

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина**

**Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Компьютерная графика»
специальности
15.02.08 Технология машиностроения**

Тула 2022

Утверждено:
на заседании цикловой комиссии
обще профессиональных дисциплин
Председатель цикловой комиссии

 Овчинникова А.Я.

«13» января 2011 г. протокол № 6

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	6
Основные сведения о программе КОМПАС 3d.....	9
Тема 1 Создание сборок в Компас 3d.....	27
Практическая работа №1	27
Создание сборки	28
Сборочный чертеж сварного соединения.....	30
Работа со спецификацией	32
Обозначение сварных швов на чертеже.	35
Разнесение сборки	38
Сечение сборки.....	42
Практическая работа №2	43
Тема 2 Кинематические элементы и пространственные кривые	51
Практическая работа №3	51
Практическая работа №4	57
Практическая работа №5	62
Тема 3. Построение элементов по сечениям.....	66
Практическая работа №6	66
Тема 4 Моделирование из листового материала	75
Практическая работа №7	75
Тема 5 Параметризация в Компас 3d.....	86
Практическая работа №8	86
Практическая работа №9	91

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по компьютерной графике обучающийся должен:

иметь практический опыт:

создания и редактирования чертежей и моделей на персональном компьютере,

уметь:

создавать, редактировать и оформлять чертежи на персональном компьютере.

знать:

основные приемы работы с чертежом на персональном компьютере.

Выполнение практических работ направлено на формирование у студентов общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

Код	Наименование результата обучения
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных

	ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).
ПК 1.1	Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.
ПК 1.2	Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования
ПК 1.3	Составлять маршруты изготовления деталей и

	проектировать технологические операции
ПК 1.4	Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей
ПК 1.5	Использовать системы автоматизированного проектирования
ПК 2.1	Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения.
ПК 2.2	Участвовать в руководстве работой структурного подразделения.
ПК 2.3	Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения
ПК 3.1	Участвовать в реализации технологического процесса по изготовлению деталей.
ПК 3.2	Проводить контроль соответствия качества деталей требованиям технической документации.

Выполнение практических работ направлено на построение моделей и сборок в САПР Компас 3D.

Основные сведения о программе КОМПАС 3d

Рассматриваемые вопросы:

Основные элементы интерфейса,

Настройка интерфейса, профили,

Управление отображением,

Управление окнами,

Панели инструментов,

Контекстные меню и панели,

Пользовательские панели и меню,

Единицы измерения и системы координат,

Типы документов,

Дерево чертежа.

Основные элементы интерфейса

Окно системы

КОМПАС 3D — это стандартное приложение Windows. Поэтому рабочий экран, который вы видите после запуска системы и загрузки документа, практически не отличается по своему внешнему виду от окон других приложений.

