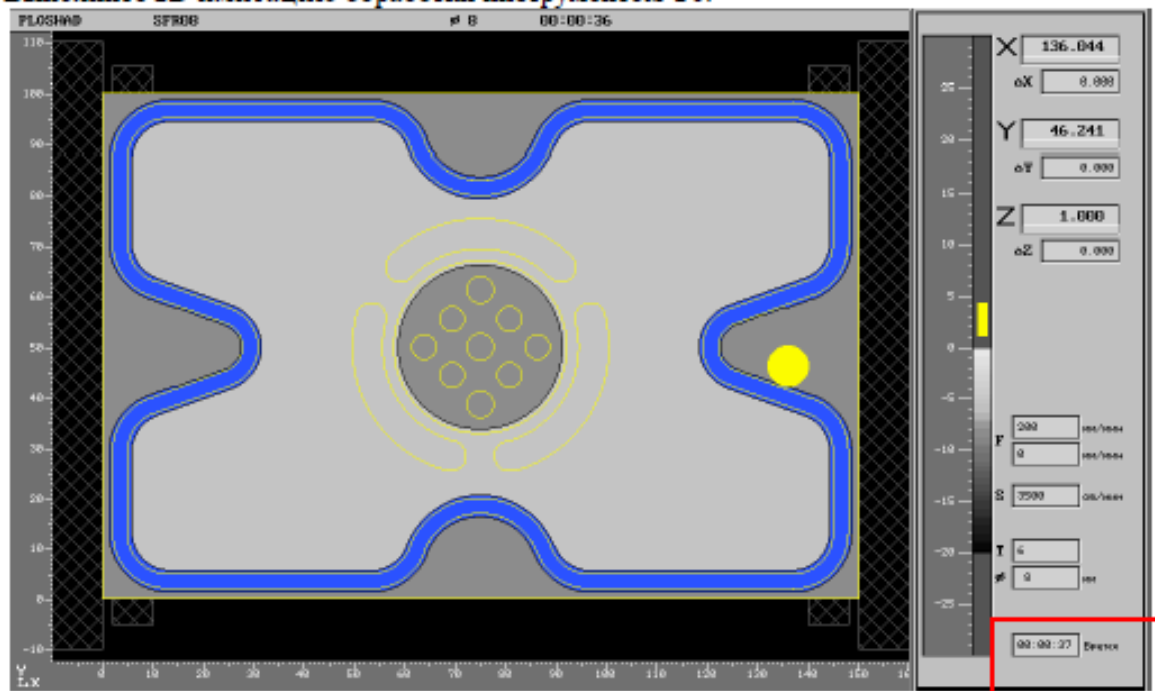
→ На контуре детали появятся изображения двух необработанных ранее зон.



- 3) Добавьте в Рабочий план две оставшихся необработанными зоны, для чего:
- Выделите одну из зон и перейдите на вторую закладку на панели атрибутов;
 - Нажмите **Многократный выбор**;
 - Активируйте следующую необработанную зону;
 - Нажмите **Добавить**;
 - Нажмите **ОК**.

Примечание: При просмотре закладок на панели атрибутов обратите внимание на глубину обработки подбираемых зон и рекомендуемую глубину резания для выбранного инструмента T6.

- 4) Выполните **2D** имитацию обработки инструментом T6.



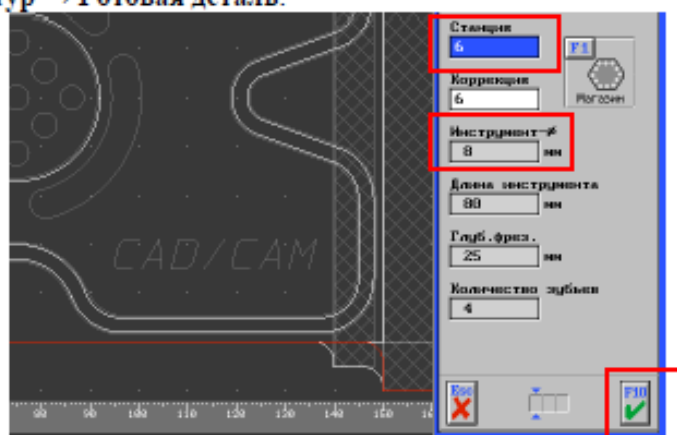
→ По окончании **2D** имитации запишите время на обработку.

Примечание: Чистовая обработка выполняется тем же инструментом, который выполнял второй подбор необработанных зон, - фрезой Ø8 мм SFR08 (инструмент T6).

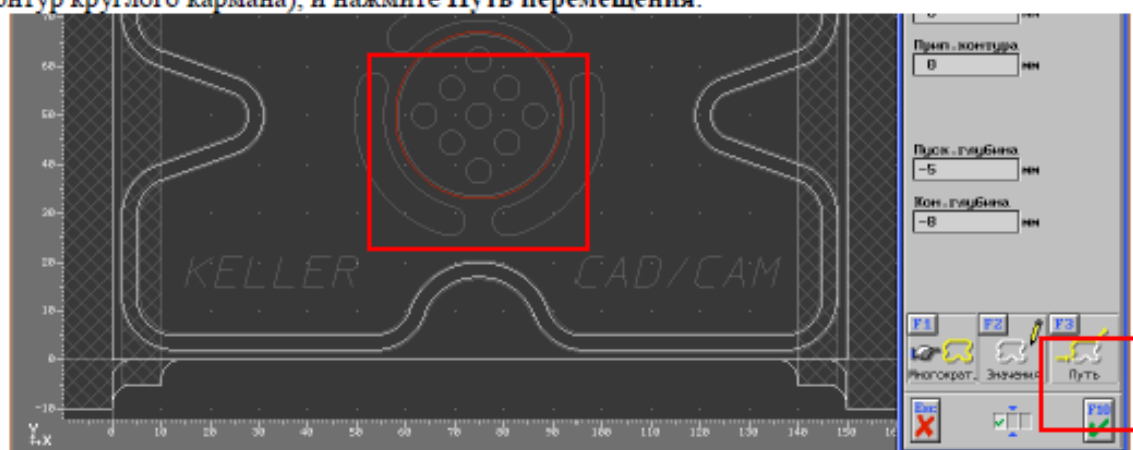
Составьте рабочий план по чистовому фрезерованию контуров детали, для чего:

1) Пройдите путь: Составить. → Контур → Готовая деталь.

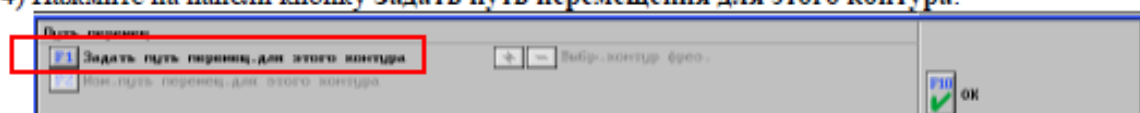
2) Нажмите **F10** и подтвердите использование для чистовой обработки последнего инструмента – пальцевой фрезы Ø8 мм (T6), так как эта фреза гарантированно может выполнить обход контура внутри и снаружи стенки фасонного кармана.



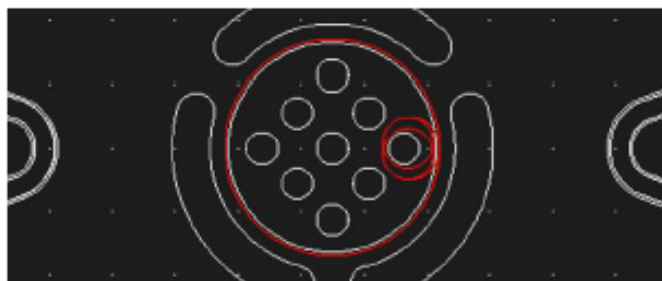
3) На второй закладке панели атрибутов курсором и левой кнопкой мыши выделите один из трёх контуров детали, по которым должна быть выполнена чистовая обработка (например, контур круглого кармана), и нажмите Путь перемещения.



4) Нажмите на панели кнопку **Задать путь перемещения для этого контура**.



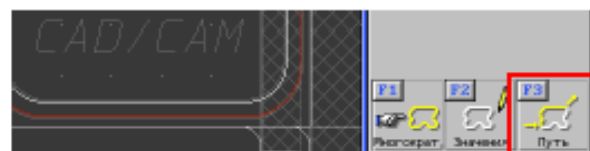
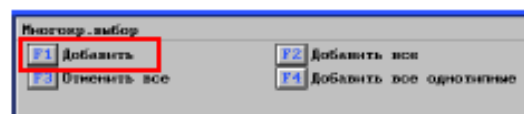
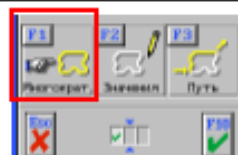
5) Задайте пути подвода и отвода инструмента T6 для чистового фрезерования контура круглого кармана.



6) Добавьте к выделенному контуру круглого кармана остальные необработанные начисто контура, для чего:

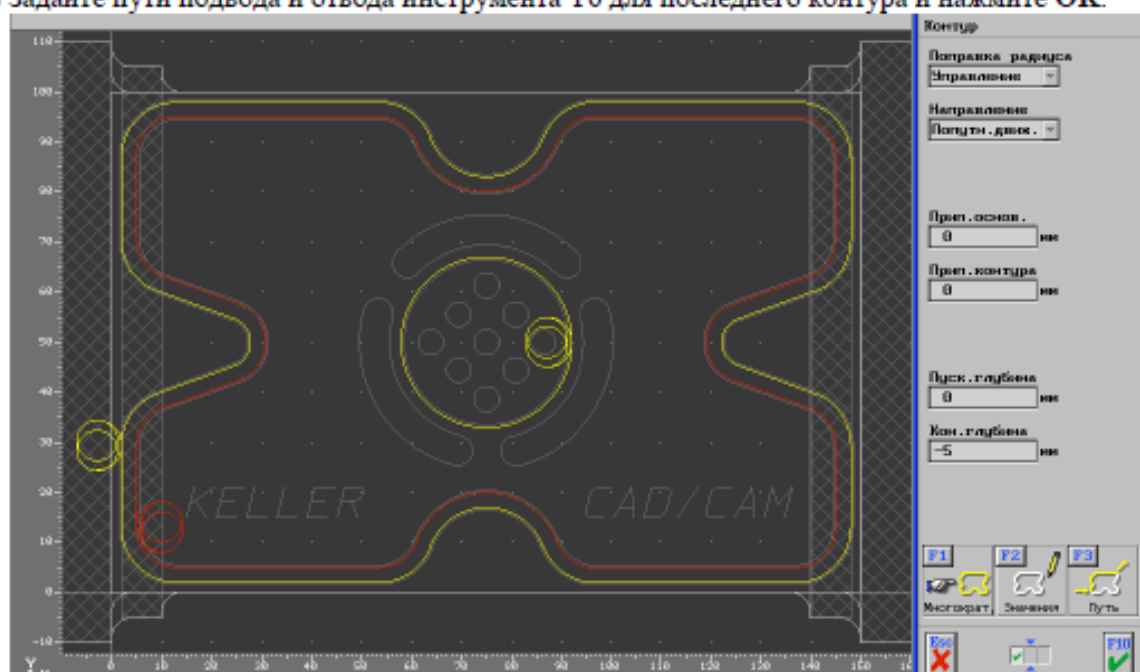
- на второй закладке меню атрибутов нажмите **Многократный выбор**;
- выделите следующий контур и нажмите кнопку **Добавить**;
- выделите следующий контур и нажмите кнопку **Добавить**;
- после выделения последнего контура нажмите **ОК**.

7) Выберите **Путь перемещения фрезы**.



8) Задайте пути подвода и отвода инструмента Т6 для первого из двух оставшихся контуров.

9) Задайте пути подвода и отвода инструмента Т6 для последнего контура и нажмите **ОК**.



Примечание:

1. При чистовом фрезеровании силы резания и износ фрезы имеют относительно небольшую величину по сравнению с обычным фрезерованием. Поэтому предлагаемую по умолчанию рабочую подачу можно увеличить в 1,5 раза, а глубину резания назначать равную глубине обрабатываемого контура (обработку выполнять за один проход).

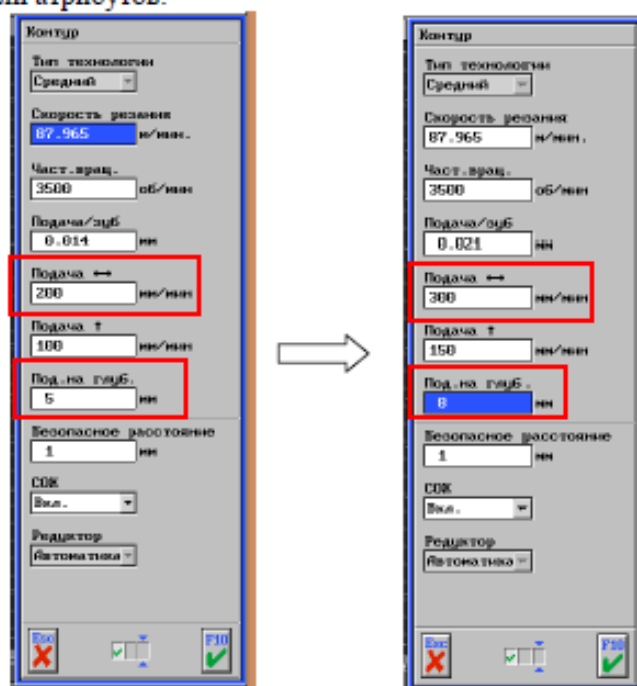
2. Обратите внимание, что обрабатываемые начисто контуры имеют разную глубину:

- круглый карман – 8 мм;
- контур внутри фасонного кармана – 5 мм;
- контур снаружи фасонного кармана – 8 мм.

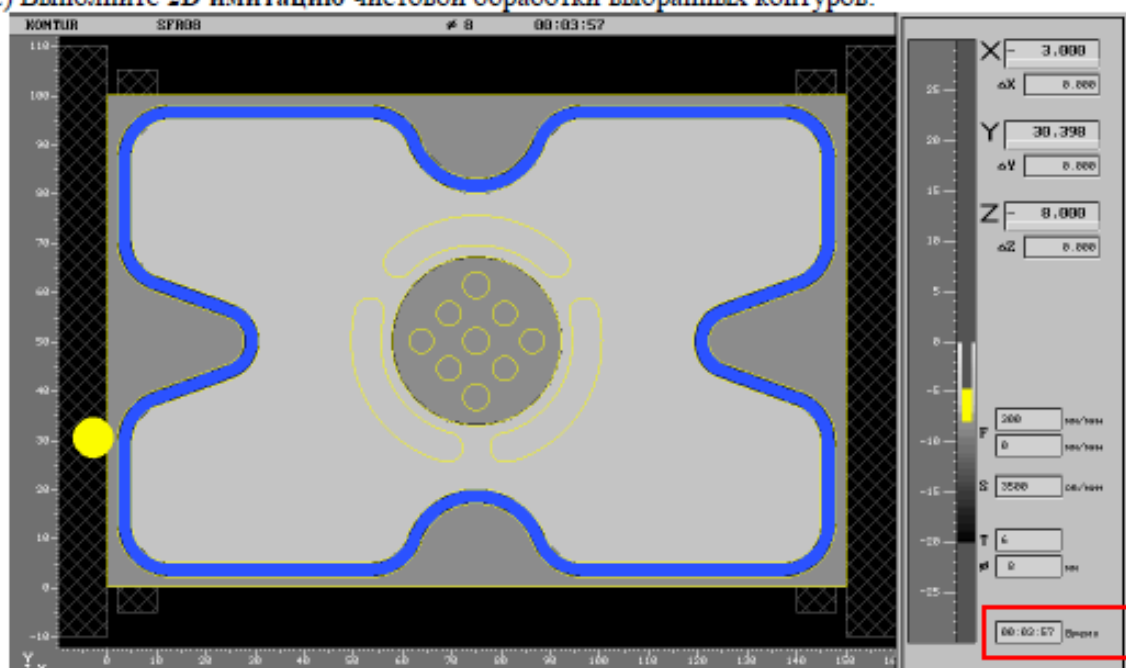
При программировании технологии в Рабочем плане геометрия контура имеет приоритет перед технологическими режимами. Поэтому, если назначить глубину резания для всех трёх контуров равную 8 мм, то обработка контура внутри фасонного кармана будет выполняться с глубиной резания 5 мм.

10) Откройте последнюю закладку на панели атрибутов.

11) Замените установленную по умолчанию величину подачи на 300 мм/мин., а глубину резания на 8 мм.



12) Выполните 2D имитацию чистовой обработки выбранных контуров.



→ По окончании 2D имитации запишите время на чистовую обработку.

Составление рабочего плана по фрезерованию группы радиусных пазов в детали GEO3 (Рабочая тетрадь SYMplus. Фрезерование, п. 4.5.2 стр. 105).

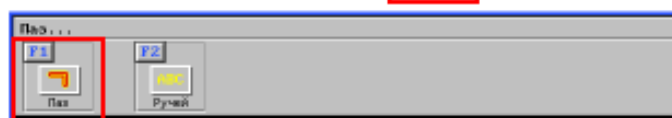
Составьте рабочий план по фрезерованию группы радиусных пазов, для чего:

1) На панели Рабочая операция нажмите Составить.

2) Выберите рабочую операцию обработки паза.



3) Выберите вариант Паз.



4) Выберите в качестве режущего инструмента для обработки радиусных пазов шпоночную фрезу Ø6 мм LFR06 (инструмент T17).

→ На контуре детали появятся изображения радиусных пазов, один из которых автоматически включён в Рабочий план и выделен красным цветом.



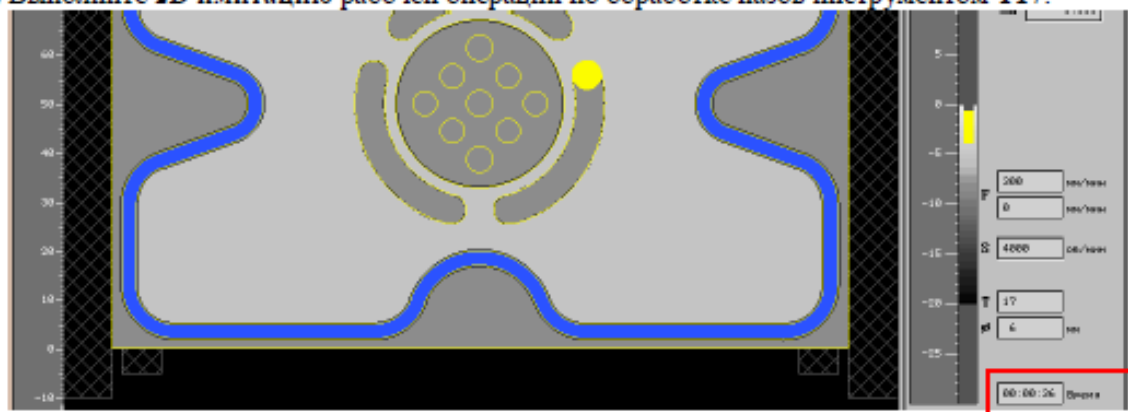
5) Добавьте к выделенному пазу два других паза, для чего:

- активируйте **Множественный выбор**;
- укажите паз, который необходимо обработать;
- нажмите кнопку **Добавить**;
- укажите следующий паз, который необходимо обработать;
- нажмите кнопку **Добавить**;
- нажмите кнопку **ОК**.

→ На изображении детали выделятся красным цветом все три паза.