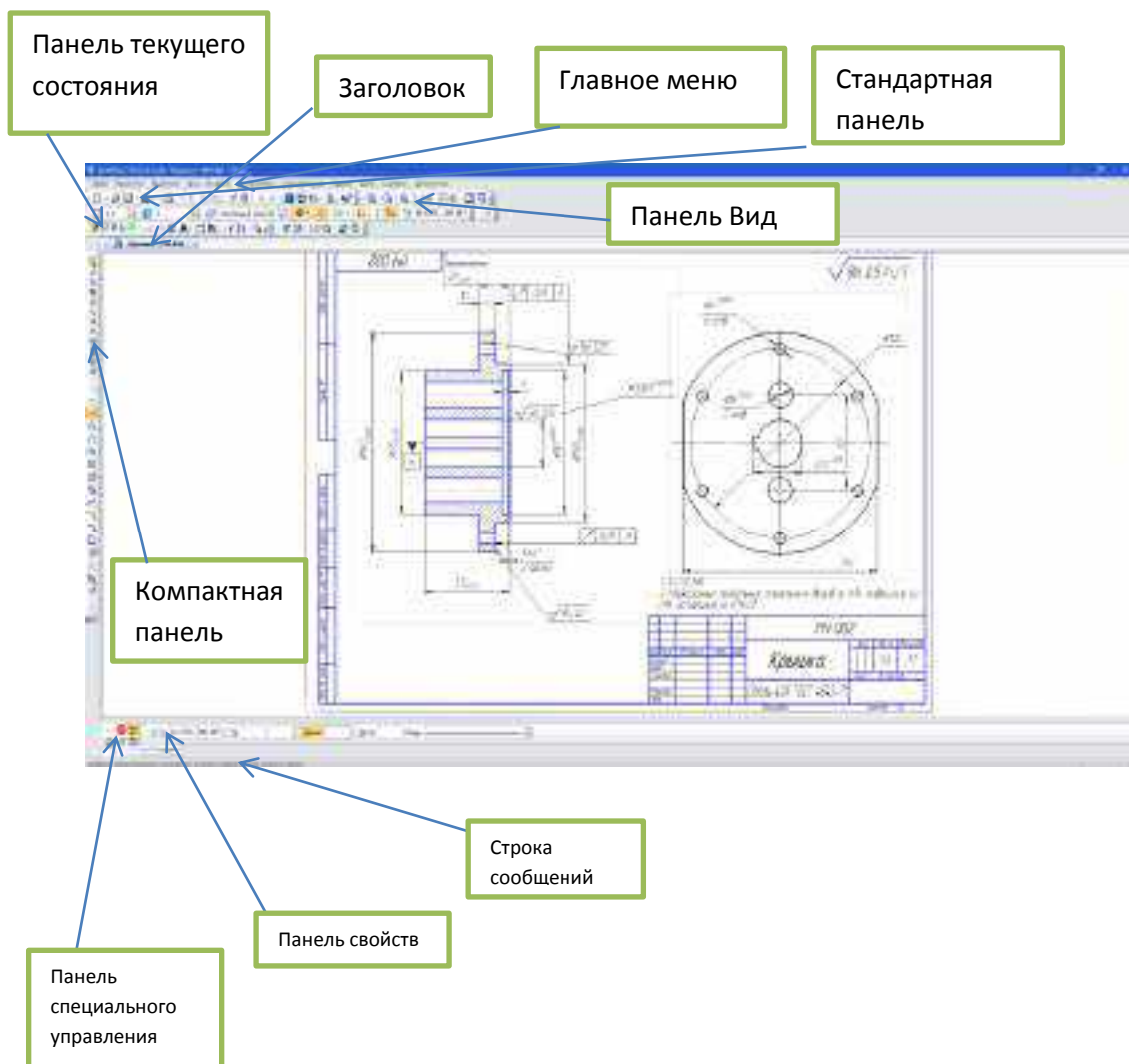


Рисунок 1-1 – Панели Компас 3D

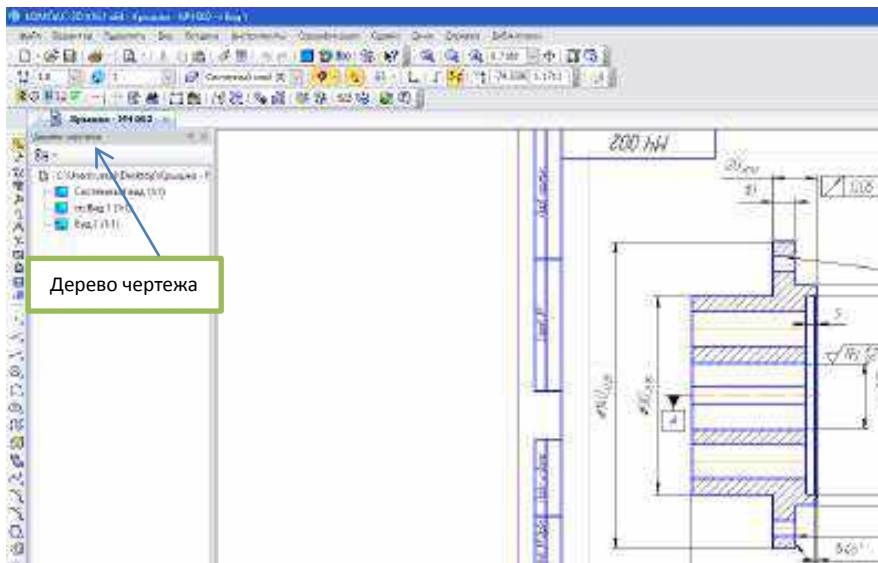


Рисунок 1-2 – Дерево чертежа

Название	Описание
Заголовок	Содержит название, номер версии системы, имя текущего документа, кнопку
Главное меню	системного меню, а также кнопки управления Служит для вызова команд системы. Содержит названия страниц меню. Состав Главного меню зависит от типа текущего документа.
Инструментальная панель	Содержат кнопки вызова команд системы.
Компактная панель	Содержит несколько инструментальных панелей и кнопки переключения между ними. Состав компактной панели зависит от типа активного документа.
Менеджер	Служит для работы с КОМПАС-библиотеками.

библиотек

Служит для настройки объекта при его создании или редактировании

Панель

свойств

Строка

сообщений

Содержит сообщения системы, относящиеся к текущей команде или элементу рабочего окна, на который указывает курсор.

Дерево

документа

Отражает порядок создания модели (чертежа) и связи между ее элементами и компонентами. Может располагаться только внутри окна документа.

Окно переменных

выражениями.

Служит для работы с переменными и

Профили. Настройка интерфейса. Вид приложения

Профили

Профиль — комплекс сведений о настройке конфигурации системы.

С помощью профилей можно быстро перенастроить текущую конфигурацию системы.

Например, вы можете создать профиль для трехмерного моделирования (т.е. профиль, содержащий настройки, при которых вам наиболее удобно работать с трехмерными моделями), профиль

для разработки конструкторской документации и т.д. Затем, чтобы настроить систему для выполнения той или иной задачи, вам будет достаточно применить соответствующий профиль.

Чтобы сохранить текущую настройку конфигурации в файле профиля, выполните следующие действия.

1. Вызовите команду Сервис — Профили....

2. В появившемся диалоге включите опции, соответствующие группам настроек, которые необходимо сохранить в профиле.

3. Нажмите кнопку Сохранить как....

4. В появившемся диалоге укажите имя и задайте расположение файла профиля. Расширение файла профиля — *pfl*.

В файл профиля не записываются имена последних открывавшихся документов, а также состояние окон открытых документов.

Чтобы применить ранее созданный файл профиля, выполните следующие действия.

1. Вызовите команду Сервис — Профили....

2. В появившемся диалоге выберите профиль из списка Профили.

3. Включите опции, соответствующие группам настроек, которые необходимо использовать.

4. Нажмите кнопку Применить.

5. Указанные настройки будут применены.

6. Нажмите кнопку Выход.

Вместе с КОМПАС поставляются несколько готовых файлов профилей. Они расположены в подпапке *Profiles* главной папки системы.

При использовании готовых файлов профилей следует иметь в виду, что в них нет сведений о библиотеках. Поэтому после применения любого такого профиля текущее содержимое Менеджера библиотек будет удалено, и Менеджер автоматически наполнится в соответствии с файлами **.lms*, имеющимися в подпапке *Sys* главной папки системы. Файлы **.lms* содержат сведения о составе Менеджера библиотек (названия разделов, подразделов и перечни входящих в них библиотек). Эти файлы используются для первичного наполнения Менеджера библиотек и его обновления. Формат файлов — текстовый, поэтому при необходимости вы можете открыть их в любом текстовом редакторе и изменить хранящуюся в них информацию.

Настройка интерфейса

Вы можете настроить интерфейс системы по своему усмотрению. Для этого вызовите команду Сервис — Настройка интерфейса. На экране появится настроечный диалог с раскрытым разделом Экран — Настройка интерфейса. Раздел содержит следующие пункты:

- ▼ Команды,
- ▼ Панели инструментов,
- ▼ Утилиты,
- ▼ Клавиатура,
- ▼ Меню,
- ▼ Параметры,
- ▼ Размер значков.

При выборе каждого из этих пунктов в правой части вкладки появляется диалог, наименование которого соответствует пункту раздела. Элементы управления, расположенные в диалогах, позволяют выполнить необходимые настройки.

Далее при описании настройки элементов интерфейса упоминаются пункты именно этого раздела.

Порядок настройки интерфейса КОМПАСА во многом аналогичен порядку настройки других приложений Windows, поэтому подробное описание каждой возможности здесь не приводится.

Обратите внимание на то, что изменения настройки (кроме изменения размеров значков) невозможно отменить. Чтобы вернуть интерфейс к прежнему виду, измените настройку повторно.

Вы можете выполнять дополнительные настройки отображения команд в меню и кнопок на инструментальных панелях с помощью контекстного меню.

Для работы с контекстным меню откройте диалог Параметры, выберите один из пунктов раздела Настройка интерфейса и, не закрывая диалог, вызовите контекстное меню элемента, который требуется настроить.

Команды контекстного меню позволяют выбрать вариант отображения элемента— в виде пиктограммы, текста, пиктограммы и текста; заменить пиктограмму пользовательской; скопировать пиктограмму и т.п.

Настройка состава Главного меню и инструментальных панелей

Выберите пункт Команды. В диалоге Команды выберите категорию и название команды. «Перетащите» команду на нужную панель или в нужное меню.

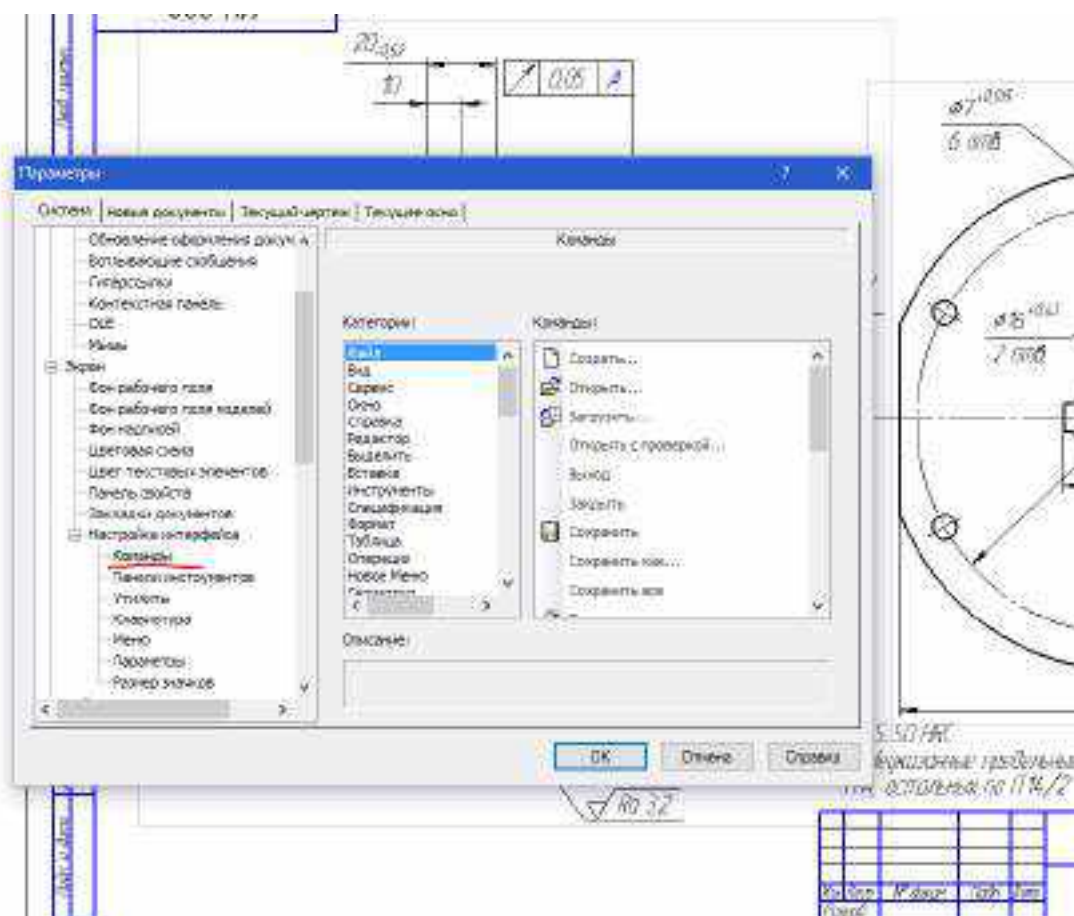


Рисунок 1-3 – Настройка Главного меню

Вы можете изменять положение команд и их групп на инструментальных панелях и в меню, «перетаскивая» их мышью. Контекстное меню команды (кнопки) позволяет осуществить дополнительную настройку (изменить название команды, ее пиктограмму и т.п.), а также удалить выбранный элемент.

Кнопка Сбросить все в диалоге Панели инструментов позволяет привести все меню и панели в умолчательное состояние.

Вы можете перемещать кнопки между панелями и без вызова диалога настройки. Для этого «перетаскивайте» их мышью, удерживая нажатой клавишу <Alt>.