6) Выполните 2D имитацию рабочей операции по обработке пазов инструментом T17.



→ По окончании 2D имитации запишите время на обработку.

Составьте рабочий план по сверлению группы отверстий, для чего:

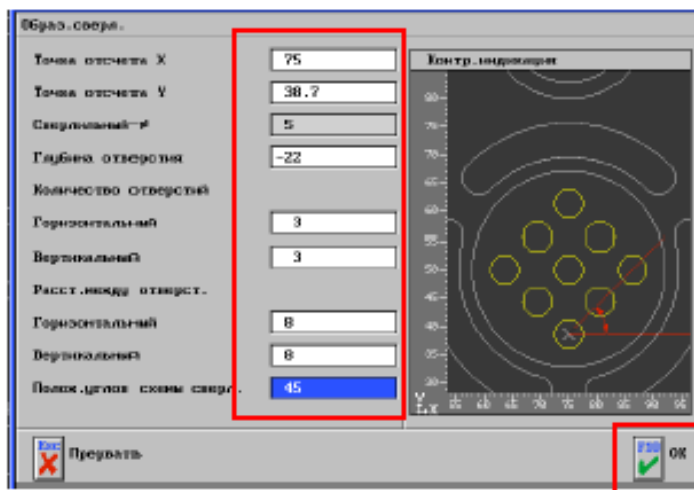
- 1) Пройдите путь: Составить → Сверление → Образец → Магазин.
- 2) Установите в шпиндель спиральное сверло SPB05 Ø5 мм (инструмент T35) и нажмите ОК.
- 2) Нажмите F10 и перейдите на вторую закладку панели атрибутов.
- 3) Нажмите кнопку Образец.



- 4) Введите в диалоговом окне Образец сверления параметры группы отверстий в соответствии с пояснениями для построения конструктивных элементов детали и нажмите F10.

Примечание:

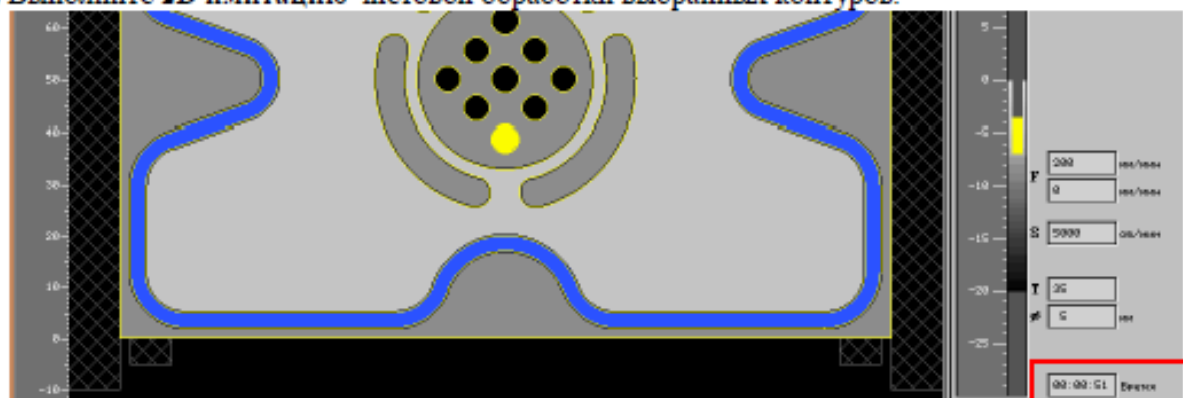
- При назначении координат точки отсчёта не забудьте внести поправку на перенос нулевой точки детали.
- При назначении глубины отверстия не забудьте внести поправку на вершину спирального сверла.



→ На изображении детали группа отверстий вносится в Рабочий план и выделяется красным цветом.



- 5) Внимательно просмотрите все закладки на панели атрибутов.
- 6) Выполните 2D имитацию чистовой обработки выбранных контуров.



→ По окончании 2D имитации запишите время на чистовую обработку.

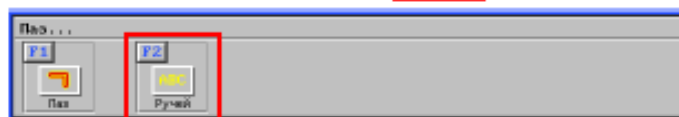
1. Составьте рабочий план по гравировке текста, для чего:

1) На панели Рабочая операция нажмите **Составить**.

2) Выберите рабочую операцию обработки паза.



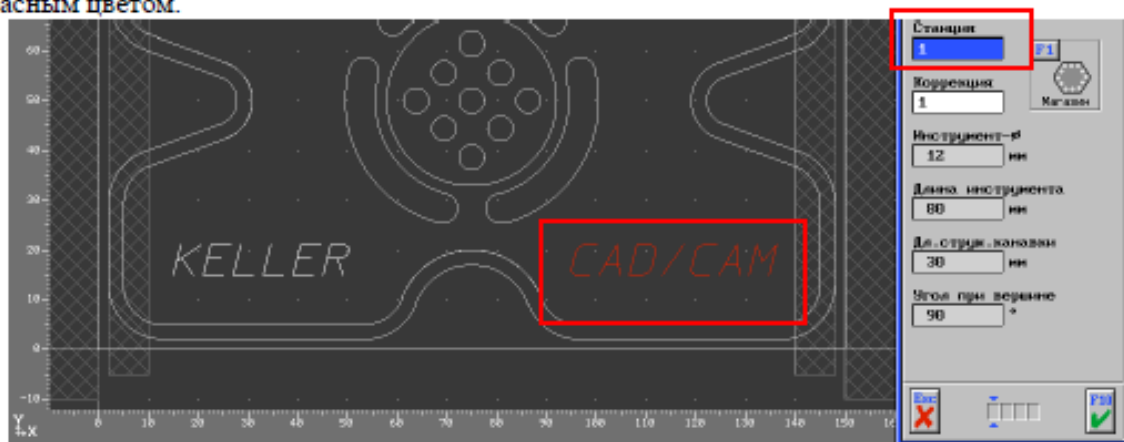
3) Выберите вариант Ручей.



4) Нажмите кнопку **Магазин**.

5) Установите в шпиндель центровочное сверло NCA12 (инструмент T1) и нажмите **ОК**.

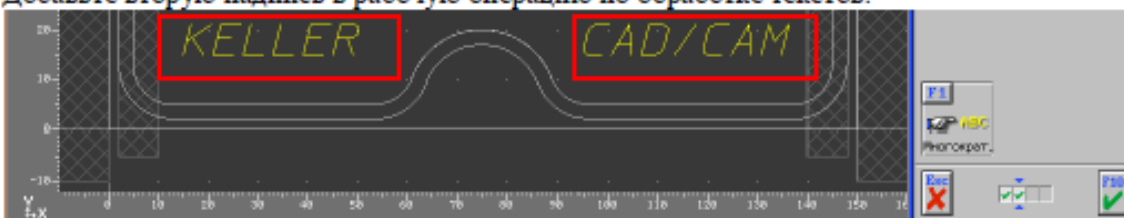
→ На контуре детали одна из надписей автоматически вносится в Рабочий план и выделяется красным цветом.



6) Нажмите **F10** и перейдите на вторую закладку панели атрибутов.

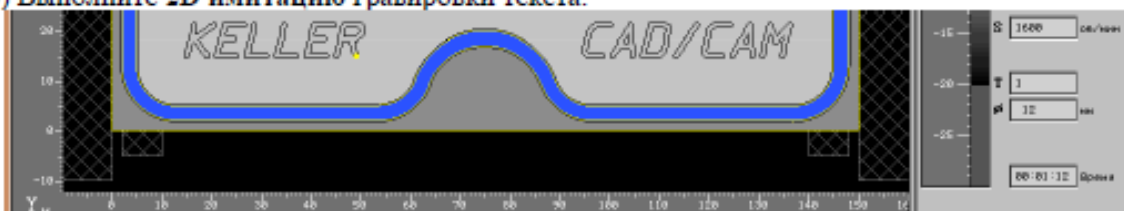
7) Чтобы внести в Рабочий план вторую надпись, нажмите кнопку **Множкратный выбор**.

8) Добавьте вторую надпись в рабочую операцию по обработке текстов.



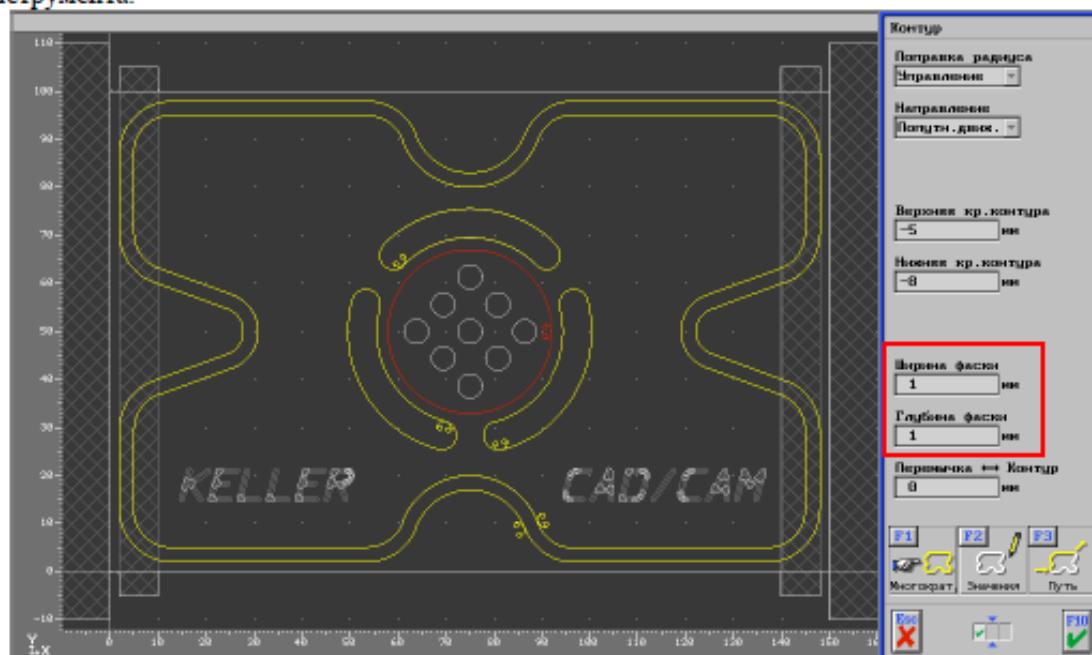
9) Внимательно просмотрите все закладки на панели атрибутов.

10) Выполните **2D имитацию гравировки текста**.



→ По окончании **2D имитации** запишите время на рабочую операцию по гравировке текста.

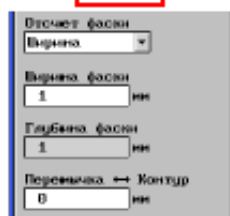
2. Составьте рабочий план по снятию заусенцев с обработанных контуров, для чего:
 - 1) Пройдите путь: **Составить** → **Контур** → **Готовая деталь**.
 - 2) Выделите любой из построенных контуров, например, контур круглого кармана.
 - 3) Перейдите на вторую закладку панели атрибутов и нажмите кнопку **Многократный выбор**.
 - 4) Добавьте все остальные обработанные контура в перечень контуров, с которых надо снять фаски.
 - 5) Поочерёдно для каждого контура назначьте пути перемещения при подводе и отводе инструмента.



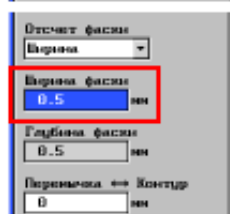
Примечание: Обратите внимание на назначенные по умолчанию размеры фаски. По условиям задания ширина и глубина фаски должны быть равны 0,5 мм.

- 6) Чтобы внести изменения в размеры фаски, нажмите на кнопку **Значения**.

→ Поля ввода значений параметров фаски станут активными.



- 7) Введите требуемое значение ширины фаски.



- 8) Выполните **2D** имитацию снятия фасок и запишите время выполнения рабочей операции.

9) Так как на 2D имитации снятие фасок не показывается, для большей наглядности выполните 3D имитацию.

Примечание: Чтобы при имитации просматривать не весь процесс обработки, а только нужную Вам рабочую операцию:

- Курсором и левой кнопкой мыши активируйте нужную Вам операцию в списке Рабочих операций.

| | |
|--------------|----------|
| Рабочий план | 00:14:48 |
| FLOSHAB | T13 |
| FLOSHAB | T16 |
| FLOSHAB | T6 |
| KONTUR | T6 |
| PAZ | T17 |
| SVERLENIE | T35 |
| OSVETROVKA | T1 |
| SHLAFE VASKI | T1 |

- Нажмите кнопку Информация.



- Нажмите кнопку Имитация и продолжите работу в обычной последовательности.

(При повторном нажатии кнопки Информация выделение отдельной рабочей операции отменяется).



10) Если качество обработки Вас устраивает, выполните 2D имитацию всего процесса обработки.

11) Запишите общее время обработки детали GEO3.

12) Сохраните созданный Рабочий план обработки детали GEO3 в каталоге My workplans под названием CAM3.

6.1 Выбор инструмента

Выбор концевой фрезы

В большинстве случаев концевая фреза является наименее жестким звеном технологической системы. Более низкая жесткость проявляется в системе обычно только при обработке тонкостенных деталей или деталей маложесткой конструкции.

Поэтому необходимо стремиться выбрать фрезу возможно большего диаметра с наименьшей длиной режущей части и с наименьшим вылетом.

При выборе учитывают:

1. Особенности формы поверхностей, подлежащих обработке, и их расположение.
2. Наименьшие значения радиусов вогнутых переходов поверхностей, подлежащих обработке.
3. Наличие и расположение несплошностей, разрывов поверхностей, подлежащих обработке.
4. Наибольшую высоту стенок обрабатываемого элемента детали.
5. Наибольшую величину перемещения фрезы в глубину детали при выполнении обработки.
6. Возможность образования зарезов или недорезов в местах резкого изменения формы поверхностей, подлежащих обработке.
7. Свойства материала обрабатываемой детали.
8. Наибольшие величины ширины фрезерования и глубины резания при обработке.
9. Характер обработки, выполняемой фрезой: обдирочная, черновая или чистовая.
10. Возможности отвода стружки.

Последовательность выбора концевой фрезы

1. Выбирают параметры фрезы, которые зависят от формы и размеров обрабатываемого участка детали:
 - ☐ тип фрезы;
 - ☐ диаметр фрезы;
 - ☐ длину режущей части;
 - ☐ общую форму режущей части фрезы в продольном сечении;
 - ☐ радиус скругления режущих кромок и другие параметры, определяющие необходимую форму и размеры режущей части фрезы в продольном сечении.
2. Выбирают параметры, которые обеспечивают процесс резания материала детали:
 - ☐ материал режущей части фрезы;
 - ☐ число зубьев;
 - ☐ заточку с ленточкой или наостро;
 - ☐ геометрические параметры зубьев.
3. Выбирают параметры конструкции фрезы и вспомогательный инструмент для данных условий обработки:
 - ☐ тип хвостовика фрезы;
 - ☐ состав вспомогательного инструмента;

- ☐ вылет фрезы относительно переходной втулки или патрона;
- ☐ необходимый вылет собранного инструментального блока относительно торца шпинделя станка;
- ☐ направление вращения;
- ☐ угол наклона и направление стружечных канавок;
- ☐ расположение зубьев;
- ☐ сечение сердцевины;
- ☐ усилительный конус.

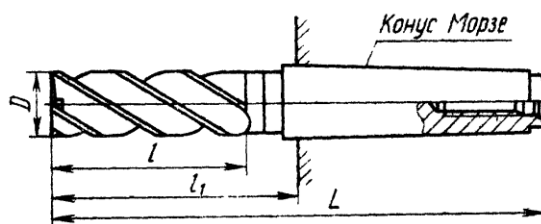
Концевую фрезу выбирают:

1. из таблиц справочника: Кузнецов Ю.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник. – 2-е изд., - М.: Машиностроение, 1990. – 512 с., которые приведены без изменения их номеров.
2. из приведённых здесь таблиц с данными стандартных и нормализованных фрез;
3. из стандартов ГОСТ 17024-82, 17052-71 (СТ СЭВ 109-79), ГОСТ 17026-71 (СТ СЭВ 109-79) Фрезы концевые. Технические условия. Конструкция и размеры.

В условиях курсового проектирования в тех случаях, когда для выбранной фрезы величина вылета в таблице не приведена, рекомендуется использовать значение вылета, указанное для фрезы такого же диаметра и такой же конструкции в другой таблице.

Вспомогательный инструмент для фрезерного станка 6520Ф3-36 выбирают из таблицы Вспомогательный инструмент станка с учетом требования обеспечить наибольшую жесткость крепления фрезы при малом вылете собранного инструментального блока.

**52. Фрезы концевые с коническим хвостовиком быстрорежущие
(ОСТ 2И62-2—75, тип 2)**

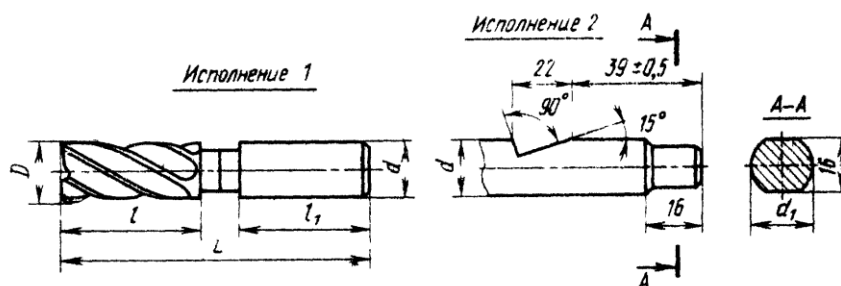


Размеры, мм

| Фреза | D | Δ | l | l ₁ | Число зубьев z | Конус Морзе |
|---------------|----|-----|----|----------------|----------------------|----------------|
| 035-2223-0101 | 14 | 115 | 22 | 51 | 4 | 2 |
| -0102 | 16 | 120 | 36 | 56 | | |
| -0103 | 18 | 120 | 36 | 56 | | 3 |
| -0104 | 20 | 145 | 44 | 64 | | |
| -0105 | 25 | 150 | 50 | 69 | 6 | 4 |
| -0106 | 32 | 180 | 55 | 99 | | |
| -0107 | 40 | 190 | 65 | 109 | | |
| -0108 | 50 | 195 | 70 | 114 | | |

Примечание. Изготовители — Запорожский инструментальный завод им. П. Л. Войкова и Белгородский завод фрез.