Настройку инструментальных панелей, находящихся в диалогах или окнах, изменить невозможно.

Вы можете создавать пользовательские инструментальные панели и размещать на них любые команды.

Чтобы создать пользовательскую инструментальную панель, выберите пункт Панели инструментов и нажмите кнопку Новая... Введите название новой панели. Вновь созданная панель появится на экране.

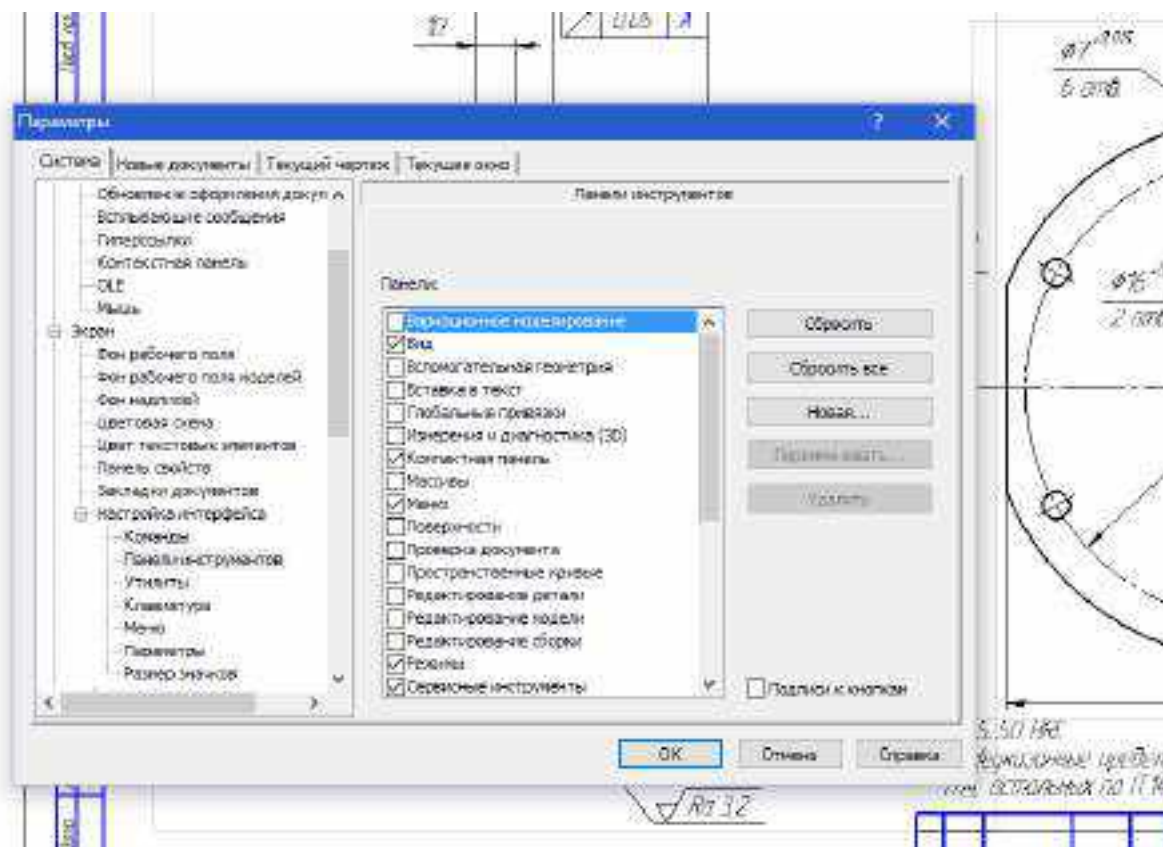


Рисунок 1-4 – Создание пользовательской панели

Первоначально панель пуста



Рисунок 1-5 – Пользовательская панель

Если требуется вставить разделитель между командами, выделите на панели команду, перед которой должен стоять разделитель, и вызовите из контекстного меню команду Начать группу. Разделитель появится перед указанной командой.

Работа в окне документа

Графический курсор

Курсор — это главный инструмент при работе с КОМПАС 3D. С помощью курсора осуществляется вызов команд из меню или с помощью кнопок, создание и редактирование объектов, выполняется множество других действий.

Внешний вид курсора зависит от типа активного документа и выполняемой операции. Стандартный вид курсора при нахождении в поле графического документа или документа-модели — это квадратная «ловушка». Параметры курсора (размер, цвет и др.) могут настраиваться пользователем. Настройка осуществляется в диалоге, вызываемом командой Сервис — Параметры... — Система — Графический редактор — Курсор.

Возможны следующие способы управления курсором.

▼ Перемещение мышью — основной способ, доступный в документах всех типов.

▼ Перемещение при помощи клавиатуры. Вы можете передвигать курсор, используя клавиши со стрелками на основной или расширенной клавиатуре. В этом случае перемещение будет не произвольным, как в случае использования мыши, а дискретным.

В текстовых документах и спецификациях (во время ввода текстовой части объекта) при нажатии на кнопку со стрелкой курсор перемещается на один символ или на одну строку.

В графических документах минимальное перемещение курсора при нажатии на кнопку со стрелкой зависит от установленного шага курсора. Для задания величины шага служит поле Текущий шаг курсора на панели Текущее состояние. Значение шага можно ввести с клавиатуры или выбрать из списка. Для быстрой активизации поля Текущий шаг курсора используйте комбинацию клавиш <Shift> + </> (клавишу </> необходимо нажимать на дополнительной

цифровой клавиатуре). Список шагов и умолчательный шаг можно установить в диалоге настройки курсора

▼ Задание координат курсора. При работе с графическими документами вы можете ввести координаты точки, в которую требуется поместить курсор, в поля Координаты курсора на панели Текущее состояние.

Для быстрой активизации этих полей используйте комбинацию клавиш <Alt> + <X>. После ее нажатия активным становится поле координаты X. Введите в него нужное значение. Чтобы перейти к полю координаты Y, нажмите клавишу <Tab>. Введите значение. Подтвердите задание координат курсора, нажав клавишу <Enter>.

Вы можете указывать в полях координат курсора приращения к текущим координатам. Для этого введите символ Л, а затем — значение приращения.

Если панель Текущее состояние расположена вертикально, то для доступа к полю Текущий шаг курсора или Координаты курсора нажмите соответствующую кнопку.

▼ Фиксация курсора. В графических документах и документах-моделях после установки курсора в нужную точку его требуется зафиксировать — подтвердить, что для создания объекта должна использоваться именно эта точка.

Фиксация производится щелчком левой кнопки мыши или нажатием клавиши <Enter>.

Так, например, для построения отрезка необходимо указать и зафиксировать его начальную и конечную точки, при построении отверстия в модели можно изменить его умолчательное расположение, указав и зафиксировав новое положение точки привязки.

Масштаб отображения документа

КОМПАС предоставляет пользователю широкий набор средств для изменения масштаба. Важно понимать, что изменение масштаба отображения не влияет на реальные размеры объектов (габариты деталей, длины отрезков, высоту шрифта и т.п.). Можно провести такую аналогию: лист бумаги с чертежом закреплен на кульмане, а вы перемещаетесь относительно него. Так,

приближаясь или удаляясь от чертежа, вы будете видеть изображение крупнее или мельче.

Команды изменения масштаба сгруппированы в меню Вид. Основные из них можно также вызвать с помощью кнопок панели Вид.



Рисунок 1-6 – Панель Вид

Набор доступных команд для изменения масштаба отображения зависит от типа текущего документа.

Увеличение и уменьшение масштаба, а также явное его задание доступны всегда.

Автоматический подбор масштаба возможен при работе с текстовыми документами, спецификацией, при вводе текста технических требований и в некоторых других режимах.

Остальные команды изменения масштаба доступны в графических документах и документах-моделях.

Увеличение и уменьшение масштаба отображения

Чтобы увеличить или уменьшить масштаб отображения документа, вызовите команду Увеличить масштаб или Уменьшить масштаб.

По умолчанию коэффициент изменения масштаба равен 1,2.

Чтобы изменить данный коэффициент для документов-моделей, вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Редактор моделей — Управление изображением.

Чтобы изменить данный коэффициент для графических документов, вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Графический редактор — Редактирование. Чтобы изменить данный коэффициент для текстовых документов, отчетов и спецификаций, вызовите команду Сервис—Параметры...— Система—Текстовый редактор — Редактирование.

В правой части появившегося диалога введите или выберите из списка значение коэффициента изменения масштаба.

По умолчанию при работе с графическими документами и моделями кнопки увеличения и уменьшения масштаба отсутствуют на панели Вид. Вы можете добавить эти кнопки на панель.

Явное задание масштаба отображения


Масштаб отображения в активном окне показан в поле Текущий масштаб, расположенном на панели Вид.

Чтобы изменить масштаб, разверните список и выберите нужное значение. Можно также ввести значение с клавиатуры.

При вертикальном расположении панели для вызова этого поля нажмите кнопку Текущий масштаб.

Если требуется установить коэффициент текущего масштаба равным 1,0, удобно использовать команду Масштаб 1,0.

Увеличение масштаба произвольного участка изображения

Чтобы увеличить произвольный участок изображения, вызовите команду Увеличить масштаб рамкой  .

Щелкните мышью в точке первого угла рамки, которая должна охватить увеличиваемую область. Затем перемещайте курсор для достижения нужного размера рамки. При этом на экране будет отображаться фантом рамки.

После фиксации второго угла рамки изображение будет увеличено таким образом, чтобы область документа, ограниченная рамкой, занимала всю площадь окна.

Масштаб по выделенным объектам

Вы можете установить максимальный масштаб отображения, при котором в окне полностью умещаются все выделенные в документе объекты (подогнать масштаб к габаритам выделенной группы объектов).

Для этого вызовите команду Масштаб по выделенным объектам .

Выделенные вспомогательные прямые и пустые (не содержащие ни одного объекта) виды при выполнении команды не учитываются. Не учитывается также единственная выделенная точка.

Команда Масштаб по выделенным объектам недоступна, если ни одного объекта не выделено в способах выделения объектов.

Плавное изменение масштаба

Если требуемый коэффициент изменения масштаба неизвестен, вы можете подобрать его визуально, панорамируя («приближая» или «отдаляя») изображение.

Для этого вызовите команду Приблизить/отдалить .

Внешний вид курсора изменится.

Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в

обратном направлении— уменьшаться. Центром масштабирования является точка, в которой была нажата левая кнопка мыши. Достигнув края экрана, отпустите кнопку мыши, переместите курсор в середину экрана, а затем вновь нажмите левую кнопку и перемещайте мышь.


Чтобы центр панорамирования находился в центре экрана, удерживайте нажатой клавишу <Shift>.

Если вы пользуетесь мышью с колесом, то для панорамирования изображения вращайте колесо мыши. Центром панорамирования является точка, в которой было начато вращение колеса. Возможна настройка направления вращения колеса мыши.

Чтобы центр панорамирования находился в центре экрана, удерживайте нажатой клавишу <Shift>.

Колесо мыши можно использовать также для панорамирования изображения в текстовых документах и документах-спецификациях. Для этого вращайте колесо, удерживая нажатой клавишу <Ctrl>.

Отображение эскиза целиком

Вы можете установить максимальный масштаб отображения текущего эскиза, при котором он полностью уместается в окне модели. Для этого вызовите команду Показать эскиз полностью .