**53. Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком
быстрорежущие (ОСТ 2И62-2—75, тип 1)**



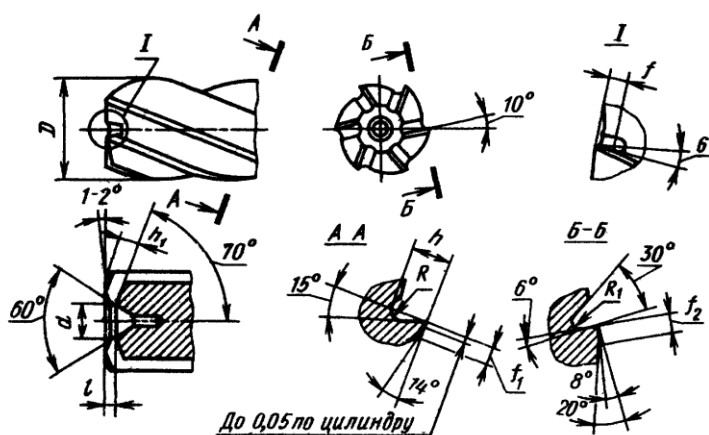
Размеры, мм

| Фреза | Ис- полне- ние | D | d | d ₁ | L | l | l ₁ | Число зубьев z |
|---------------|----------------------|----|----|----------------|----|----|----------------|-------------------|
| 035-2220-0101 | 1 | 10 | 10 | — | 60 | 20 | 30 | 4 |
| -0102 | | 12 | 12 | | 70 | 25 | | |
| -0103 | | 14 | 14 | | 80 | 32 | | |

| Фреза | Ис- полне- ние | D | d | d_1 | L | l | l_1 | Число зубьев z |
|---------------|----------------------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|---------------------|
| 035-2220-0104 | 1 | 16 | 16 | — | 90 | 40 | 40 | 4 |
| -0105 | | 18 | 18 | | | | | |
| -0106 | | 20 | 20 | | | | | |
| -0107 | 2 | 20 | 20 | 19 | 120 | 45 | 95 | 6 |
| -0108 | | 25 | 25 | 24 | 175 | 50 | | |
| -0109 | | 32 | 32 | 31 | | 55 | | |
| -0110 | | 40 | 40 | 39 | | 65 | | |
| | | 50 | | | | 70 | | |

Примечание. Изготовитель — Запорожский инструментальный завод.

**54. Элементы конструкции и геометрические параметры фрез
(ОСТ 2И62-2—75) диаметром 25—40 мм
с цилиндрическим хвостовиком**

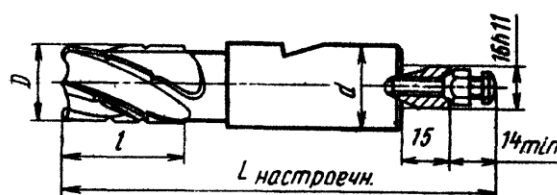


Размеры, мм

| D | d | l | b | b_1 | l | l_1 | l_2 | R | R_1 |
|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-------|-----|-------|
| 25 | 9 | 2,9 | 5,0 | 5,2 | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 2 | 1,8 |
| 32 | 12 | 5,0 | | 6,5 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 3 | 2,0 |
| 40 | 17 | 7,5 | 6,0 | 8,0 | | | | 4 | |

Примечание. Геометрические параметры фрез с цилиндрическим хвостовиком диаметром 10—20 мм по ГОСТ 17025—71; фрез с коническим хвостовиком по ГОСТ 17026—71.

55. Фрезы с цилиндрическим хвостовиком, оснащенные пластинами из твердого сплава (ТУ 2-035-812—81)

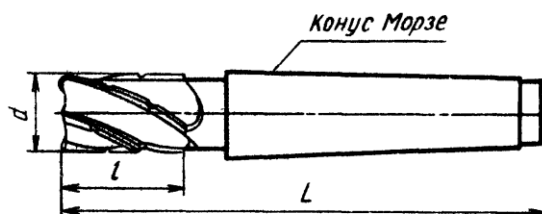


Размеры, мм

| Фреза | D | d | l | L _{настр} | Число зубьев z |
|------------------|----|----|----|--------------------|-------------------|
| 01.3.0036.000-00 | 20 | 20 | 33 | 166 | 4 |
| -01 | 25 | 25 | 50 | 184 | |
| -02 | 32 | 32 | | 189 | |
| -03 | 40 | 40 | 58 | 195 | 6 |
| -04 | 50 | | 54 | | |

Примечание. Изготовитель — Храпуновский инструментальный завод.

56. Фрезы концевые с коническим хвостовиком, оснащенные пластинами из твердого сплава (ТУ 2-035-812—81)

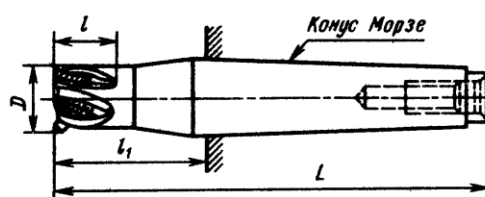


Размеры, мм

| Фреза | d | L | l | Конус Морзе | Число зубьев z |
|---------------|----|-----|----|----------------|-------------------|
| 035-2223-1141 | 20 | 158 | 33 | 3 | 4 |
| -1142 | 25 | 189 | 50 | 4 | |
| -1143 | 32 | 221 | 58 | 5 | |
| -1144 | 40 | | | | |
| -1145 | 50 | | | | 216 |

Примечание. Изготовитель — Храпуновский инструментальный завод.

60. Фрезы концевые с коническим хвостовиком, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами (ГОСТ 20537—75)



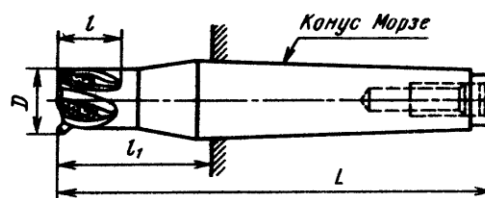
Размеры, мм

| Фреза | <i>D</i> | <i>L</i> | <i>l</i> | <i>l</i> ₁ | Конус Морзе | Число зубьев <i>z</i> |
|-----------|----------|----------|----------|-----------------------|----------------|--------------------------|
| 2223-0501 | 12,5 | 115 | 11 | 51 | 2 | 2 |
| -0502 | 16,0 | 120 | 13 | 56 | | 3 |
| -0503 | 20,0 | 135 | 12 | 54 | 3 | 4 |
| -0504 | 25,0 | 160 | 20 | 57,5 | 4 | |
| -0505 | 32,0 | | 19 | | | |
| -0506 | 40,0 | 190 | 24 | 60,5 | 5 | 6 |
| -0507 | 50,0 | | | | | |

Примечания: 1. Геометрические параметры фрез по ГОСТ 20536—75.

2. Изготовитель — Храпуновский инструментальный завод.

61. Фрезы концевые удлиненные с коническим хвостовиком, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами (ГОСТ 20538—75)

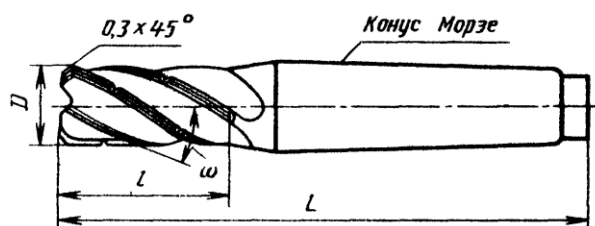


Размеры, мм

| Фреза | <i>D</i> | <i>L</i> | <i>l</i> | <i>l</i> ₁ | Конус Морзе | Число зубьев <i>z</i> |
|-----------|----------|----------|----------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| 2223-0551 | 20,0 | 145 | 21 | 64 | 3 | 4 |
| -0552 | 25,0 | 170 | 34 | 67,5 | 4 | |
| -0553 | 32,0 | | | | | |
| -0554 | 40,0 | 205 | 41 | 75,5 | 5 | 6 |
| -0555 | 50,0 | | 38 | | | |

Примечания: 1. Геометрические параметры фрез по ГОСТ 20536—75.
2. Изготовитель — Храпуновский инструментальный завод.

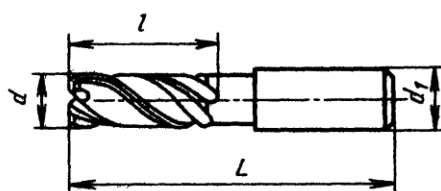
63. Фрезы концевые, оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами, для обработки деталей из высокопрочных сплавов и титановых сплавов (ГОСТ 24637—81)



| Фреза | D | L | l | Конус Морзе | Число зубьев z | ω° | | |
|-----------|----|-----|-----|----------------|----------------------|----|----|----|
| | мм | | | | | | | |
| 2223-5642 | 16 | 122 | 23 | 3 | 4 | 30 | | |
| -5643 | | 135 | 36 | | | | | |
| -5645 | 20 | 136 | 37 | | | | | |
| -5646 | | 157 | 58 | | | | | |
| 2223-5652 | 25 | 162 | 37 | 4 | | 5 | 36 | |
| -5654 | | 199 | 74 | | | | | |
| -5657 | 32 | 208 | 53 | 5 | | | 6 | 40 |
| -5658 | | 227 | 72 | | | | | |
| -5663 | 40 | 215 | 60 | | 40 | | | |
| -5665 | | 259 | 104 | | | | | |
| -5668 | 50 | 215 | 60 | | | | 4 | 40 |
| -5671 | | 259 | 104 | | | | | |
| -5673 | | 215 | 60 | | | | | |
| -5675 | | 237 | 82 | | | | | |
| -5676 | | 259 | 104 | | | | | |

П р и м е ч а н и е. Допускается изготавливать фрезы диаметром 32, 40 мм с конусом Морзе 4.

**67. Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком
(по ГОСТ 17025—71*)**

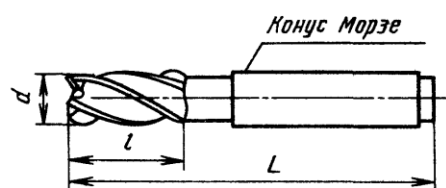


Размеры, мм

| Фрезы | | d | d ₁ | L | l | Число зубьев z | |
|---|---|----|----------------|-----|----|--------------------|-----------------|
| с цилиндрической ленточкой | заточенные наостро | | | | | с нормальным зубом | с крупным зубом |
| 2220-0001 -0003 -0005 -0007 -0429 -0009 -0433 -0011 -0435 -0013 -0015 -0017 -0019 -0021 -0208 -0217 -0226 | 2220-0031 -0033 -0035 -0037 -0039 -0040 -0041 -0042 -0043 -0044 -0046 -0048 -0050 -0052 -0211 -0219 -0228 | 3 | 4 | 40 | 8 | 4 | 3 |
| | | 4 | | 43 | 11 | | |
| | | 5 | 5 | 47 | 13 | | |
| | | 6 | 6 | 57 | | | |
| | | 7 | 8 | 60 | 16 | | |
| | | 8 | | 63 | 19 | | |
| | | 9 | 10 | 69 | | | |
| | | 10 | | 72 | 22 | | |
| | | 11 | 12 | 79 | 26 | | |
| | | 12 | | 83 | | | |
| | | 14 | 16 | 92 | | 32 | |
| | | 16 | | | | | |
| | | 18 | 20 | 104 | 38 | | |
| | | 20 | | | | | |
| | | 22 | | | | | |
| | | 25 | 25 | 121 | 45 | | |
| 28 | | | | | | | |

Примечание. Изготовители — Сестрорецкий инструментальный завод им. С. И. Воскова, Запорожский инструментальный завод, Ташкентский инструментальный завод.

**68. Фрезы концевые с коническим хвостовиком
(ГОСТ 17026—71*)**



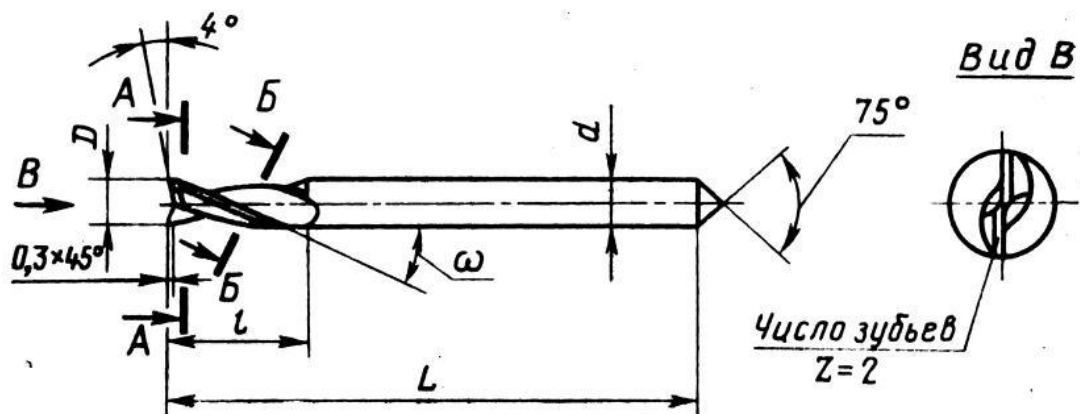
Размеры, мм

| Фрезы | | d | L | l | Ко- нус Морзе | Число зубьев z | |
|------------------------------------|-----------------------|----|-----|----|---------------------|----------------------------|-------------------------|
| с цилин- дрической ленточкой | заточенные наостро | | | | | с нор- мальным зубом | с круп- ным зубом |
| 2223-0112 | 2223-0114 | 10 | 92 | 22 | 1 | 4 | 3 |
| -0121 | -0123 | 11 | 96 | | | | |
| -0129 | -0132 | 12 | 111 | 26 | 2 | | |
| -0165 | -0167 | | 96 | | 1 | | |
| -0292 | -0294 | 14 | 111 | | 2 | | |
| -0001 | -0041 | | 117 | | | | |
| -0003 | -0043 | 16 | 117 | 32 | 2 | 5 | |
| -0005 | -0045 | 18 | | | | | |
| -0296 | -0298 | 20 | 123 | 38 | 3 | | |
| -0007 | -0047 | | 140 | | 2 | | |
| -0138 | -0141 | 22 | 123 | | 3 | | |
| -0009 | -0048 | | 140 | | | | |
| -0011 | -0050 | 25 | 147 | 45 | 3 | 6 | |
| -0305 | -0307 | 28 | | | | | |
| -0013 | -0052 | 32 | 170 | 53 | 4 | | |
| -0147 | -0149 | | 155 | | 3 | | |
| -0015 | -0054 | 36 | 178 | 53 | 4 | | |
| -0156 | -0158 | | 155 | | 3 | | |
| -0017 | -0057 | 40 | 178 | 63 | 4 | | |
| -0019 | -0059 | | 188 | | 5 | | |
| -0309 | -0312 | 45 | 221 | | 4 | | |
| -0021 | -0061 | | 188 | | | 5 | |
| -0023 | -0062 | 50 | 221 | 75 | 4 | | |
| -0025 | -0065 | | 200 | | | | |
| -0027 | -0066 | | 233 | | | | |

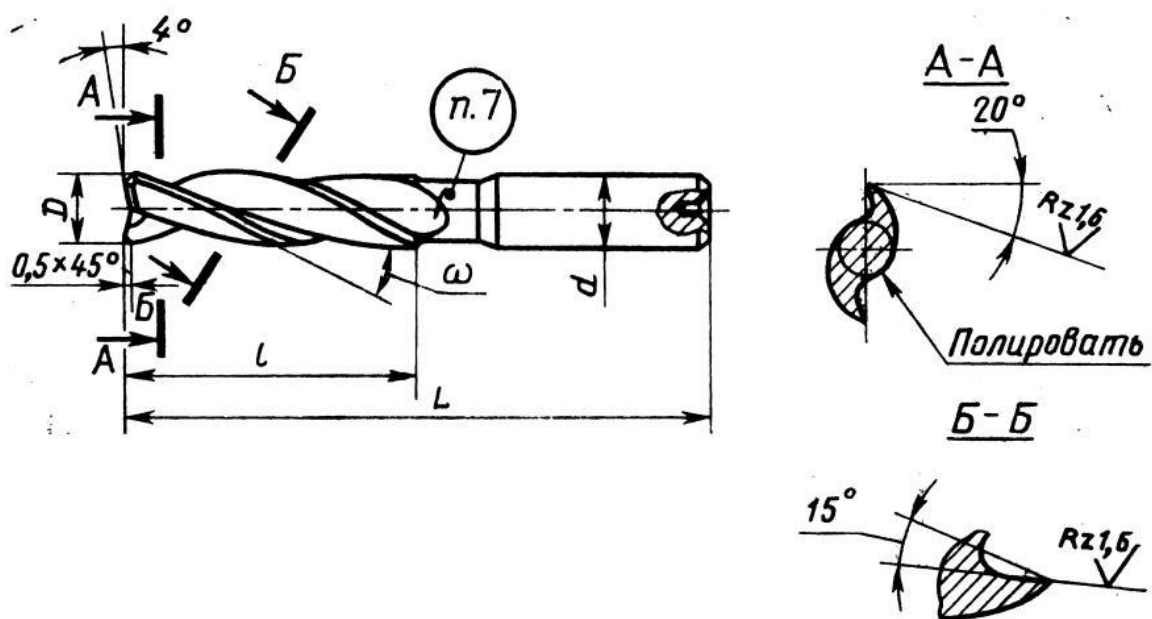
Фрезы концевые для обработки лёгких сплавов
диаметром от 1,5 до 50 мм (ГОСТ 16225-81)

Тип 1

Исполнение 1 для диаметра D до 5 мм



Исполнение 1 для диаметра D свыше 5 мм



Исполнение 2

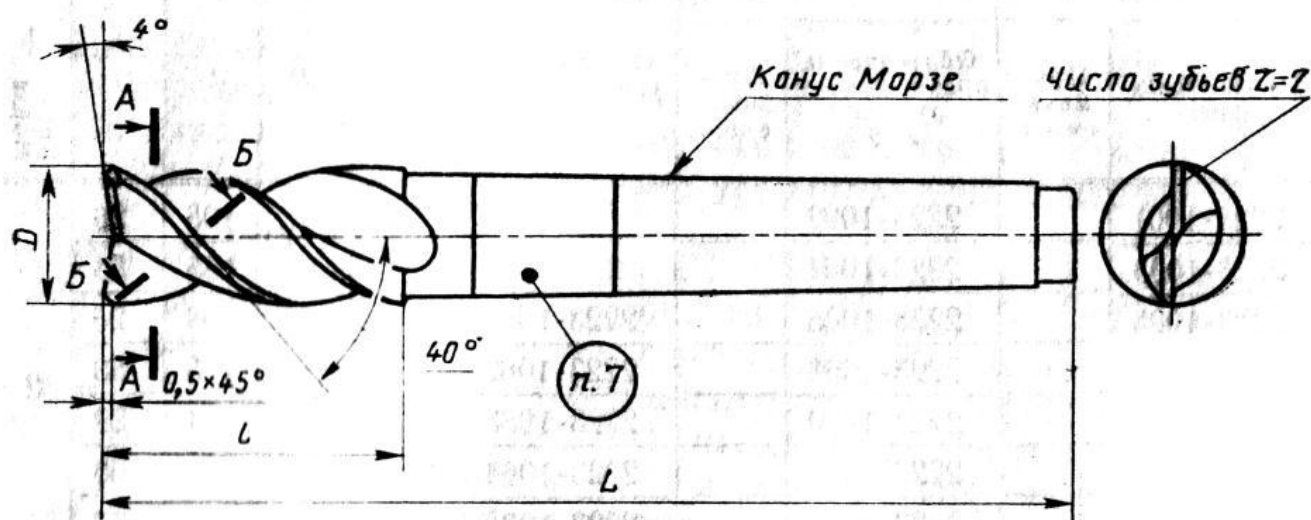


Таблица 1

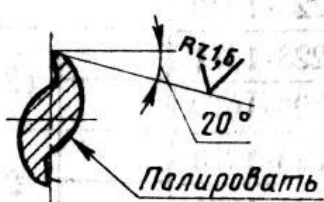
Размеры в мм

| Исполнение 1 | | Исполнение 2 | | D | L | l | d | ω |
|------------------|---------------|------------------|---------------|------|------|----|-----|-----|
| Обозначение фрез | Применяемость | Обозначение фрез | Применяемость | | | | | |
| 2220-0491 | | 2220-0492 | | 1,5 | 25 | 4 | 2 | 20° |
| 2220-0493 | | 2220-0494 | | 1,8 | | | | |
| 2220-0505 | | 2220-0506 | | 2,0 | | | | |
| 2220-0507 | | 2220-0508 | | 2,2 | 30 | 6 | 3 | |
| 2220-0509 | | 2220-0510 | | 2,5 | | | | |
| 2220-0511 | | 2220-0512 | | 2,8 | | | | |
| 2220-0513 | | 2220-0514 | | 3,0 | | | | |
| 2220-0515 | | 2220-0516 | | 4,0 | 43 | 11 | 4 | |
| 2220-0517 | | 2220-0518 | | | 51 | 19 | | |
| 2220-0519 | | 2220-0520 | | 5,0 | 47 | 13 | 5 | |
| 2220-0521 | | 2220-0522 | | | 58 | 24 | | |
| 2220-0523 | | 2220-0524 | | 6,0 | 52 | 16 | 6 | |
| 2220-0525 | | 2220-0526 | | | 66 | 30 | | |
| 2220-0527 | | 2220-0528 | | | 8,0 | 59 | | 19 |
| 2220-0529 | | 2220-0530 | | 78 | | 38 | | |
| 2220-0531 | | 2220-0532 | | 10,0 | | 72 | 22 | 10 |
| 2220-0533 | | 2220-0534 | | | 95 | 45 | | |
| 2220-0535 | | 2220-0536 | | | 12,0 | 81 | 26 | |
| 2220-0537 | | 2220-0538 | | 108 | | 53 | 40° | |