Вспомогательные прямые и вспомогательные проекции, построенные в эскизе, при выполнении команды не учитываются.


Отображение документа целиком

Чтобы отобразить в окне весь редактируемый документ, вызовите команду

Показать все .

Сдвиг изображения

Сдвиг (прокрутка) изображения — перемещение изображения документа в окне без изменения масштаба отображения.

Важно понимать, что сдвиг изображения в окне не влияет на реальное местоположение объектов в документе. Можно провести такую аналогию: лист бумаги с чертежом закреплен на кульмане, а вы перемещаетесь относительно него. Так, при сдвиге влево, вправо вверх или вниз в поле зрения будет попадать не все изображение, а только его часть. Чтобы переместить изображение при работе с графическим документом или моделью, вызовите команду Вид — Сдвинуть или нажмите кнопку Сдвинуть  на панели Вид.

Курсор изменит свою форму.

Для обращения к команде сдвига изображения можно также нажать комбинацию клавиш <Shift>+<Ctrl>, а затем левую кнопку мыши.

Перемещайте курсор, удерживая кнопку мыши нажатой (если вы вызывали команду с помощью комбинации клавиш <Shift>+<Ctrl>, то эти клавиши также нужно удерживать нажатыми). Достигнув края экрана, отпустите кнопку мыши, переместите курсор в середину экрана, а затем вновь нажмите левую кнопку и перемещайте мышью.

После того как рабочее поле сдвинуто в нужное положение, отпустите кнопку мыши и клавиши.

Если вы пользуетесь трехкнопочной мышью или мышью с колесом, то для сдвига изображения в графическом, текстовом документе и документе-спецификации можно перемещать мышью с нажатой средней кнопкой (колесом).

Можно сказать, что с помощью описанного способа сдвига изображения мы увеличиваем размер рабочего поля документа. Такой прием удобно

использовать в тех случаях, когда не хватает диапазона действия линеек прокрутки.

1.4.1.3.1. Линейки прокрутки

Линейки прокрутки позволяют перемещать изображение строго по вертикали или горизонтали. Они отображаются в окне документа внизу и справа.

Для прокрутки изображения нажимайте кнопки со стрелками, расположенные по краям линеек. Можно также перемещать «ползунок», имеющийся на линейке.


Если вы пользуетесь мышью с колесом, то для прокрутки изображения при работе с текстовыми документами и документами-спецификациями можно вращать колесо мыши. Для постраничной прокрутки следует дополнительно удерживать нажатой клавишу <Shift>.

Вы можете настроить отображение линеек прокрутки в текущем окне. Для этого вызовите команду Сервис — Параметры... — Текущее окно — Линейки прокрутки.

В правой части появившегося диалога расположена группа Линейки прокрутки, управляющая отображением линеек.

Обновление изображения

В процессе выполнения различных команд ввода и редактирования на экране могут появляться вспомогательные линии и символы. В большинстве случаев после завершения команды КОМПАС автоматически удаляет эти временные объекты. Однако иногда возникает необходимость в принудительном удалении с экрана оставшегося «мусора» — обновить изображение.

Чтобы обновить изображение в активном окне, вызовите команду Обновить изображение .

Обновление позволяет также прорисовать заново объекты, изображение которых повреждено. Такое повреждение происходит при удалении (перемещении) одного из наложенных или пересекающихся объектов. Например, при удалении вспомогательных линий с экрана может исчезнуть и сам вычерченный контур. После обновления изображения он появится вновь.

Листание документа

При работе с текстовыми документами, со спецификациями, а также при вводе текста технических требований документ можно листать — прокручивать постранично.

Чтобы последовательно переходить от одной страницы к другой, нажимайте клавиши <Page Up> и <Page Down>. Для произвольного перехода к нужной странице введите ее номер в поле Текущая страница на панели Текущее состояние и нажмите клавишу <Enter>. Курсор будет установлен в начало первой строки на странице с заданным номером.

Если панель Текущее состояние расположена вертикально, то для доступа к полю Текущая страница нажмите соответствующую кнопку.

Управление окнами документов

КОМПАС позволяет работать одновременно с несколькими различными документами.

Каждый документ, который создается вновь или открывается для редактирования, отображается в отдельном окне.

При необходимости с одним и тем же графическим документом или документом-моделью можно работать в нескольких окнах. Чтобы открыть дополнительное окно документа, вызовите команду **Новое окно документа** из меню **Окно** или из контекстного меню закладки документа. В разных окнах могут отображаться разные части документа в разных масштабах.

Каждое окно имеет заголовок, который содержит название отображающегося в нем документа, кнопку системного меню и кнопки управления окном.

Приемы работы с окнами стандартны (перетаскивание окна за его заголовок мышью, изменение границ окна и т.д.) и ничем не отличаются от принятых в других Windows-приложениях. Чтобы разместить на экране окна документов удобным образом, используйте команды **Каскад** и **Мозаика...** из меню **Окно**.

Любое окно документа можно минимизировать до условного значка— пиктограммы. Это может быть удобным в случае, когда документ не нужен только на какое-то время, и желательно не закрывать его совсем. Для

рационального размещения пиктограмм документов (они обычно отображаются в нижней части главного окна КОМПАСА) используйте команду **Окно — Упорядочить значки**.

Для последовательного переключения между окнами документов можно использовать комбинацию клавиш $\langle Ctrl \rangle + \langle F6 \rangle$, а для произвольного — команды меню **Окно**. Кроме того, для выбора текущего документа можно пользоваться закладками документов.

Управление документами и окнами возможно также в диалоге **Окна**, вызываемом командой **Окно — Все окна**.