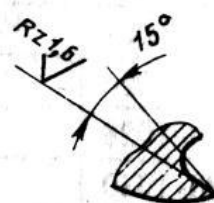
Тип 2
Исполнение 1



A-A



B-B



Исполнение 2



Таблица 2

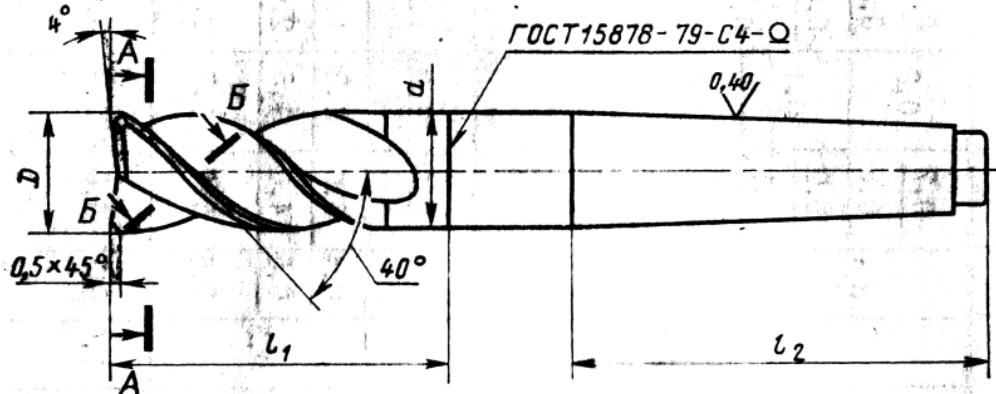
Размеры в мм

| Исполнение 1 | | Исполнение 2 | | | | D | L | I | Конус Морзе |
|------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------|---------------|------|-----|-----|-------------|
| Обозначение фрез | Применяемость | Обозначение фрез с числом зубьев z=2 | Применяемость | Обозначение фрез с числом зубьев z=3 | Применяемость | | | | |
| 2223-1001 | | 2223-1002 | | — | | (12) | 108 | 26 | 2 |
| 2223-1003 | | 2223-1004 | | | | | 135 | 53 | |
| 2223-1005 | | 2223-1006 | | 2223-1061 | | 14 | 108 | 26 | |
| 2223-1007 | | 2223-1008 | | 2223-1062 | | | 135 | 53 | |
| 2223-1009 | | 2223-1010 | | 2223-1063 | | 16 | 114 | 32 | |
| 2223-1011 | | 2223-1012 | | 2223-1064 | | | 145 | 63 | |
| 2223-1013 | | 2223-1014 | | 2223-1065 | | 18 | 114 | 32 | 3 |
| 2223-1015 | | 2223-1016 | | 2223-1066 | | | 145 | 63 | |
| 2223-1017 | | 2223-1018 | | 2223-1067 | | 20 | 137 | 38 | |
| 2223-1019 | | 2223-1020 | | 2223-1068 | | | 174 | 75 | |
| 2223-1021 | | 2223-1022 | | 2223-1069 | | 22 | 137 | 38 | |
| 2223-1023 | | 2223-1024 | | 2223-1070 | | | 174 | 75 | |
| 2223-1025 | | 2223-1026 | | 2223-1071 | | (24) | 144 | 45 | 4 |
| 2223-1027 | | 2223-1028 | | 2223-1072 | | | 189 | 90 | |
| 2223-1029 | | 2223-1030 | | 2223-1073 | | 25 | 144 | 45 | |
| 2223-1031 | | 2223-1032 | | 2223-1074 | | | 189 | 90 | |
| 2223-1033 | | 2223-1034 | | 2223-1075 | | 28 | 170 | 45 | |
| 2223-1035 | | 2223-1036 | | 2223-1076 | | | 215 | 90 | |
| 2223-1037 | | 2223-1038 | | 2223-1077 | | (30) | 175 | 50 | 4 |
| 2223-1039 | | 2223-1040 | | 2223-1078 | | | 220 | 90 | |
| 2223-1041 | | 2223-1042 | | 2223-1079 | | 32 | 178 | 53 | |
| 2223-1043 | | 2223-1044 | | 2223-1080 | | | 231 | 106 | |
| 2223-1045 | | 2223-1046 | | 2223-1081 | | 36 | 178 | 53 | |
| 2223-1047 | | 2223-1048 | | 2223-1082 | | | 231 | 106 | |
| 2223-1049 | | 2223-1050 | | 2223-1083 | | 40 | 188 | 63 | 4 |
| 2223-1051 | | 2223-1052 | | 2223-1084 | | | 250 | 125 | |
| 2223-1053 | | 2223-1054 | | 2223-1085 | | 45 | 188 | 63 | |
| 2223-1055 | | 2223-1056 | | 2223-1086 | | | 250 | 125 | |
| 2223-1057 | | 2223-1058 | | 2223-1087 | | 50 | 200 | 75 | |
| 2223-1059 | | 2223-1060 | | 2223-1088 | | | 275 | 150 | |

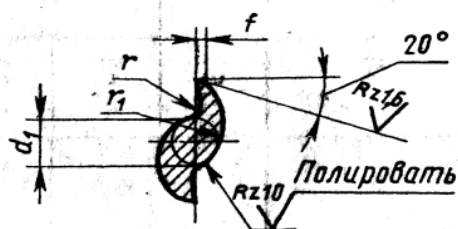
Примечание. Диаметры фрез, заключенные в скобки, применять не рекомендуется.

Фрезы концевые для обработки лёгких сплавов
диаметром от 1,5 до 50 мм (ГОСТ 16225-81) Тип 2

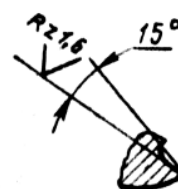
1,6
√(√)



A-A

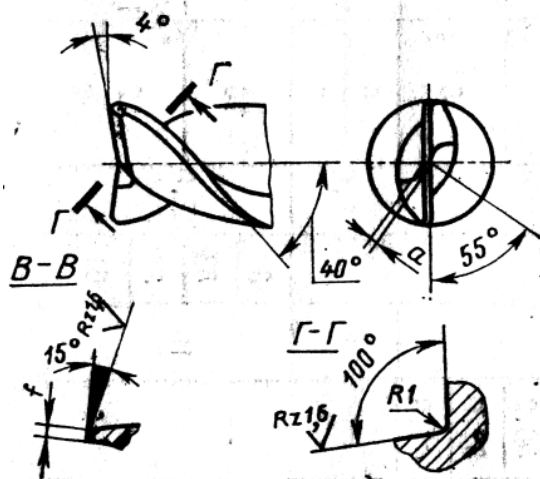


B-B

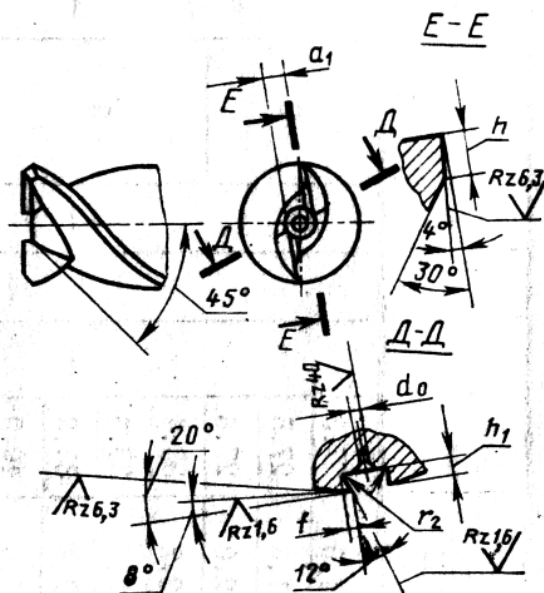


Форма заточки торцевых зубьев

Исполнение 1



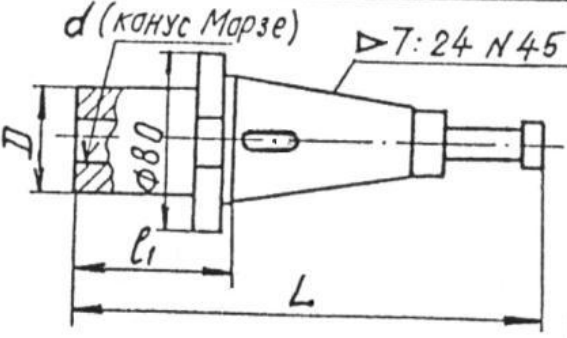
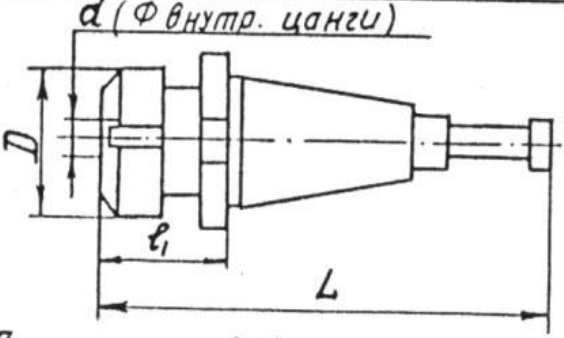
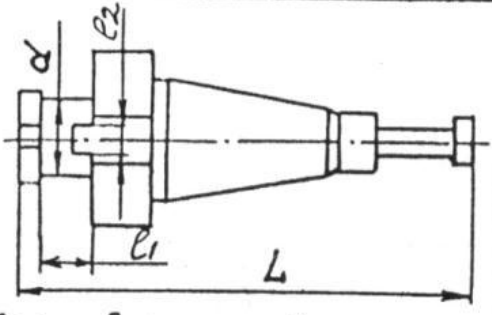
Исполнение 2



**Фрезы концевые для обработки лёгких сплавов
диаметром от 1,5 до 50 мм (ГОСТ 16225-81) Тип 2 Размеры в мм**

| Диаметр фрезы <i>D</i> | <i>l₁</i> | <i>l₂</i> | <i>d₀</i> | <i>d</i> | <i>d₂</i> | <i>f</i> |
|------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|----------------------|----------|
| 12 | 34 | 69 | 0,8 | 11 | 4,8 | 1,6 |
| | 61 | | | | | |
| 14 | 34 | | | 13 | 5,6 | |
| | 61 | | | | | |
| 16 | 40 | | | 15 | 7,0 | |
| | 71 | | | | | |
| 18 | 40 | | | 17 | 8,0 | |
| | 71 | | | | | |
| 20 | 46 | 86 | 1,0 | 18 | 8,6 | |
| | 83 | | | | | |
| 22 | 46 | | | 20 | 9,6 | |
| | 83 | | | | | |
| 24 | 53 | | 1,6 | 22 | 10,2 | |
| | 98 | | | | | |
| 25 | 53 | | | 23 | 11,0 | |
| | 98 | | | | | |
| 28 | 55 | 109 | | 26 | 12,1 | 2,0 |
| | 100 | | | | | |
| 30 | 60 | 109 | 2,0 | 28 | 12,6 | 2,0 |
| | 100 | | | | | |
| 32 | 63 | | | | 13,4 | |
| | 116 | | | | | |
| 36 | 63 | | 2,5 | | 14,5 | 2,5 |
| | 116 | | | | | |
| 40 | 73 | | | 30 | 17,0 | |
| | 135 | | | | | |
| 45 | 73 | | | | | |
| | 135 | | | | 20,6 | |
| 50 | 85 | | | | | |
| | 160 | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|--|--------------|----------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Концевая фреза | | Оборудование | | табл. | | | | | |
| Эскиз инструмента | | | | 24 | | | | | |
| | | Индекс з-да | | | | | | | |
| | | матер. режущей части | матер. держ. | | | | | | |
| | | Р18 ГОСТ 9397-60 | Ст 45 | | | | | | |
| | | ВК6 ГОСТ 3882-67 | Ст 40Х | | | | | | |
| | | Обработываемый материал | | | | | | | |
| | | Легкие сплавы | | | | | | | |
| | | Оптимальные значения геометрических параметров | | | | | | | |
| Резец | М/п | σ мм | Σ мм | ω° | γ_H° | δ° | α° | φ° | φ_1° |
| 1 | 0,25-04 | 0,2-0,5 | | | | | | | |
| 2 | 0,5-08 | 0,2-3 | | | | | | | |
| 3 | 1-1,5 | 0,5-5 | 20-40 | 15 | | 5-7 | 15° | 20 | 90 |
| 4 | 1,5 | 0,5-7 | | | | | | | |
| 5 | 2-2,5 | 0,5-10 | | | | | | | |
| Р18 | | | | | | | | | |
| ВК6 | | | | | | | | | |
| ВК6 | | | | | | | | | |
| Геометрия угол резания | | Концевых фрез из быстрорежа. 1 $\alpha=4,5-5\text{мм}$, $\omega=20^\circ$ МН 1075-60; 2 $\alpha=6-10\text{мм}$, $\omega=30^\circ$ МН 1076-60; 3 $\alpha=12-16\text{мм}$, $\omega=40^\circ$ МН 1077-60; 4 $\alpha=18-25\text{мм}$, $\omega=40^\circ$ МН 1078-60; 5 $\alpha=28-50\text{мм}$, $\omega=40^\circ$ МН 1079-60 и твердого сплава $\alpha=10-16\text{мм}$, $\omega=18^\circ 30'$ МН 1083-60. | | | | | | | |
| | | Источники. Нормаль машиностроительная "Фрезы для обработки легких сплавов" "Стандартиз, 1960г | | | | | | | |

| Вспомогательный инструмент станка | | | | | |
|---|-----------------------------------|------|-------|----------|----------|
| Наименование | d | D | L | ℓ_1 | ℓ_2 |
|  <p>d (канус Морзе) $\triangleright T: 24 N45$</p> | N 2 | 45 | 209,5 | 69,5 | — |
| <p>Втулка переходная для инстру- мента с канусом Морзе К 2.479.000-04</p> | N 3 | 56 | 234 | 94 | — |
|  <p>d (Ф внутр. цанги)</p> | 5 6,7 8,5 12 16 20 | 65,5 | 199,5 | 59,5 | — |
| <p>Патрон цанговый. Диапазон зажи- ма К 2.514.000-01 $\Phi 5... \Phi 20$ К 2.469.000- $\Phi 20... \Phi 40$</p> | 20 25 30 40 | 92 | 257 | 117 | — |
|  | 22 | — | 200 | 22 | 12 |
| <p>Оправка для торцевых насадных фрез К 2.478.000-03 -04 -05</p> | 27 | — | 200 | 23 | 14 |
| | 32 | — | 202,5 | 23 | 14 |

Примечание. Для патрона К 2. 514. 000 - 01 используются дополнительные цанги с внутренним диаметром: 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19 мм.

6.2 Расчет режимов резания

В процессе обработки концевой фрезой на станке с ЧПУ различных участков сложных поверхностей глубина резания t и ширина фрезерования B существенно изменяются.

Применяем способ расчёта, предусматривающий выбор из всех обрабатываемых данной фрезой участков поверхностей основного расчётного участка. В качестве такого участка выбирают: участок с наиболее высокими требованиями к точности и шероховатости поверхности, участок с пониженной жёсткостью или участок с наибольшей длиной траектории обработки.

Результаты расчёта для основного участка после необходимой корректировки применяются для остальных не основных участков.

Изменения t и B в процессе движения фрезы по траектории происходят:

- ☐ из-за неравномерности припуска и не одинаковой высоты стенок элементов детали;
- ☐ при обработке внутренних и наружных углов контуров стенок с одинаковым припуском;
- ☐ при выполнении резания на глубину срезаемого слоя;
- ☐ при обработке сопрягающих поверхностей сложных пространственных деталей и в других случаях.

Допустимыми считаются изменения B до 30%, t до 20% на каждом обрабатываемом участке.

Способы корректировки режима резания для не основных участков:

- ☐ уменьшение подачи S_M в 2...3 раза на расстоянии 10...15 мм от места увеличения t или B ;
- ☐ для выравнивания припуска или для обеспечения постоянства t или B строят дополнительные участки траектории;
- ☐ для каждого не основного участка задают частоту вращения шпинделя более близкую к ее оптимальному значению.

Исходные данные:

- чертежи детали и заготовки;
- характеристики станка и устройства ЧПУ;
- план обработки;
- параметры фрезы, вылет фрезы относительно переходной втулки или патрона.

Расчет выполняют по данным таблиц, выбранных в справочнике:

Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник /В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др. - М.: Машиностроение, 1990. – 400 с. Таблицы приведены без изменения их номеров.

Подача на зуб S_z рассчитывается по формуле:

$$S_z = S_{zT} \times K_{SZC} \times K_{SZH} \times K_{SZR} \times K_{SZ\Phi},$$

где S_{zT} – табличное значение величины подачи.

Поправочные коэффициенты в формуле учитывают:

K_{SZC} – жёсткость технологической системы;
 K_{SZH} – материал фрезы;
 K_{SZR} – шероховатость обработанной поверхности;
 $K_{SZ\Phi}$ – форму обработанной поверхности.

Скорость резания V рассчитывается по формуле:

$$V = V_T \times K_{VM} \times K_{VI} \times K_{V\Pi} \times K_{VC} \times K_{V\Phi} \times K_{VO} \times K_{VB},$$

где V_T – табличное значение.

Поправочные коэффициенты в формуле учитывают:

K_{VM} – обрабатываемый материал;
 K_{VI} – материал фрезы;
 $K_{V\Pi}$ – состояние обрабатываемой поверхности;
 K_{VC} – жёсткость технологической системы;
 $K_{V\Phi}$ – форму обработанной поверхности;
 K_{VO} – применение СОЖ;
 K_{VB} – отношение фактической ширины фрезерования к нормативной.

Последовательность расчёта:

1. Для каждого перехода выбирают основной расчётный участок обработки и тип траектории её выполнения. Определяют глубину резания t и ширину фрезерования B для расчётного участка, а также максимальное увеличение t и (или) B на других участках данной траектории относительно значений, принятых для расчёта.
2. Рассчитывают величину подачи на зуб S_z .
3. Рассчитывают скорость резания V .
4. Определяют частоту вращения шпинделя n , обеспечивающую рассчитанную скорость резания. Принимают значение частоты вращения n с учётом характеристик станка, приведённых в приложении.
5. Рассчитывают величину минутной подачи S_m и назначают величины подачи на тех участках траектории, на которых происходит увеличение t и (или) B .

Последовательность работы с таблицами

Определяют номер группы обрабатываемости материала детали по таблице 1.

Затем определяют по таблицам:

- 107,108,109 – шифр схемы, учитывающей жёсткость технологической системы, и соответствующие поправочные коэффициенты K_{SZC} и K_{VC} ;
- 111 – подачу S_{ZT} ДЛЯ группы обрабатываемости материала детали;
- 114 – поправочные коэффициенты K_{SZH} , $K_{SZ\Phi}$, K_{SZR} с учётом соответствия обозначений

| | | | | |
|-------------|--------------|-----------|---------------|-----------|
| RZ , мкм | 320 - 160 | 160 - 80 | 80 - 40 | 10 – 6,3 |
| Ra , мкм | 50 - 25 | 25 – 12,5 | 12,5 – 6,3 | 3,2 – 1,6 |
| KSZR | 1,3 | 1,0 | 0,5 | 0,25 |

и выполняют расчёт подачи S_z .

Выбирают таблицы значений скорости резания и поправочных коэффициентов для группы обрабатываемости материала детали.

Определяют по таблицам:

125,126,127,128 – скорость резания V_T для групп обрабатываемости материала I, II, III, IV, V, VI;

1 – поправочный коэффициент K_{VM} (коэффициент K_{VM} приведён для твёрдосплавного инструмента) для групп обрабатываемости материала I, II, III, IV, V, VI;

129 – поправочные коэффициенты K_{VI} , K_{VP} , K_{VC} , K_{VF} , K_{VO} , K_{VB} для групп обрабатываемости материала I, II, III, IV, V, VI;

130,131,132,133,134,135 – скорость резания V_T для групп обрабатываемости материала VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV;

136 – поправочные коэффициенты K_{VM} , K_{VI} , K_{VP} , K_{VC} , K_{VF} , K_{VO} , K_{VB} для групп обрабатываемости материала VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV

и выполняют расчёт скорости резания V .

1. Классификация цветных и черных металлов по обрабатываемости резанием

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | K_{CM}^{*1} |
|-----------------|-----------------------|------------------|----|----------------|---------------|
|-----------------|-----------------------|------------------|----|----------------|---------------|

1. Магнневые сплавы

| | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|------------|
| 1.1. <i>Высокой прочности</i> МЛ15 | Закалка | 195—245 156—195 | — — | — — | 1,0 1,1 |
| МЛ10 МА5 | Закалка и старение Закалка | 225—235 294 | — — | — — | 1,0 0,9 |
| 1.2. <i>Средней прочности</i> МА1 | Без п/о | 165—196 | — | — | 3,0 |
| МА2 МА2-1 | | 215—245 255 176—215 | — — — | — — — | 2,5 |
| МА8 | Откиг | 215—225 | — | — | 1,8 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma M}^{*1}$ |
|-----------------|--------------------------|------------------|----|----------------|---------------------|
|-----------------|--------------------------|------------------|----|----------------|---------------------|

II. Алюминиевые сплавы

| | | | | | |
|------------------------------------|--------------------|-----------------------|---|---|-----|
| II.1. Дюралюминий Д1АМ | Отжиг | 150—240 | — | — | 1,0 |
| Д1Г Д1АТ Д1ТПП Д16, Д16-Г | Закалка и старение | ≥ 350 | — | — | |
| | | 370—380 | — | — | |
| | | 314—370 | — | — | |
| | | ≥ 360 | — | — | |
| Д16-ТПП Д16-АГ | | 450—470 ≥ 400 | — | — | |
| Д16-АМ | Отжиг | 147—245 | — | — | |
| Д20 | Отжиг | ≥ 150 | — | — | |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|----------------------------|-----------------------|-----|
| II.2. Алюминий технической чистоты АД0, АД1 | | Без т/о | 70—145 | — | — | 0,9 |
| АД1М | | Отжиг | 60 | — | — | |
| II.3. Сплавы алюминия с медью АЛ7-Т4 АЛ7-Т5 АЛ19-Т4 АЛ19-Т5 АЛ19-Т7 | | Закалка Закалка и старение Закалка Закалка и старение Закалка и отпуск | 196—206 216—225 294 333 314 | 60 70 70 90 80 | — — — — — | 0,9 |
| II.4. Сплавы алюминия с кремнием (силумины) АЛ2 АЛ2-Т2 | | Без т/о Отжиг | 147—157 137—147 | 50 50 | — — | 0,6 |
| АЛ4 АЛ4-Т1 АЛ4-Т6 | | Без т/о Старение Закалка и старение | 147 196 207—265 | 50 60 70 | — — — | 0,8 |
| АЛ9 АЛ9-Т2 АЛ9-Т4 | | Без т/о Отжиг Закалка | 157 137—167 176—186 | 50 45—50 50 | — — — | 1,1 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma M}^{*1}$ |
|--|--------------------------|-----------------------|----------|----------------|---------------------|
| II.4. Сплавы алюминия с кремнием (си- лумены) АЛ9-Т5 АЛ9-Т6 | Закалка и старение | 196 225 | 60 70 | — — | 1,1 |
| АЛ9-Т7 АЛ9-Т8 | Закалка и отпуск | 196 157 | 60 55 | — — | |
| II.5. Сплавы алюминия с марганцем АМц АМцМ | Без т/о Отжиг | 98 88 | — 30 | — — | 0,8 |
| II.6. Сплавы алюминия с магнием АМг2 | Без т/о | ≥ 176 | — | — | |
| АМг2-М | Отжиг | 137—166 176—186 | — — | — — | |
| АМг2-Н | Нагартовка | 270 | — | — | |
| АМг3 | Без т/о Отжиг | ≥ 176 156—186 | — — | — — | 2,5 |
| АМг5 АМг5-М | Без т/о Отжиг | 245—265 ≥ 274 | — — | — — | |

| | | | | | |
|---|--|----------------------------------|----------------------|---|-----|
| АМг6 | Без т/о Отжиг | 284—314 ≥314 | — | — | |
| АЛ8-Т4 | Закалка | 284 | 60 | — | |
| АЛ13 АЛ22 | Без т/о | 167—176 176—196 | 55—90 90 | — | 1,1 |
| АЛ22-Т4 АЛ27-Т4 | Закалка | 225 314 | 90 | — | |
| АЛ28 АЛ29 | Без т/о | 196—206 206 | 55 60 | — | |
| II.7. Сплавы алюминия с кремнием и магнием АВ-Т АВ-Т1 ДЛ33-Т1 | Закалка и старение | 177 265—294 265 | — | — | 1,2 |
| II.8. Сплавы алюминия с кремнием и медью АЛ3 АЛ3-Т1 АЛ3-Т2 АЛ3-Т5 | Без т/о Старение Отжиг Закалка и старение | 137—167 167 147 216—245 | 65 70 65 75 | — | |
| АЛ3-Т7 АЛ3-Т8 | Закалка и отпуск | 206 176 | 70 65 | — | 0,8 |
| АЛ5 АЛ5-Т1 | Без т/о Старение | 160 157 | 65 65 | — | |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | K_{CM}^{*1} |
|--|---|--|----------------------|------------------|---------------|
| АЛ5-Т5 АЛ5-Т6 | Закалка и старение | 196—216 225 | 70 70 | — — | 0,8 |
| АЛ5-Т7 | Закалка и отпуск | 176 | 65 | — | |
| АЛ6 АЛ6-Т2 | Без т/о Отжиг | 147 | 45 | — | |
| АЛ32 АЛ32-Т1 | Без т/о Старение | 225 196 | 70 | — | |
| АЛ32-Т5 АЛ32-Т6 | Закалка и старение | 235—255 265 | 60—70 70 | — — | |
| АЛ32-Т7 АК5М2 (АЛ3В) АК5М2-Т5 АК5М2-Т8 | Закалка и отпуск Без т/о Закалка и старение Закалка и отпуск | 225—245 118—157 206—235 147—176 | 60 65 75 65 | — — — — | 0,9 |
| II.9. Сплавы алюминия с магнием, цин- ком и медью В95-Т1 В95-Т3 | Закалка и старение | 392—510 510—569 392—525 | — — — | — — — | |

| | | | | | |
|--|--|---------|---------|---|-----|
| II.10. Сплавы алюминия с магнием, кремнием и медью | | | | | |
| АК4-1 | Закалка и старение | 370—400 | — | — | 1,1 |
| АК6 | | 360 | — | — | |
| АК6-Т | | ≥284 | — | — | |
| АК6-Т1 | | 333—363 | — | — | |
| АК6-Т1ПП | | ≥372 | — | — | |
| АК8-Т | | 323—382 | — | — | |
| АК8-Т1 | | 333—451 | — | — | |
| АК8-Т1ПП | | 441—461 | — | — | |
| II.11. Сплавы алюминия с прочими компонентами | | | | | |
| АЛ11-Т5 | Закалка и старение Закалка и отпуск Без т/о Старение Без т/о Закалка и старение Старение | 206 | 95 | — | 0,9 |
| АЛ11-Т7 | | 176 | 80 | — | |
| АЛ11 | | 176—196 | 60—80 | — | |
| АЛ25-Т1 | | 126 | 90 | — | |
| АЛ24 | | 216 | 60 | — | |
| АЛ24-Т5 | | 265 | 70 | — | |
| АЛ30-Т1 | | 196 | 90 | — | |
| III. Медь и медные сплавы | | | | | |
| III.1 Гетерогенные сплавы | | | | | |
| БРАЖ9—4 | | | | | |
| БРАЖ9—4Л | — | ≤500 | 110—150 | — | 1,0 |
| БРАМц9—2 | | 500—540 | 150—180 | — | 0,9 |
| БРАМц9—2Л | | 390 | 100 | — | 1,0 |
| | | ≤500 | ≤115 | — | — |
| | | >500 | >115 | — | 0,9 |
| БРАЖМц10—3—1,5 | | 440 | 110 | — | 1,0 |
| | | 530—590 | 130—200 | — | 0,8 |
| | | 588 | 170 | — | |
| БРАЖН10—4—4 | | | 170—220 | — | — |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{0,1}$ |
|---|--|-------------------------------|-------------------------------|----------------|------------|
| III.1. Гетерогенные сплавы | | | | | |
| ВрАЖН10—4—4—Л | | — | 150—200 | — | 0,8 |
| БрОФ7—0,2 | | 340—500 500—570 | 70—150 150—180 | — | 1,0 0,9 |
| БрОФ10—1 | — | 215—245 | 90 | — | 1,0 |
| ЛЖМц59—1—1 | | 440—500 | — | — | |
| ЛС59—1, Л68 | | 300—500 | — | — | |
| Л63, Л63М | | 300—450 | — | — | |
| БрБ2 | Отжиг Закалка и отжиг Нагартовка | 390—590 640—880 735—980 | ≥ 100 ≥ 150 — | — | 0,6 |
| НМК ЖМц30—4—2—1 | Нагартовка | 686—780 780—980 | 300—350 350—400 | — | 0,7 0,6 |
| III.2. Свинцовистые сплавы при основной гетерогенной структуре | | | | | |
| БрОС10—10 | — | 196 | 65 | — | 1,3 |
| ЛМцОС58—2—2—2 | | 205 | 80 | — | |
| БрАЖС8—2—2 | | 180 | 75 | — | |
| БрОСН10—2—2—3 | | 205 | 85 | — | |
| III.3. Гомогенные сплавы | | | | | |
| БрА5 | | — | 60 | — | |
| БрА7 | | — | 70 | — | |
| БрОЦ4—3 | — | — | 70—80 | — | |

| | | | | | |
|--|--|--------------------------|---|----------------------|--------------------------------|
| ВрОФ6,5—0,4 | | | | | |
| III.4. Сплавы с содержанием свинца менее 10% при основной гомогенной структуре | БрКМцЗ—1 | 340—390 470—490 | — | 85 | 1,7 |
| | БрОФ6,5—0,15 | 245—340 360—440 | — | 60—70 80—130 | — |
| | | 176 196 180 196 | — | 60 65 70 65 | 2,2 |
| III.5. Медь М1, М1Р М2, М2Р М3, М3М М4 | | 186—196 | — | 50—80 | 2,6 |
| III.6. Сплавы с содержанием свинца более 15% | БрОЦС4—4—17 БрОС7—17 БрМцС8—20 БрОЦ5—25 | — | — | 35—40 | 4,0 |
| IV. Чугуны | | | | | |
| IV.1. Серые СЧ10 СЧ15 | — | ≥100 ≥145 | — | 120—140 140—160 | 5,42—5,05 5,05—4,74 1,45 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | HB | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma_M}^{*1}$ |
|---|--------------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|
| IV.1. <i>Серые</i> СЧ18 СЧ20 | — | ≥ 175 ≥ 200 | 180—200 | 4,48—4,26 | 1,25 1,00 |
| СЧ21 СЧ24 | | ≥ 206 ≥ 235 | 170—241 | — | 0,89 |
| СЧ25 | | ≥ 245 | 180—250 | — | 0,83 |
| СЧ30 СЧ35 | | ≥ 294 ≥ 310 | 181—255 240—260 | — 3,91—3,76 | 0,71 |
| IV.2. <i>Ковкие</i> КЧ 30—6 КЧ 33—8 КЧ 37—12 | — | — — — | 100—120 120—140 110—160 | 5,87—5,42 5,42—5,08 — | 1,66 |
| КЧ 32—12 КЧ 35—4 КЧ 40—3 | | — — — | 140—150 150—180 180—200 | 5,06—4,74 4,74—4,48 4,48—4,26 | 1,34 1,06 0,89 |
| IV.3. <i>Легированные</i> ЧН15Д7 ХМ | — | 150 — | 120—250 HRC _a 98— 107 | — 3,5—3,9 | 0,89 0,72 |

V. Углеродистые стали

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|-------------------------------------|
| V.1. Конструкционные ($C \leq 0,5\%$) общего назначения Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 | — | 295—395 395—492 492—590 | 77—107 107—138 138—169 | 6,6—5,7 5,7—5,08 5,08—4,62 | 2,1 1,8 1,4 |
| V.2. Качественные 10, 15, 20, 20Л, 25, 30, 35, 35Л, 40, 45, 50, 55, 60 | — | 590—690 690—750 750—850 850—980 980—1080 | 169—200 200—223 223—248 248—288 288—317 | 4,62—4,26 4,26—4,05 4,05—3,85 3,85—3,59 3,59—3,42 | 1,1 1,0 0,8 0,68 0,56 |
| V.3. Повышенной и высокой обрабатываемости резанием А12, А15, А15Г, А20, А30, А50 | — | 395—492 492—590 590—690 690—750 750—850 | 107—138 138—169 169—200 200—223 223—248 | 5,7—5,08 5,08—4,64 4,64—4,26 4,26—4,05 4,05—3,85 | 2,2 1,68 1,3 1,2 0,96 |
| V.4. Конструкционные качественные и инструментальные ($C > 0,6\%$) 65, 70 У7, У8, У9, У9А, У10, У10Г, У12, У13 | — | 590—690 690—750 750—850 850—980 980—1080 | 169—200 200—223 223—248 248—288 288—317 | 4,62—4,26 4,26—4,05 4,05—3,85 3,85—3,59 3,59—3,42 | 0,8 0,67 0,52 0,41 0,34 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma M}^{*1}$ |
|--|--------------------------|---|--|---|---|
| VI. Легированные стали | | | | | |
| VI.1.1. Низколегированные: VI.1.1.1. Хромистые 15X, 15XA, 20X, 35X, 38XA, 40X, 45X, 50X, ШХ15 | — | 395—492 492—590 590—690 690—787 787—886 886—980 980—1080 | 116—146 146—174 174—203 203—230 230—262 262—288 288—317 | 5,54—4,95 4,95—4,56 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,76 3,76—3,58 3,58—3,42 | 1,61 1,1 0,85 0,67 0,53 0,43 0,36 |
| VI.1.2. Никелевые 25Н, 25НЗ, 30Н, 40Н | — | 395—492 492—590 590—690 690—787 787—886 886—980 | 116—146 146—174 174—203 203—230 230—260 260—288 | 5,54—4,95 4,95—4,56 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,76 3,76—3,58 | 1,83 1,3 1,0 0,83 0,67 0,58 |
| VI.1.3. Марганцовистые 15Г, 20Г, 30Г, 40Г, 50Г, 60Г, 65Г, 70Г, 30Г2, 35Г2, 40Г2, 45Г2, 50Г2 | — | 395—492 492—590 590—690 690—787 787—886 886—980 980—1080 1080—1176 | 160—200 200—233 233—260 260—275 275—286 286—292 292—317 317—345 | 4,7—4,27 4,27—4,1 4,1—3,8 3,8—3,65 3,65—3,58 3,58—3,55 3,55—3,4 3,4—3,25 | 1,4 1,04 0,8 0,67 0,53 0,47 0,4 0,33 |

| | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|
| VI.1.4. Хромоарганцовистые, хромоаргандовистокремнистые 15ХГ, 20ХГ, 40ХГ, 35ХГ2, 16ГТЛ, 18ХГТ, 20ХГС, 20ХГСА, 25ХГС, 25ХГСА, 30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА, 35ХГСЛ, 38ХГСЛ, 45ХГСЛ | — | 490—590 590—690 690—784 784—882 882—980 980—1080 1080—1176 | 146—174 174—203 203—230 230—260 260—288 288—317 317—345 | 4,95—4,56 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,76 3,76—3,58 3,58—3,42 3,42—3,28 | 0,91 0,70 0,58 0,47 0,41 0,35 0,29 |
| VI.2. Среднелегированные: VI.2.1. Хромоникелевые 12ХН3, 12ХН3А, 12ХН4, 12ХН4А, 12Х2Н4, 12Х2Н4А, 20Х2Н4, 20Х2Н4А, 37ХН3А | — | 395—492 492—590 590—690 690—787 787—886 886—980 980—1080 1080—1176 | 116—146 146—174 174—203 203—230 230—260 260—288 288—317 317—345 | 5,54—4,95 4,95—4,56 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,76 3,76—3,58 3,58—3,42 3,42—3,28 | 1,67 1,23 0,95 0,80 0,58 0,55 0,47 0,39 |
| VI.2.2. Хромолибденовые, хромоникельмолибденовые, хромолибденоалюминиевые 35ХМА, 38ХМ, 38ХМА, 32ХНМ, 35ХНМ, 40ХНМА, 40ХН2МА, 35ХМЮА, 38ХМЮА, 38Х2МЮА, 40ХН2ВА | — | 590—690 690—784 784—882 882—980 980—1080 1080—1176 | 174—203 203—230 230—260 260—288 288—317 317—345 | 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,76 3,76—3,58 3,58—3,42 3,42—3,28 | 0,80 0,61 0,55 0,50 0,45 0,34 |