В окне просмотра диалога перечислены все окна, открытые в текущем сеансе работы. Выбрав один или несколько документов в этом списке, вы можете, воспользовавшись соответствующими кнопками, выполнить одно из следующих действий:

- ▼ активизировать (возможно, если выделен один документ),
- ▼ сохранить,
- ▼ закрыть,
- ▼ расположить каскадом,
- ▼ расположить горизонтально,
- ▼ расположить вертикально,
- ▼ минимизировать.

Кнопки **Каскадом**, **Горизонтально**, **Вертикально** и **Минимизировать** присутствуют в диалоге **Окна**, если отключено отображение закладок.

Закладки документов

Основное назначение закладок — быстрое переключение между окнами документов. На закладках документов указаны имена файлов этих документов.

Включить и отключить закладки можно с помощью команды **Окно — Показать закладки**. Если рядом с этой командой в меню отображается «галочка», то закладки находятся на экране.

Место расположения и внешнее оформление закладок, вид имен файлов документов (полные или короткие) настраиваются в диалоге настройки закладок документов. В диалоге также можно включить и отключить закладки.

Использование закладок возможно только при развернутых (максимизированных) окнах документов. Поэтому при включении отображения закладок все открытые окна автоматически разворачиваются. Системные кнопки Свернуть и Восстановить у окон исчезают, а кнопка Закрыть помещается справа на закладке текущего документа или на строке закладок в зависимости от настройки.

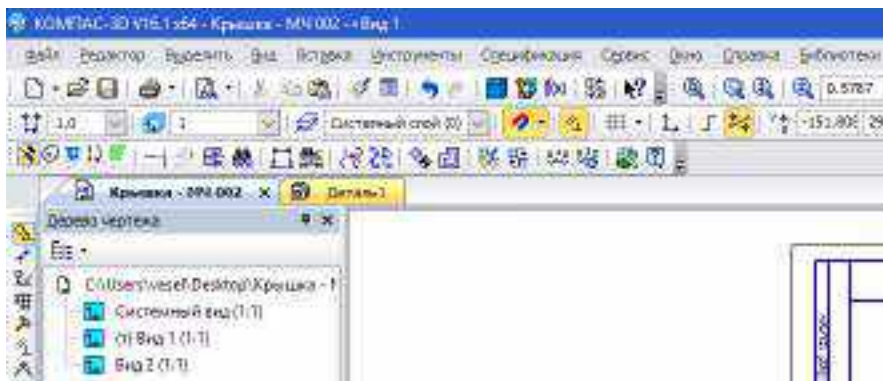


Рисунок 1-7 - Закладки

Чтобы активизировать окно документа, щелкните мышью по его закладке или укажите нужный документ в списке, вызываемом кнопкой со стрелкой в правой части строки закладок.

Контекстное меню закладки документа содержит команды:

- ▼ Сохранить;
- ▼ Сохранить как;
- ▼ Закрыть окно;
- ▼ Закрыть все другие окна;
- ▼ Закрыть все;
- ▼ Закрыть другие окна документа;
- ▼ Новое окно документа;
- ▼ Открыть папку с файлом;
- ▼ Копировать полное имя файла;
- ▼ Настроить...;
- ▼ Все окна...

✚ Чтобы закрыть окно, дважды щелкните левой кнопкой или один раз средней кнопкой (колесом) мыши на закладке документа.

Чтобы создать новый документ, дважды щелкните левой кнопкой мыши на свободном месте строки закладок.

Если включен показ закладок документов и открыто более одного окна, рабочую область главного окна системы можно разделить на несколько частей.

Рабочая область

Вы можете разделить рабочую область главного окна системы на несколько частей. В каждой из них может находиться одно или несколько окон документов.

Разделение возможно, когда открыто более одного окна (в том числе для одного документа) и включен показ закладок документов.

Чтобы разделить рабочую область по вертикали, «перетащите» мышью любую закладку в окно документа или на правую границу рабочей области. Рабочая область будет разделена на две части. В правой части будет находиться окно документа, закладка которого была перемещена, а в левой — все остальные окна.

Левую часть — при условии, что в ней осталось более одного окна — можно разделить еще на две части таким же образом.

Разделение рабочей области по горизонтали производится аналогично. Для этого «перетащите» мышью любую закладку на нижнюю границу рабочей области.

Вы можете перемещать окна между областями, «перетаскивая» закладки мышью из одной области в другую.

Для изменения ширины областей «перетаскивайте» мышью их границы.

Чтобы вернуться к первоначальному виду рабочей области (т.е. «собрать» все ее части вместе), «перетащите» в любую часть рабочей области закладки всех окон, находящихся вне этой части.

Инструментальные панели

Все инструментальные панели, по умолчанию присутствующие в окне КОМПАС 3D, можно разделить на две группы.

▼ Первую группу составляют панели **Стандартная**, **Вид** и **Текущее состояние**. Эти панели содержат кнопки вызова команд для работы с документом в целом (команды сохранения, изменения масштаба и т.п.). Однако лишь некоторые команды являются универсальными и могут использоваться при работе с документом любого типа. Поэтому в зависимости от типа текущего документа состав панелей первой группы изменяется: кнопки «ненужных» в данный момент команд удаляются, а кнопки «нужных» команд добавляются.

▼ Вторую группу составляют все остальные инструментальные панели. Они содержат кнопки вызова команд для создания и редактирования объектов, присущих конкретному типу документа. Кнопки на панелях сгруппированы по назначению и образуют расширенные панели.

Панели второй группы для каждого типа документа объединены в системную компактную панель.

Типы объектов определяются типом документа (например, чертеж не может содержать тела, а модель не может содержать виды). Поэтому при переходе к документу другого типа состав системной компактной панели, т.е. набор входящих в нее инструментальных панелей, полностью меняется.

Включение и отключение отображения панелей производится командами, которые находятся в подменю команды **Вид — Панели инструментов**.