Продолжение табл. 1

| Марка материал | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma_M}^{*1}$ |
|--|--|---|--|--|--|
| VI.2.3. Рессорно-пружинные 60C2A 65C2BA | Закалка и отпуск | 1670 1860 | 269—300 285—321 | 3,5—3,7 3,6—3,4 | 0,41 0,35 |
| VI.2.4. Стали, содержащие хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий 12X2HВФА, 12X2HВФМА, 15XHНМФА, 18XHНВА, 18XHНМА, 18X2H4МА, 20XHНФА, 25XHНВА, 23X2HМФА, 23X2HВФА, 25XHНВА, 50XФЛ | — | 590—690 690—784 784—882 980—1080 1080—1130 1130—1270 | 174—203 203—230 230—260 288—317 — — | 4,56—4,23 4,23—3,99 3,99—3,58 3,58—3,42 3,3—3,0 3,2 | 0,80 0,66 0,47 0,40 0,34 0,31 |
| VI.3. Инструментальные ХВГ | Отжиг или высокий отпуск Закалка | — — | ≤ 255 HRC ₉ 62 | $\geq 3,8$ — | 0,47 0,17 |
| P9Ф5 | Отжиг Закалка и отпуск | — — | ≤ 269 HRC ₉ 63 | $\geq 3,7$ — | 0,41 0,17 |
| VII. Теплоустойчивые стали | | | | | |
| 12X1МФ (12XМФ) 15X5М, 15X6CЮ X6CM, 34XH3М | Отжиг | ≤ 730 ≥ 650 600—800 | ≤ 217 ≥ 180 174—235 | $\geq 4,1$ $\leq 4,55$ 4,55—3,95 | 2,0 1,8 |

| | | | | | |
|--|------------------|----------|---------|-----------|-----|
| 20X3MBФ (ЭИ415) 20X3MBФ-III (ЭИ415-III) | Закалка и отпуск | 880—1300 | 262—363 | 3,75—3,2 | 1,4 |
| | | 900—1000 | 262—285 | 3,75—3,6 | 1,2 |
| 30X2H2MФА | | | | | |
| 25X2H4MA (25X2H4BA) 34XH3MФ 45X2M, 45X2MФА | Отжиг | 900—1000 | 262—285 | 3,75—3,6 | 1,2 |
| | | 600—800 | 174—235 | 4,35—3,95 | |
| | | 900—1000 | 262—285 | 3,75—3,6 | |

VIII. Коррозионно-стойкие стали

| | | | | | |
|--|--|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|
| 03X12H10MT 03X26H6T (BHC48, ЭК65) 07X16H6 (X16H6, ЭП288) 09X15H8Ю (X15H9Ю, ЭИ904) 09X15H9Ю | Закалка и отпуск Нормализация Нормализация и отпуск Закалка | 970—1050 ≥ 680 ≥ 1000 | 277—302 ≥ 212 ≥ 285 | 3,65—3,5 ≤ 4,15 ≤ 3,6 | 1,2 0,8 1,0 |
| | | 700—1100 | 212—311 | 4,15—3,45 | 0,9 |
| 09X16H4Б (1X16H4Б, ЭП56) X15H5MФБ | Закалка и отпуск | 1000—1300 1300—1700 ≥ 1700 | 285—363 363—460 ≥ 460 | 3,6—3,2 3,2—2,85 ≤ 2,85 | 1,1 0,6 0,3 |
| | | 1200 | 341 | 3,4 | 0,7 |
| X17H5M3 12X15H9Ю 12X17Г9АН4 (X17Г9АН4, ЭИ878) 12X21H5Т (1X12H5Т, ЭИ811) | Закалка | 700—1100 ≥ 700 686—780 ≥ 700 | 212—311 ≥ 212 212—229 ≥ 212 | 4,15—3,45 ≤ 4,15 4,14—4,0 ≤ 4,14 | 0,9 0,9 0,95 0,9 |
| | | | | | |
| 30X13 (3X13), 40X13 (4X13) | Закалка и отпуск | ≤ 750 750—1100 | ≤ 225 225—311 | ≥ 4,05 4,05—3,45 | 1,3 1,0 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп.}$, мм | $K_{\sigma_M}^{*1}$ |
|--|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 95X18 (9X18, ЭИ229) 95X18-Ш (9X18-Ш, ЭИ229-Ш) | Отжиг Отжиг Закалка и отпуск | 1100—1400 700—950 ≥ 1900 | 311—388 212—269 ≥ 550 | 3,45—3,1 4,15—3,7 $\leq 2,6$ | 0,6 0,9 0,24 |
| IX. Жаропрочные деформируемые стали | | | | | |
| 08X15H24B4TP | | ≥ 700 | ≥ 212 | $\leq 4,15$ | 0,6 |
| 10X11H20T2P (X12H20T2P, ЭИ696A) 10X11H20T3P (X12H20T3P, ЭИ696) 10X11H23T3MP (X12H22T3MP) 10X11H23T3MP-BД (X12H22T3MP-BД) | Закалка и старение | ≥ 880 | ≥ 262 | $\leq 3,75$ | 0,45 |
| 10X12HBMΦA 11X11H2B2MΦ | | ≤ 882 ≥ 750 | ≤ 262 ≥ 223 | $\geq 3,75$ $\leq 4,05$ | 1,1 1,3 |
| 13X11H2B2MΦ (1X12H2BMΦ, ЭИ691) 13X11H2B2MΦ-Л (ЭИ691-Л) | Закалка и отпуск | ≥ 882 | ≥ 262 | $\leq 3,75$ | 1,3 |
| 13X12HBMΦA 13X14H3BMΦ | | 882—1225 930—1030 | 262—352 269—302 | 3,75—3,25 3,7—3,5 | 1,1 |
| 13X14H3B2ΦP (X14HBMΦP, ЭИ736) 13X14H3B2ΦP-Л (ЭИ736-Л) | | 880—1200 | 255—341 | 3,8—3,3 | 1,0 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|------------------|-----------------|--------------------|------------|
| 15X12BHMF (1X12BHMF, ЭИ802) | Закалка и отпуск | 750 | 223 | 4,05 | 0,9 |
| 15X12H2MBФAB (1X12H2MBФAB) 15X12H2MBФAB-III (1X12H2MBФAB-III) | | 1030 | 297 | 3,53 | 0,9 |
| 15X16H2AM (1X16H2AM, ЭП479) 15X15H2AM-III (1X16H2AM-III) | | ≥1000 | ≥285 | ≤3,6 | 1,0 |
| 16X11H2B2MF (2X12H2B2MF, ЭИ962A) | Нормализация, за- калка и отпуск | ≤1000 | ≤285 | ≥3,6 | 1,3 |
| 37X12H8Г8МФБ (4X12H8Г8МФБ) 37X12H8Г8МФБ-III (4X12H8Г8МФБ-III) | Закалка и старение | 900—1120 | 262—321 | 3,75—3,4 | 0,65 |
| 45X14H14B2M (4X14H14B2M, ЭИ69) 45X14H14C2M (ЭИ240) | | 720 ≥680 | 217 ≥212 | 4,1 ≤4,15 | 0,8 |
| Х. Коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные деформируемые стали | | | | | |
| Х.1. Коррозионно-стойкие и жаростой- кие 12X18H9 (1X18H9, X18H9, ЭЯ1) 12X18H10 (X18H10) | Закалка | 540—610 686 | 145—175 212 | 5,0—4,55 4,15 | 1,0 0,9 |
| Х.2. Коррозионно-стойкие и жаропроч- ные 20X13 | Закалка и отпуск | ≤750 750—1100 | ≤225 225—311 | ≥4,05 4,05—3,45 | 1,3 1,0 |
| 14X17H2 (1X17H2, ЭИ268) | Отжиг Закалка и отпуск | 1100—1400 | 311—383 | 3,45—3,1 | 0,6 |
| | | 900—1100 | 262—311 | 3,75—3,45 | 1,0 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая сборботка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | K_{CM}^{*1} |
|---|--------------------------|---|--|---|-------------------------------------|
| Х.3. Жаростойкие и жаропрочные 10Х23Н18 (0Х23Н18) 20Х23Н18 (Х23Н18, ЭИ417) | Закалка | 500—600 | 146—190 | 4,95—4,3 | 1,2 |
| 12Х25Н16Г7АР (Х25Н16Г7АР, ЭИ835) | Закалка и старение | ≥ 800 | ≥ 235 | $\leq 3,96$ | 0,43 |
| Х.4. Коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные 12Х13 (1Х13) | Закалка и отпуск | ≥ 600 | ≥ 174 | $\leq 4,55$ | 1,4 |
| 12Х18Н9Т (1Х18Н9Т, Х18Н9Т) 12Х18Н10Т (1Х18Н10Т, Х18Н10Т) | Закалка | 540—610 | 143—175 | 5,0—4,55 | 1,0 |
| Х1. Жаропрочные и жаростойкие деформируемые сплавы на никелевой основе | | | | | |
| ХН28МАБ (Х21Н28В5МЗБАР) | Закалка | ≥ 900 | ≥ 262 | $\leq 3,75$ | 0,35 |
| ХН35ВТ (ЭИ612) ХН35ВТЮ (ЭИ787) | Закалка и старение | 882—931 | 262—269 | 3,75—3,7 | |
| ХН38ВТ (ЭИ703) ХН45МВТЮБР ХН50ВМТЮБ-ВИ (ЭП648-ВИ) ХН50ВМТЮБР-ВД ХН51ВМТЮКФР (ЭП220) | Закалка | 540—750 833—980 ≥ 780 931—1029 1000—1039 | 149—223 248—285 ≥ 229 269—302 297—302 | 4,9—4,05 3,85—3,6 $\leq 4,0$ 4,0—3,5 3,53—3,5 | 0,45 0,35 0,4 0,35 0,32 |

| | | | | | |
|--|--------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|
| ХН55ВМТЮ (ЭИ929) ХН55ВМТЮ-ВД (ЭИ929-ВД) | Закалка и старение | 1000—1300 | 285—363 | 3,6—3,2 | 0,24 |
| ХН56ВТ | Закалка | 833—882 | 248—262 | 3,85—3,75 | 0,35 |
| ХН56ВМКЮ (ЭП109) ХН56ВМКЮ-ВД (ЭП109-ВД) ХН56ВМТЮ (ЭП199) | Закалка и старение | 1000—1300 900—1000 | 285—363 262—285 | 3,6—3,2 3,75—3,6 | 0,24 0,2 |
| ХН60В, ХН50ВТ (ЭИ868) | Закалка | ≥ 750 | ≥ 223 | $\leq 4,05$ | 0,45 |
| ХН60МВТЮ (ЭП487) | Закалка и старение | 911—1098 | 265—321 | 3,75—3,5 | 0,35 |
| ХН62МВКЮ (ХН62ВМКЮ, ЭИ867) ХН62МВКЮ-ВД (ХН62ВМКЮ-ВД) | Закалка и старение | 1100—1250 | 311—352 | 3,45—3,25 | 0,15 |
| ХН65ВМТЮ (ЭИ893) ХН65ВМТЮ-ВД (ЭИ893-ВД) ХН67МВТЮ (ЭП202) | | 850—1000 ≥ 1000 | 248—285 ≥ 285 | 3,85—3,6 $\leq 3,6$ | 0,2 0,15 |
| ХН70Ю (ЭИ652) | Закалка | ≥ 750 | ≥ 223 | $\leq 4,05$ | 0,45 |
| ХН70ВМТЮ (ЭИ617) ХН70МВТЮБ (ЭИ598) | Закалка и старение | ≥ 1000 1000 | ≥ 285 285 | $\leq 3,6$ 3,6 | 0,2 0,24 |
| ХН73МТЮ ХН73МБТЮ (ЭИ698) ХН73МБТЮ-ВД (ЭИ698-ВД) | Закалка и старение | 950—1225 | 269—341 | 3,7—3,3 | 0,3 |
| ХН75ВМЮ (ЭИ827) | | 950—1180 | 269—341 | 3,7—3,3 | 0,15 |

Продолжение табл. 1

| Марка материала | Термическая обработка | σ_B , МПа | НВ | $d_{отп}$, мм | $K_{\sigma_M}^{*1}$ |
|---|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|
| ХН75МБТЮ (ЭИ602) | Закалка | 750—900 | 223—262 | 4,05—3,75 | 0,35 |
| ХН77ТЮР (ЭИ437Б) ХН77ТЮР-ВД (ЭИ437-ВД) ХН77ТЮРУ (ЭИ437БУ) ХН77ТЮРУ-ВД (ЭИ437БУ-ВД) | Закалка и старение | 833—1096 | 248—321 | 3,85—3,4 | 0,32 |
| ХН78Т (ЭИ435) | Закалка | 730—780 | 217—229 | 4,1—4,0 | 0,4 |
| ХII. Жаропрочные литейные сплавы на никелевой основе | | | | | |
| ХII.1. ВНЛ-1 | Закалка и отпуск | 1000—1170 | 285—341 | 3,6—3,3 | 0,3 |
| ВНЛ-3 | Закалка и старение | 1250—1300 | 352—363 | 3,25—3,2 | 0,24 |
| ХII.2. ВХ9Л-ВИ | | 780 | 229 | 4,0 | |
| ВХ4Л | Отжиг | 1100 | 311 | 3,45 | 0,2 |
| ХII.3. ВЖЛ-2 ВЖЛ-1, ВЖЛ-8 ВЖЛ-12У | Закалка | 735 666—784 833 | 217 212—229 248 | 4,1 4,15—4,0 3,85 | 0,12 |
| ХII.4. ЖС3-ДК, ЖС6, ЖС6-К ЖС6У-БИ | Закалка и старение | 882—931 883 | 262—269 248 | 3,75—3,6 3,85 | 0,1 |
| ЖС6-КП | Закалка | 950—1100 | 269—311 | 3,7—3,45 | |

ХIII. Сплавы на титановой основе

ХIII.1. Повышенной пластичности

ВТ1, ВТ1-1, ВТ1-2
ОТ4-0, ОТ4-1

| Отжиг | 450—700 588—882 | 126—212 167—262 | 5,3—4,15 4,65—3,75 | 1,2 0,8 |
|-------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|
|-------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|

ХIII.2. Средней прочности

ОТ4, ВТ4, ВТ4-1
ВТ5, ВТ5-1

| Отжиг | 588—1029 | 167—302 | 4,65—3,5 | 0,8 |
|-------|----------|---------|----------|-----|
|-------|----------|---------|----------|-----|

ВТ5Л
ВТ6, ВТ6С, ВТ20
ВТ6Л, ВТ20Л

| | | | | |
|--------------------|----------|---------|-----------|-----|
| Без термообработки | 588—1029 | 167—302 | 4,65—3,5 | 0,6 |
| Отжиг | 833—1150 | 248—331 | 3,85—3,35 | |
| Без термообработки | 882—1150 | 262—331 | 3,75—3,35 | |

ХIII.3. Высокой прочности

ОТ4-2, ВТ14, ВТ14Л

| Отжиг | 820—1100 | 241—311 | 3,9—3,45 | 0,6 |
|-------|----------|---------|----------|-----|
|-------|----------|---------|----------|-----|

ВТ15, ВТ16, ВТ22

| | | | | |
|--------------------|-----------|---------|-----------|------|
| Закалка и старение | 1100—1350 | 311—375 | 3,45—3,15 | 0,48 |
|--------------------|-----------|---------|-----------|------|

ХIII.4. Жаропрочные

ВТ3-1, ВТ8, ВТ9, ВТ18

| | | | | |
|---------------------------|----------|---------|---------|-----|
| Отжиг, закалка и старение | 950—1200 | 269—341 | 3,7—3,3 | 0,4 |
|---------------------------|----------|---------|---------|-----|

ХIV. Высокопрочные стали *2

28ХЗСНМВФА
30Х2ГСН2ВМ

| | | | | |
|------------------|--------|-------|--------|------|
| Закалка и отпуск | ≥ 1600 | ≥ 450 | ≤ 2,88 | 0,44 |
|------------------|--------|-------|--------|------|

33ХЗСНМВФА
38ХЗСНМВФА

| | | | | |
|------------------|------|-----|------|------|
| Закалка и отпуск | 1700 | 460 | 2,85 | 0,36 |
|------------------|------|-----|------|------|

38Х5МСФА
42Х2ГСНМ
43ХЗСНМВФА

| | | | | |
|---------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|
| Закалка | 1950 1900 2100 | — — — | — — — | 0,25 0,28 0,24 |
|---------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|

ВНЛ-6

| | | | | |
|------------------|------|---|---|-----|
| Закалка и отпуск | 2000 | — | — | 0,2 |
|------------------|------|---|---|-----|

*1 Коэффициенты обрабатываемости по скорости резания приведены для твердосплавного инструмента.

*2 Высокопрочными считаются стали с $\sigma_R \geq 1600$ МПа

Шифр типовой схемы, применяемой
для учёта жёсткости технологической системы (из таблиц 107 и 108)

| Размеры стола станка Мощность электродвигателя | Диаметр фрезы | Шифр типовой схемы | | | | | |
|--|------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | I | II | III | IV | V | VI |
| | | Отношение вылета фрезы (от переходной втулки до торца) к её диаметру | | | | | |
| $b \times \ell \geq 320 \times 1200$ мм N = 7 кВт | 15 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| | 30 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 8,0 |
| | 60 | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | — | — |
| | св.60 | — | 2,0 | — | — | — | — |
| $b \times \ell \geq 250 \times 1200$ мм N = 4,5...7 кВт | 15 | — | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| | 30 | — | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| | 60 | — | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | — |
| | св.60 | — | 2,0 | — | — | — | — |
| $b \times \ell \geq 250 \times 1000$ мм N = 2,8...4,5 кВт | 15 | — | — | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| | 30 | — | — | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 |
| | 60 | — | — | 3,5 | 4,0 | 5,0 | 6,0 |
| | св.60 | — | — | 2,0 | — | — | — |
| $b \times \ell \geq 180 \times 600$ мм N = 2,8 кВт | 15 | — | — | — | 1,5 | 2,0 | 3,0 |
| | 30 | — | — | — | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| | 60 | — | — | — | 3,5 | 4,0 | 5,0 |
| | св.60 | — | — | — | — | 1,5 | — |

Поправочные коэффициенты на подачу и скорость резания
в зависимости от жёсткости технологической системы (из таблицы 109)

| Шифр типовой схемы | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| I | | II | | III | | IV | | V | | VI | |
| K_{Szc} | K_{Vc} | K_{Szc} | K_{Vc} | K_{Szc} | K_{Vc} | K_{Szc} | K_{Vc} | K_{Szc} | K_{Vc} | K_{Szc} | K_{Vc} |
| 1,2 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,75 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,35 |

Примечание. При обработке тонкостенных деталей с толщиной
до 3 мм $K_{Szc} = 0,25$ и $K_{Vc} = 0,3$.

**111. Подача на зуб S_{zT} (в мм) при фрезеровании
концевыми фрезами из быстрорежущих сталей**

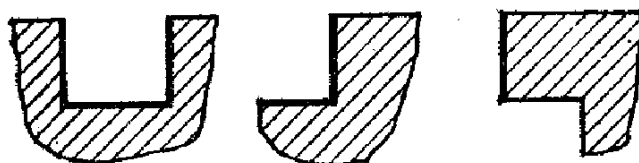
| Группа материалов | Диаметр фрезы D , мм | Глубина резания t , мм | | | | | |
|-------------------|------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 3 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 |
| I—IV | 10 | 0,10 | 0,08 | — | — | — | — |
| | 16 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | — | — | — |
| | 20 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | — | — | — |
| | 25 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | — | — | — |
| | 30 | 0,22 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | — |
| I—IV | 40 | 0,25 | 0,22 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | — |
| | 50 | 0,30 | 0,25 | 0,22 | 0,18 | 0,15 | 0,12 |
| V—X | 10 | 0,07 | 0,05 | 0,04 | — | — | — |
| | 16 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,05 | — | — |
| | 20 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | — |
| | 25 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,07 | — |
| | 30 | 0,18 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,07 |
| | 40 | 0,20 | 0,18 | 0,14 | 0,12 | 0,10 | 0,08 |
| | 50 | 0,25 | 0,21 | 0,18 | 0,14 | 0,12 | 0,10 |
| XI—XIII | 10 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | — | — | — |
| | 16 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | — | — |
| | 20 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | — |
| | 25 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | — |
| | 30 | 0,13 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 |
| | 40 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
| | 50 | 0,20 | 0,17 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,09 |

Пр и м е ч а н и е. Поправочные коэффициенты K_{S_z} см. табл. 114.

**114. Поправочные коэффициенты на подачу при фрезеровании
(см. табл. 110—113)**

| Материал инструмента | Быстрорежущая сталь | | Твердый сплав | |
|--------------------------------|---------------------|--------------|------------------|--------|
| $K_{S_{zH}}$ | 1,0 | | 0,85 | |
| Вид обрабатываемой поверхности | Плоскость, уступ | Газ, колодец | Фасонный профиль | |
| Коэффициент $K_{S_{z\phi}}$ | 1,0 | 0,66 | 0,57 | |
| R_z , мкм | 320—160 | 160—80 | 80—40 | 10—6,3 |
| $K_{S_{zR}}$ | 1,3 | 1,0 | 0,5 | 0,25 |

125. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании магниевых и алюминиевых сплавов I, II групп концевыми фрезами из быстрорежущих сталей



| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерова- ния B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| | | | 0,05 | 0,08 | 0,12 | 0,18 | 0,29 | 0,36 | 0,4 |
| 12 | 12—40 | 1,5 | 127 | 92 | 72 | 59 | 47 | — | — |
| | | 3,0 | 121 | 87 | 68 | 56 | 44 | — | — |
| | | 5,0 | 113 | 81 | 63 | 52 | 41 | — | — |
| 16 | 12—40 | 1,5 | 150 | 108 | 85 | 69 | 55 | — | — |
| | | 4,5 | 135 | 97 | 76 | 62 | 50 | — | — |
| | | 6,0 | 130 | 94 | 74 | 60 | 48 | — | — |
| 20 | 12—40 | 1,5 | 174 | 125 | 98 | 81 | 64 | 55 | — |
| | | 4,5 | 148 | 106 | 83 | 68 | 54 | 47 | — |
| | | 6,0 | 143 | 103 | 80 | 66 | 53 | 45 | — |
| 25 | 15—50 | 1,5 | 204 | 147 | 115 | 94 | 75 | 60 | 55 |
| | | 4,5 | 184 | 132 | 103 | 85 | 68 | 57 | 53 |
| | | 6,0 | 178 | 128 | 100 | 82 | 65 | 56 | 52 |
| 32 | 15—50 | 1,5 | 237 | 170 | 133 | 110 | 87 | 75 | 68 |
| | | 4,5 | 214 | 154 | 120 | 99 | 79 | 65 | 62 |
| | | 6,0 | 207 | 149 | 116 | 96 | 76 | 63 | 60 |
| 40 | 18—60 | 2,0 | 268 | 193 | 151 | 124 | 98 | 85 | 78 |
| | | 4,0 | 248 | 179 | 140 | 115 | 91 | 79 | 72 |
| | | 6,0 | 238 | 171 | 134 | 110 | 88 | 75 | 69 |
| | | 8,0 | 230 | 166 | 130 | 106 | 85 | 73 | 67 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_0 см. табл. 129.

126. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании медных сплавов III группы концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,24 | 0,30 |
| 16 | 12—40 | 3,5 | 79 | 75 | 70 | — | — | — | — |
| 20 | 12—40 | 3,5 | 86 | 81 | 76 | 72 | — | — | — |
| | | 6,0 | 77 | 72 | 68 | 64 | 60 | — | — |
| 25 | 15—50 | 3,5 | 93 | 87 | 82 | 78 | 73 | 69 | — |
| | | 6,0 | 82 | 78 | 73 | 69 | 65 | 61 | — |
| 32 | 15—50 | 3,5 | 89 | 83 | 79 | 74 | 70 | 66 | 62 |
| | | 6,0 | 79 | 74 | 70 | 66 | 62 | 59 | 55 |
| 40 | 18—60 | 3,5 | 96 | 91 | 86 | 81 | 76 | 72 | 68 |
| | | 6,0 | 86 | 81 | 76 | 72 | 68 | 64 | 60 |
| | | 8,0 | 76 | 72 | 68 | 64 | 60 | 57 | 53 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_v см. табл. 129.

127. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании чугунов IV группы концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,18 | 0,24 | 0,30 |
| 16 | 20—30 | 3,5 | 48 | 46 | 43 | 40 | — | — | — |
| 20 | 20—30 | 3,5 | 54 | 51 | 48 | 45 | 42 | — | — |
| | | 6,0 | 44 | 41 | 39 | 37 | 34 | — | — |
| 25 | 20—30 | 3,5 | 63 | 59 | 56 | 52 | 49 | 47 | 45 |
| | | 6,0 | 51 | 48 | 46 | 43 | 41 | 38 | 35 |
| 32 | 20—30 | 3,5 | 60 | 58 | 56 | 53 | 50 | 47 | 45 |
| | | 6,0 | 52 | 49 | 46 | 43 | 41 | 39 | 36 |
| 40 | 20—30 | 3,5 | 74 | 71 | 66 | 62 | 58 | 55 | 52 |
| | | 6,0 | 61 | 57 | 54 | 51 | 48 | 45 | 42 |
| | | 8,0 | 50 | 47 | 44 | 42 | 39 | 37 | 34 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_v см. табл. 129.

128. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании углеродистых и легированных сталей V, VI групп концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,12 | 0,15 | 0,20 |
| 16 | 12—40 | 3,5 | 69 | 61 | 55 | — | — | — |
| 20 | 12—40 | 3,5 | 75 | 67 | 60 | 53 | — | — |
| | | 6,0 | 61 | 55 | 48 | 43 | — | — |
| 25 | 15—50 | 3,5 | 80 | 72 | 64 | 57 | 50 | 44 |
| | | 6,0 | 66 | 58 | 52 | 46 | 41 | 36 |
| 32 | 15—50 | 3,5 | 78 | 70 | 62 | 55 | 48 | 43 |
| | | 6,0 | 64 | 57 | 51 | 45 | 40 | 35 |
| 40 | 18—60 | 3,5 | 84 | 75 | 66 | 59 | 52 | 46 |
| | | 6,0 | 70 | 62 | 55 | 49 | 43 | 38 |
| | | 8,0 | 57 | 50 | 45 | 40 | 35 | 31 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_v см. табл. 129.

129. Поправочные коэффициенты на скорость резания при фрезеровании концевыми фрезами (см. табл. 125—128)

| | | | | |
|------------------------|-------------------|--------------|---------|-----|
| K_{vM} | См. ч. I, табл. 1 | | | |
| Материал инструмента | P9K5, P6M5K5 | P9M4K8 | P9M4K8Ф | БК8 |
| $K_{сн}$ | 1,0 | 1,1 | 1,15 | 2,0 |
| Состояние поверхности | С коркой | Без корки | | |
| K_{vII} | 0,8; 0,9 *1 | 1,0 | | |
| Обрабатываемый элемент | Плоскость, уступ | Паз, колодец | | |
| $K_{вф}$ | 1,0 | 0,57 | | |
| Условия обработки | С СОЖ | Без СОЖ | | |

| K_{v0} | 1,2 | | 1,0 | |
|---|------|-------|-------|-----|
| Ширина фрезерования при обработке материалов I—IV групп, мм | 20 | 20—30 | 30—45 | 45 |
| K_{vB} | 1,12 | 1,0 | 0,89 | 0,8 |
| Ширина фрезерования при обработке сталей V, VI групп, мм | 10 | 10—30 | 30 | |
| K_{vB} | 1,13 | 1,0 | 0,89 | |

*1 Поправочный коэффициент при фрезеровании цветных сплавов I—III групп.

130. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании сталей VII—X групп с $\sigma_B \leq 1000$ МПа концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,17 |
| 5 | 2,0—2,5 | 2,0 | 75 | 68 | 62 | — | — | — | — |
| | | 4,0 | 61 | 56 | 51 | — | — | — | — |
| 10 | 3,0—5,0 | 2,0 | 82 | 75 | 68 | 62 | 56 | — | — |
| | | 4,0 | 67 | 61 | 55 | 50 | 46 | — | — |
| | | 6,0 | 60 | 55 | 50 | 45 | 41 | — | — |
| 15 | 3,0—5,0 | 2,0 | 83 | 75 | 69 | 62 | 55 | 46 | — |
| | | 4,0 | 67 | 61 | 56 | 51 | 45 | 41 | — |
| | | 6,0 | 61 | 55 | 50 | 46 | 40 | 36 | — |
| | | 10,0 | 55 | 50 | 45 | 41 | 36 | 31 | — |
| 20 | 5,0—7,0 | 2,0 | — | 84 | 76 | 69 | 63 | 56 | 51 |
| | | 4,0 | — | 68 | 61 | 56 | 51 | 46 | 42 |
| | | 6,0 | — | 61 | 55 | 51 | 46 | 41 | 37 |
| | | 10,0 | — | 55 | 50 | 46 | 41 | 37 | 34 |
| | | 15,0 | — | 50 | 45 | 41 | 37 | 33 | 30 |

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,17 | 0,27 |
| 30 | 8,0—9,0 | 2,0 | — | 87 | 81 | 72 | 66 | 60 | 54 |
| | | 4,0 | — | 71 | 65 | 59 | 54 | 49 | 42 |
| | | 6,0 | — | 64 | 57 | 53 | 48 | 44 | 36 |
| | | 10,0 | — | 58 | 54 | 48 | 43 | 40 | 33 |
| | | 15,0 | — | 52 | 45 | 43 | 40 | 36 | 30 |
| | | 25,0 | — | 47 | 44 | 39 | 36 | 32 | 28 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_v см. табл. 136.

131. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании сталей VIII, X групп с $\sigma_B > 1000$ МПа концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,22 |
| 5 | 2,0—2,5 | 4,0 | 25 | 21 | 18 | — | — | — | — |
| | | 6,0 | 22 | 18 | 16 | — | — | — | — |
| 10 | 3,0—5,0 | 4,0 | 27 | 22 | 19 | 16 | — | — | — |
| | | 6,0 | 23 | 19 | 17 | 14 | — | — | — |
| | | 10,0 | 20 | 17 | 15 | 13 | — | — | — |
| 15 | 3,0—5,0 | 4,0 | 28 | 23 | 20 | 17 | 16 | — | — |
| | | 6,0 | 24 | 20 | 18 | 15 | 14 | — | — |
| | | 10,0 | 21 | 17 | 15 | 13 | 12 | — | — |
| 20 | 5,0—7,0 | 2,0 | 19 | 15 | 14 | 12 | 10 | — | — |
| | | 4,0 | 29 | 24 | 20 | 18 | 16 | 15 | — |
| | | 6,0 | 25 | 21 | 18 | 15 | 14 | 13 | — |
| | | 10,0 | 22 | 18 | 15 | 14 | 13 | 11 | — |
| | | 20,0 | 20 | 16 | 13 | 12 | 11 | 10 | — |
| 30 | 8,0—9,0 | 4,0 | 27 | 24 | 22 | 18 | 16 | 15 | 14 |
| | | 6,0 | 23 | 21 | 20 | 16 | 14 | 13 | 12 |
| | | 10,0 | 20 | 18 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 |
| | | 20,0 | 18 | 15 | 14 | 12 | 11 | 10 | 9 |
| | | 35,0 | 16 | 13 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 |

Примечание. Поправочный коэффициент K_v см. табл. 136.

132. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании сплавов XI группы концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
| | | | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,10 | 0,15 |
| 15 | 2,0—3,0 | 4,0 | 43 | 41 | 39 | 38 | 35 |
| | | 6,0 | 38 | 36 | 35 | 34 | 31 |
| | | 10,0 | 37 | 34 | 32 | 30 | 28 |
| 20 | 3,0—5,0 | 4,0 | 43 | 41 | 40 | 38 | 35 |
| | | 6,0 | 38 | 36 | 35 | 34 | 32 |
| | | 10,0 | 34 | 32 | 31 | 30 | 28 |
| | | 15,0 | 30 | 29 | 28 | 27 | 25 |
| 25 | 5,0—7,0 | 4,0 | 46 | 45 | 43 | 41 | 38 |
| | | 6,0 | 41 | 40 | 38 | 37 | 34 |
| | | 10,0 | 37 | 35 | 34 | 33 | 30 |
| | | 15,0 | 33 | 31 | 30 | 29 | 27 |
| | | 20,0 | 29 | 27 | 26 | 25 | 23 |
| 35 | 8,0—9,0 | 4,0 | 49 | 47 | 46 | 44 | 41 |
| | | 6,0 | 44 | 42 | 41 | 39 | 35 |
| | | 10,0 | 39 | 38 | 37 | 35 | 31 |
| | | 15,0 | 35 | 33 | 30 | 28 | 25 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_D см. табл. 136.

133. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании титановых сплавов XIII группы концевыми фрезами из быстрорежущих сталей (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| 15 | 10—15 | 6,0 | 56 | 44 | 33 | — | — | — |
| | | 10,0 | 43 | 33 | 25 | — | — | — |
| 20 | 15—25 | 6,0 | 49 | 35 | 27 | 21 | — | — |
| | | 10,0 | 37 | 27 | 21 | 16 | — | — |
| | | 15,0 | 28 | 20 | 16 | 12 | — | — |
| | | 20,0 | 24 | 17 | 14 | 10 | — | — |

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фре- зерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,12 | 0,20 |
| 30 | 20—30 | 6,0 | — | 47 | 34 | 27 | 20 | — |
| | | 10,0 | — | 37 | 26 | 20 | 16 | — |
| | | 15,0 | — | 28 | 20 | 16 | 12 | — |
| | | 20,0 | — | 24 | 17 | 13 | 10 | — |
| | | 25,0 | — | 20 | 15 | 11 | 9 | — |
| | | 30,0 | — | 18 | 13 | 10 | 8 | — |
| 40 | 20—60 | 6,0 | — | 38 | 29 | 23 | 17 | 13 |
| | | 10,0 | — | 29 | 22 | 17 | 13 | 10 |
| | | 15,0 | — | 22 | 17 | 13 | 10 | 8 |
| | | 20,0 | — | 19 | 14 | 11 | 9 | 7 |
| | | 25,0 | — | 17 | 12 | 10 | 7 | 6 |
| | | 30,0 | — | 15 | 11 | 9 | 6 | 5 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_D см. табл. 136.

**134. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании
сплавов XII группы концевыми фрезами из твердых
сплавов (эскиз см. табл. 125)**

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фре- зерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|------|------|
| | | | 0,02 | 0,04 | 0,06 |
| 8 | 10 | 0,5 | 10 | — | — |
| | | 1,0 | 8 | — | — |
| | | 2,0 | 6 | — | — |
| 15 | 20 | 0,5 | 12 | 10 | — |
| | | 1,0 | 11 | 9 | — |
| | | 2,0 | 10 | 6 | — |
| | | 3,0 | 6 | 5 | — |
| 20 | 25 | 0,5 | 14 | 12 | 9 |
| | | 1,0 | 10 | 8 | 6 |
| | | 2,0 | 9 | 7 | 5 |
| | | 3,0 | 8 | 6 | 4 |
| 30 | 30 | 0,5 | 16 | 13 | 10 |
| | | 1,0 | 11 | 9 | 7 |
| | | 2,0 | 10 | 8 | 6 |
| | | 3,0 | 9 | 7 | 5 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_D см. табл. 136.

135. Скорость резания v_T (в м/мин) при фрезеровании сталей XIV группы концевыми фрезами из твердых сплавов (эскиз см. табл. 125)

| Диаметр фрезы D , мм | Ширина фрезерования B , мм | Глубина резания t , мм | Подача на зуб S_z , мм | | | | | |
|------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|
| | | | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 |
| 8 | 10 | 0,5 | 33 | 26 | — | — | — | — |
| | | 1,0 | 27 | 21 | — | — | — | — |
| | | 2,0 | 22 | 17 | — | — | — | — |
| 12 | 15 | 0,5 | 39 | 31 | 24 | — | — | — |
| | | 1,0 | 32 | 25 | 20 | — | — | — |
| | | 2,0 | 26 | 20 | 16 | — | — | — |
| 16 | 20 | 0,5 | — | 35 | 27 | 24 | — | — |
| | | 1,0 | — | 28 | 22 | 19 | — | — |
| | | 2,0 | — | 23 | 18 | 16 | — | — |
| 25 | 30 | 0,5 | — | 46 | 36 | 31 | — | — |
| | | 1,0 | — | 36 | 29 | 25 | — | — |
| | | 2,0 | — | 30 | 24 | 20 | — | — |
| 30 | 30 | 0,5 | — | 52 | 40 | 34 | 31 | — |
| | | 1,0 | — | 41 | 32 | 28 | 26 | — |
| | | 2,0 | — | 34 | 26 | 23 | 20 | — |
| 40 | 40 | 0,5 | — | — | 41 | 36 | 31 | 25 |
| | | 1,0 | — | — | 32 | 28 | 26 | 22 |
| | | 2,0 | — | — | 26 | 24 | 20 | 19 |

Примечание. Поправочные коэффициенты K_D см. табл. 136.

136. Поправочные коэффициенты K_{σ_M} на скорость резания при фрезеровании концевыми фрезами (см. табл. 130—135)

| σ_B обрабатываемого материала, МПа | Группа материалов | | | | |
|---|--------------------------------------|--|----|------|-----|
| | VII—X ($\sigma_B = 1000$ МПа) | VIII, X ($\sigma_B = 1000$ МПа) | XI | XIII | XIV |
| 450 | — | — | — | — | — |
| 550 | — | — | — | 1,5 | — |
| 650 | 1,2 | — | — | — | — |

Продолжение табл. 136

| σ_B обрабатываемого материала, МПа | Группа материалов | | | | |
|---|--------------------------------------|--|--------------|-------|------|
| | VII-X ($\sigma_B = 1000$ МПа) | VIII, X ($\sigma_B = 1000$ МПа) | XI | XIII | XIV |
| 700 | 1,0 | — | — | 1,5 | — |
| 750 | | — | 1,0 | 1,2 | — |
| 800 | | — | | | — |
| 850 | 0,81 | — | 0,9 | 1,0 | — |
| 900 | | — | 0,33 | | — |
| 1000 | | — | | 0,33 | — |
| 1100 | — | 1,23 | 0,30 | 0,75 | — |
| 1200 | | 1,15 | 0,28 | | — |
| 1250 | | — | — | | — |
| 1300 | — | 1,0 | — | — | — |
| 1400 | | 0,8 | — | — | — |
| 1700 | — | — | — | — | 1,25 |
| 1800 | — | — | — | — | 1,21 |
| 1900 | — | — | — | — | 1,10 |
| 2000 | — | — | — | — | 1,0 |
| 2100 | — | — | — | — | 0,95 |
| 2200 | — | — | — | — | 0,91 |
| Сплавы XII группы | № подгруппы | | | | |
| | XII.1 | XII.2 | XII.3 | XII.4 | |
| $K_{\sigma M}$ | 1,8 | | 1,0 | | |
| Состояние поверхности | С коркой | | Без корки | | |
| $K_{\sigma D}$ | 0,7; 0,5 *1 | | 1,0 | | |
| Условия обработки | С СОЖ | | Без СОЖ | | |
| $K_{\sigma O}$ | 1,0 | | 0,8 | | |
| Обрабатываемый элемент | Плоскость, уступ | | Паз, колодец | | |
| $K_{\sigma \Phi}$ | 1,0 | | 0,57 | | |

| Материал инструмента | P9K5, P6M5K5 | P9M4K8 | P9M4K8Ф | P18K5Ф2 | BK6 |
|--|-----------------|--------|---------|---------|-----|
| $K_{\sigma\Pi}$ | 1,0 | 1,1 | 1,12 | 1,15 | 2,1 |
| Материал инструмента | BK8 | BK6M | | BK10M | |
| $K_{\sigma\Pi}$ | 1,0 | 1,2 | | 1,27 | |
| Отношение фактической ширины фрезерования к нормативной (B_{Φ}/B_{Π}) | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | |
| $K_{\sigma B}$ | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | |

*1 Поправочный коэффициент при фрезеровании титановых сплавов.

Рекомендуемые подачи на зуб, приведенные в табл. 110—113, обеспечивают обработку поверхностей с параметром шероховатости $Rz = 20 \div 40$ мкм при нормальной жесткости технологической системы, т. е. для II типовой схемы (см. табл. 108 и 109).

Поправочные коэффициенты на подачу для изменяющихся условий обработки приведены в табл. 114.

6.3. Заключение

В заключении (выводах) дается конкретная оценка и обобщение основных решений, выполненных в курсовой работе.

6.4. Использованная литература

Приводится полный перечень литературы, использованной студентом при работе над курсовым проектом. Список литературы оформляется по ГОСТ 7.1-2003. "Библиографическое описание произведений печати". В тексте расчетно-пояснительной записки необходимо обязательно давать ссылки на соответствующие литературные источники в виде заключенных в прямые скобки цифр порядкового номера источника.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»
Ступинский филиал МАИ

Кафедра «Технология производства авиационных двигателей»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой _____ Бабин С.В.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ
“Оборудование с ЧПУ”

Студент _____

Ф-т №14. Направление 24.03.05 “Двигатели летательных аппаратов”.

Группа _____

1.Тема Разработать управляющую программу для обработки детали ----- с использованием CAD CAM «Symplus-KELLER, подобрать инструмент для обработки, рассчитать режимы резания»

2.Исходные данные для выполнения курсовой работы

2.1 Чертеж детали.

2.2 Руководство пользователя по системе «Symplus»

2.3 Рабочая тетрадь «Symplus»

2.4 Методическое руководство к курсовой работе по «Оборудованию с ЧПУ»

3. Содержание Р.П.З.

3.1 Описание работы в системе «Symplus».

3.2 Листинг управляющей программы с использованием «Symplus-KELLER»

3.3 Выбор инструмента для обработки.

3.4 Расчет режимов резания.

Руководитель К.Р. _____ /Прокофьев Е.Ю./

“ _____ ” _____ 20__ г.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)»
(СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ МАИ)**

Кафедра «Технология производства авиационных двигателей»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Оборудование с ЧПУ»**

Тема проекта

Группа:

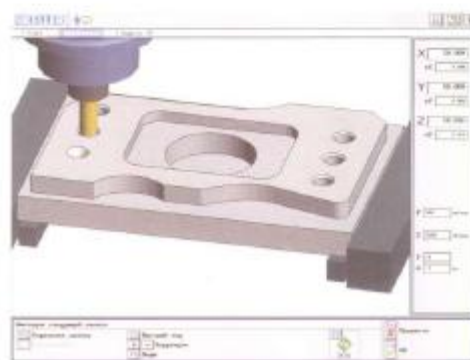
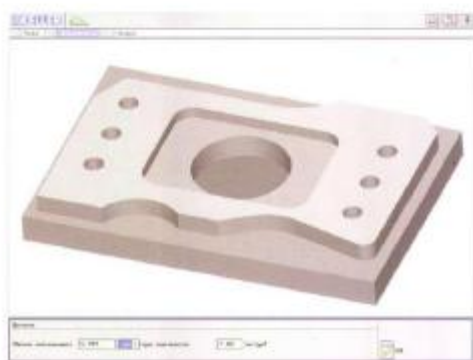
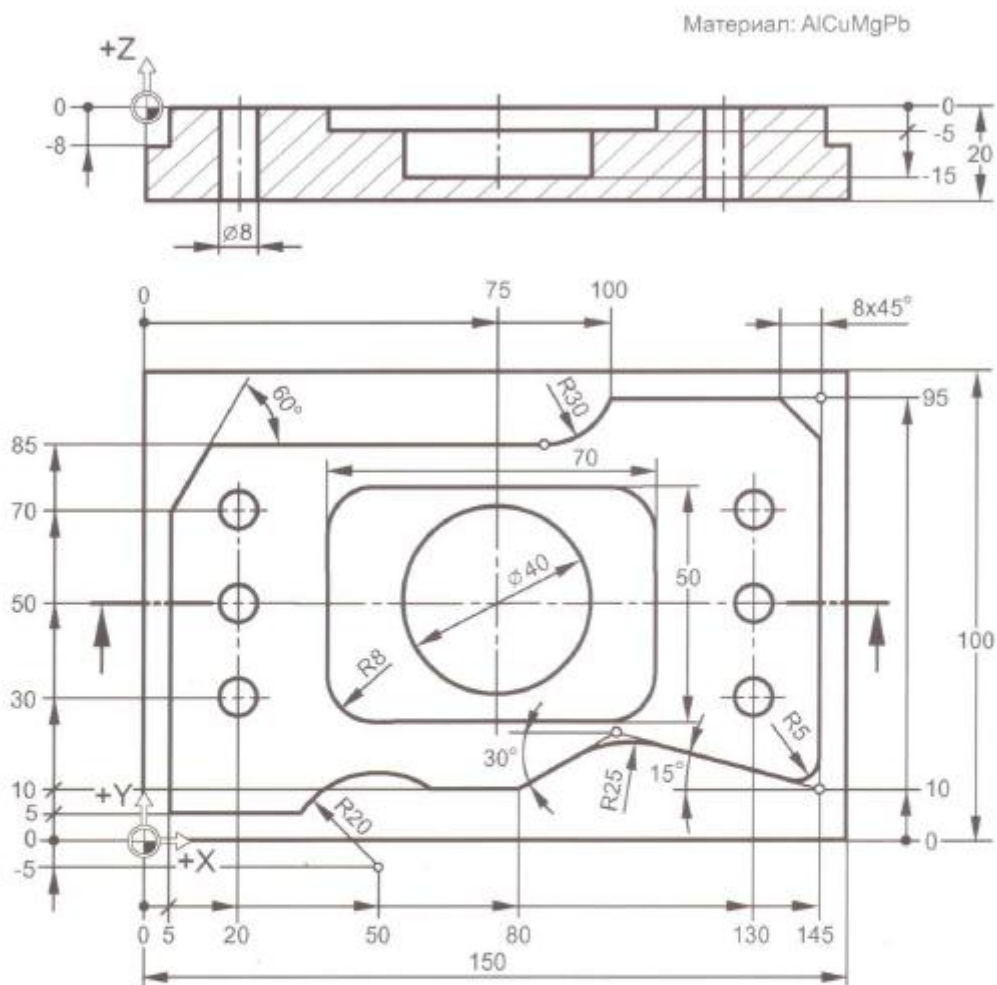
Выполнил:

Проверил: _____ Прокофьев Е.Ю.

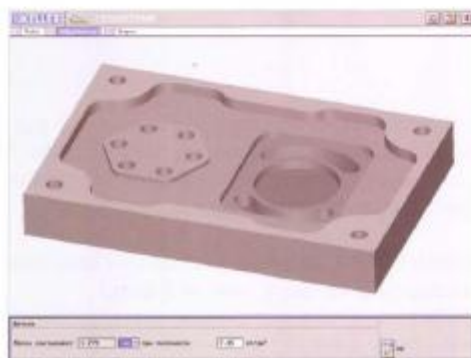
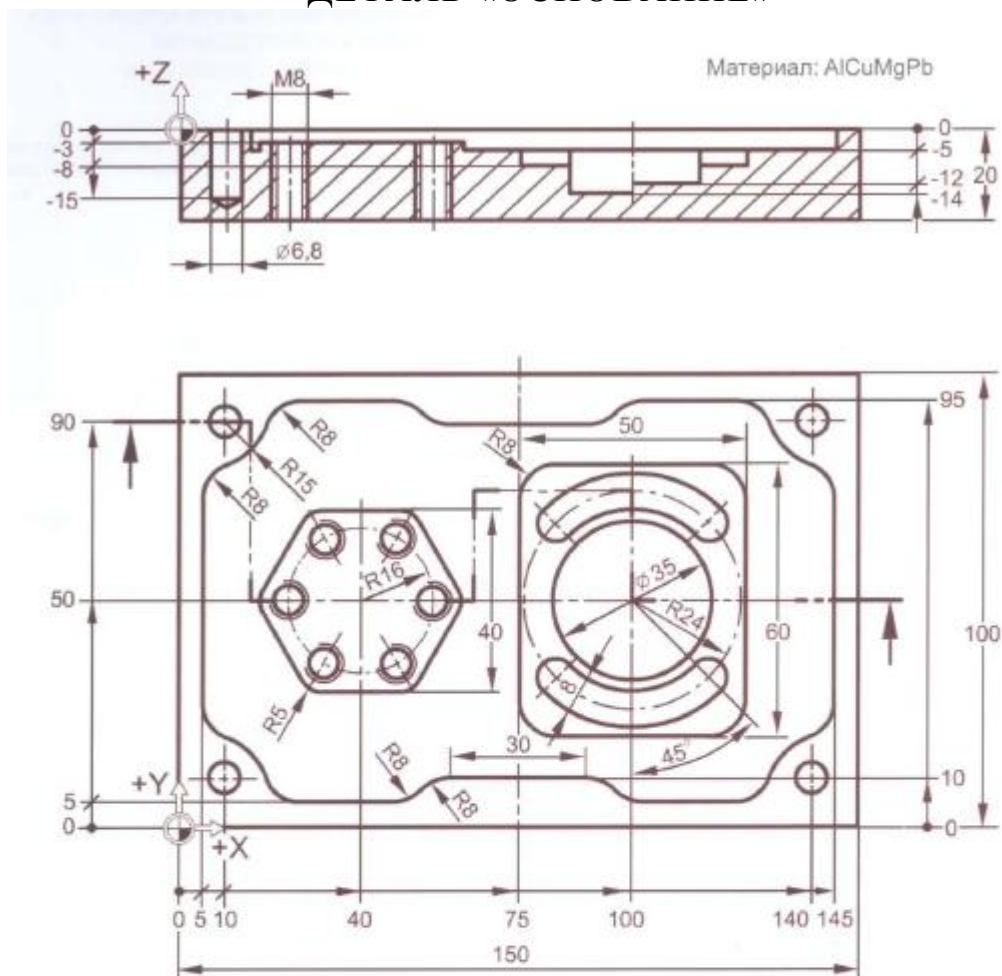
Ступино 20__ г.

Примеры заданий

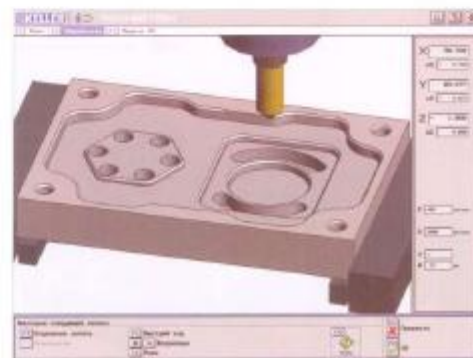
ДЕТАЛЬ «ПЛАТФОРМА»



ДЕТАЛЬ «ОСНОВАНИЕ»



Из 2D:



Из 3D:

2. Устройство фрезерных станков с ЧПУ. Классификация и модификация фрезерных станков с ЧПУ.

1. По расположению шпинделя фрезерные станки с ЧПУ классифицируются на:

1. Вертикальные
2. Горизонтальные
3. Вертикально-горизонтальные

2. По количеству управляемых осей фрезерные станки с ЧПУ делятся на:

1. Однокоординатные
2. Двухкоординатные
3. Трёхкоординатные
4. Четырёхкоординатные
5. Пятикоординатные

3. По типу стола фрезерные станки делятся на :

1. С неподвижным столом
2. С подвижным столом
3. С качающимся столом.

4. Многокоординатные станки различаются по способу реализации 4,5 и более осей на:

1. С поворотным столом
2. С поворотной головой
3. С поворотным столом и поворотной головой.

5. Фрезерный станок с ЧПУ состоит из следующих основных частей.

1. Станина
2. Направляющие
3. Шпиндель

4. Приводы подач

5. Система ЧПУ

6. Магазин инструментов

7. Задняя бабка

8. Резцедержатель

6. Направляющие станков с ЧПУ делятся на :

1. Линейные направляющие

2. Направляющие скольжения

3. Направляющие прецизионные

7. Магазин инструмента по типу делятся:

1. Тип «зонтик»

2. Тип «колесо»

3. Тип «Рука»

4. Тип «Рычаг»

8. Выберите несуществующую стойку либо систему ЧПУ

1. Sharpcam

2. Seicos

3. Sinumeric

4. Syntec

9. Что такое ISO-7

1. Язык G,M кодов, управляемый станками с ЧПУ.

2. Аббревиатура для справочников по предмету технология машиностроения и металлообработки

3. Рабочий процесс на технологическом производстве
4. Язык для программирования АЛУ
5. Язык G,M кодов, управляемый логическими системами сервоприводов роботехнических комплексов.

10. Укажите стандартную строку безопасности при написании ISO-7

1. G10 G21 G54 G40 G80
2. G10 G21 G90 G54 G40 G49 G80
3. G21 G10 G57 G91 G80 G40 G49
4. G19 G23 G55 G91 G80 G40 G49
5. G17 G21 G90 G54 G40 G49 G80

11. Для чего переходить в G90 после чтения стойкой строки G91 G28 Z0 X0 Y0

1. для безопасности
2. для вызова корректной компенсации инструмента
3. для правильной юстировки шпинделя.
4. для правильного выхода из заготовки

12. Укажите несуществующую компенсацию инструмента

1. Компенсация на радиус
2. Компенсация на диаметр
3. Серединная компенсация
4. Компенсация на длину инструмента
5. Компенсация на высоту инструмента

13. Выберите несуществующую систему программирования

1. Инкрементная система
2. Инверторная система
3. Относительная система
4. Абсолютная система

14. Что такое постоянные циклы в ISO-7

1. Циклы линейной интерполяции
2. Циклы ускоренной работы
3. Циклы нарезания резьбы, сверления, растачивания
4. Циклы промежуточной работы
5. Копирование и зеркальный поворот

15. Что такое управляющая программа?

1. Программа для управления роботизированными комплексами.
2. Программа для управления станков с ЧПУ компании HAAS и FANUC
3. Программа, написанная на языке программирования ISO-7 необходимая для управления станками с ЧПУ, а также любым устройством с логикой (интерполятором) интерпретирующий код ISO-7
4. Программа для управления автоматизированными линиями
5. Программа для управления пневматикой станка с ЧПУ.

16. Укажите главные оси фрезерных станков.

1. X, Y, Z

2. X, Y, Z, C

3. все оси являются главными, аббревиатура может меняться.

4. U, W, X

5. A, B, C

17. Какие коды используются для определения рабочей системы координат

1. G84, G85, G86, G87

2. G57, G56, G55, G54

3. G21, G29, G33, G35

18. Выберите правильное определение для кодов с адресом G.

1. Называются подготовительными, определяют настройку СЧПУ на определённый вид работы.

2. Называются вспомогательными, и предназначены для управления режимами работы станка.

19. Выберите правильный ответ задания радиуса (R) при круговой интерполяции дуги.

1. Если дуга меньше 180 градусов, то R слово данных будет положительным, если дуга больше 180 градусов, то R слово , будет отрицательным.

2. Если дуга меньше 180 градусов, то R слово данных будет отрицательным, если дуга больше 180 градусов, то R слово , будет положительным.

3. Если дуга меньше 180 градусов, то R слово данных будет отрицательным, если дуга больше 180 градусов, то R слово , будет отрицательным.

20. В чем разница между кодами M30 и M02

1. Код M30 – код завершения программы, перематывает или сбрасывает программу в начало., M02 – код завершения программы, не сбрасывает в начало программы.

2. Код M30 – код завершения программы, не сбрасывает программу в начало., M02 – код завершения программы, перематывает или сбрасывает программу в начало программы.

3. Ничем не отличаются, оба кода- коды завершения программы.

21. Выберите из приведенных ниже кодов – код возврата в исходную позицию.

1. G0 G90 X0 Y0 Z0

2. G17 G91 G0 X0 Y0 Z0

3. G91 G28 X0 Y0 Z0

22. Что определяется при помощи Q и R слов данных в цикле G83.

1. Q - относительная глубина каждого рабочего хода сверла

R – задает плоскость отвода.

2. Q - задает плоскость отвода.

R – относительная глубина каждого рабочего хода сверла

3. Q - общая глубина сверления

R – задает плоскость отвода.

| | | |
|--|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 11 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <p>1. Классификация систем ПУ. Аналоговые системы программного управления станками. Схемы, принцип действия.</p> <p>2. Методика разработки управляющей программы. Блок-схема; основные стадии разработки ПУ.</p> | | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 12 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <p>1. Объяснить принцип действия привода с электромашинным усилителем (ЭМУ). Построить механические регулировочные характеристики привода.</p> <p>2. Выбор скорости вращения шпинделя и величины подачи в системах ЧПУ с микропроцессором</p> | | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 13 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <p>1. Пример программирования обработки радиусов и галтелей на станке 16K20T1.</p> <p>2. Электромагнитные муфты: конструкция, принцип действия, область применения. Параметры торможения потока газа.</p> | | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 14 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <p>1. Блок команд, вычислительный блок, их назначение. Интерполя- тор – назначение, способы интерполяции.</p> <p>2. Программирование скорости вращения шпинделя и подачи в си- стемах ЧПУ с микропроцессором.</p> | | |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 15 По дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <p>1. Типы приводов главного движения и подачи в станках с ЧПУ. Основные элементы приводов. Способы выбора зазоров в зуб- чатых передачах приводов станков с ЧПУ.</p> <p>2. Многопроходной цикл нарезания резьбы. Программирования цикла. Схема распределения пропуска.</p> | | |

| | | |
|--|---|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследо- вательский универси- тет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиацион- ных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N16 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
|--|---|--|

1. Объяснить принцип действия привода с магнитным усилителем (ПМУ). Построить регулировочные характеристики магнитного усилителя и привода.
2. Системы программного управления металлорежущими станками. Виды программносителей и их характеристика, системы преобразования информации

| | | |
|---|--|--|
| <p>Ступинский филиал «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный исследовательский университет)»</p> | <p>Кафедра "Технология производства авиационных двигателей" ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ N 17 по дисциплине «Оборудование с ЧПУ» Ступинский филиал МАИ</p> | <p>УТВЕРЖДАЮ Зав. кафедрой Бабин С.В.</p> <hr/> <p>" ____ " ____</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Программирование круговой интерполяции в системах ЧПУ с микропроцессором. Формат задания круговой интерполяции. 2. Шаговый и теристорный приводы, принцип действия, область применения. | | |