После подключения к КОМПАС-3D библиотек становятся доступны их инструментальные панели.

Панель, отображение которой включено, может находиться в «плавающем» или зафиксированном состоянии. «Плавающая» панель может располагаться в любом месте экрана, а зафиксированная — только внутри окна КОМПАС 3D с прикреплением к какой-либо его границе.

Чтобы зафиксировать панель рядом с границей окна, «перетащите» ее за заголовок к этой границе. Чтобы вернуть панель в «плавающее» состояние, выполните обратное действие — «перетащите» ее в направлении центра окна.

Если панель зафиксирована, то роль заголовка играет рельефная линия у левого или верхнего края панели.

Для быстрого переключения между «плавающим» и зафиксированным состоянием панели можно дважды щелкнуть по ее заголовку.

При необходимости вы можете создать пользовательские инструментальные панели и разместить на них кнопки любых команд

Компактные панели

Компактная панель содержит несколько инструментальных панелей, представленных кнопками переключения между ними и кнопками вызова команд активной панели. Активизация той или иной инструментальной панели производится при помощи кнопок переключения.

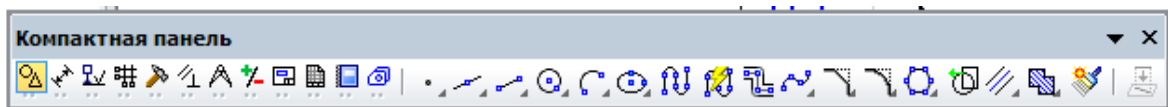


Рисунок 1-8 – Компактная панель

По умолчанию в окне КОМПАСА отображается системная компактная панель, содержащая инструментальные панели для создания и редактирования объектов, присущих документу данного типа.

Вы можете изменять состав системной компактной панели. Рядом с кнопками переключения находятся маркеры перемещения. Чтобы извлечь из системной компактной панели какую-либо инструментальную панель, «перетащите» соответствующий ей маркер мышью за пределы системной компактной панели.

Отпустите кнопку мыши. На экране появится выбранная инструментальная панель. Соответствующая ей кнопка переключения на системной компактной панели исчезнет.

Если инструментальная панель извлечена из компактной, то ее отображение можно включать и отключать с помощью соответствующей команды подменю **Вид — Панели инструментов** или диалога **Панели инструментов**

Любые инструментальные панели, кроме панелей **Стандартная**, **Вид**, **Текущее состояние**, а также компактных панелей, можно объединить в пользовательскую компактную панель.

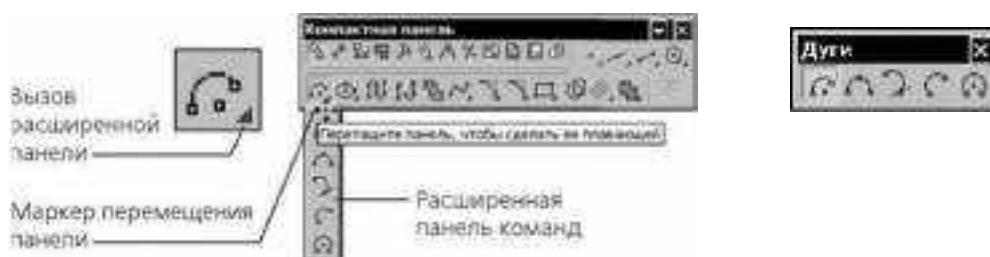
Для этого нажмите и удерживайте клавишу <Alt>, а затем «перетащите» мышью за заголовок одну панель на другую. Когда во время наложения панелей рядом с курсором появится знак «+», отпустите кнопку мыши, а затем — клавишу <Alt>. Будет сформирована пользовательская компактная панель. Ей автоматически присваивается название «Компактная панель № N», где N — порядковый номер пользовательской компактной панели.

Чтобы вернуть или добавить инструментальную панель в состав компактной панели, «перетащите» заголовок первой так, чтобы «наложить» ее на последнюю, удерживая клавишу <Alt>. После появления знака «+», отпустите кнопку мыши и клавишу. Инструментальная панель будет включена в компактную.

Расширенные панели команд

Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется **расширенная панель**, включающая в себя все команды данной группы. Например, расширенная панель, вызываемая кнопкой **Дуги** панели **Геометрия**, содержит команды построения дуг различными способами: по трем точкам, касательной к кривой и других.

Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд, отмечены



маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

Рисунок 1-9 – Расширенная панель команд

Расширенная панель команд может быть преобразована в отдельную панель, имеющую обобщенный заголовок, например, **Дуги**.

✚ Чтобы отделить расширенную панель от инструментальной, выполните следующие действия. Вызовите на кнопке команды расширенную панель и, не отпуская левую кнопку мыши, подведите курсор к маркеру перемещения — рельефной линии у границы панели. После того как курсор примет вид четырехсторонней стрелки, отпустите

кнопку мыши — расширенная панель должна оставаться на экране. Нажмите левую кнопку мыши вновь и «перетащите» панель за маркер перемещения в любое место экрана.

Чтобы удалить отделенную расширенную панель с экрана, закройте ее, а чтобы вернуть — создайте вновь.

Отделенные расширенные панели не могут включаться в состав компактных панелей; в расширенных панелях нельзя изменять состав кнопок и порядок их расположения.

Одни и те же команды на отделенных расширенных панелях и инструментальных панелях являются равноправно доступными для вызова. В то же время расширенные панели могут использоваться в отсутствие на экране инструментальной панели, из которой они созданы.

Контекстные меню и контекстные панели

Контекстное меню появляется на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню зависит от объекта, на который указывал курсор во время нажатия кнопки мыши, и от выполняемого действия. При этом в меню собраны команды, наиболее типичные для данного момента работы.

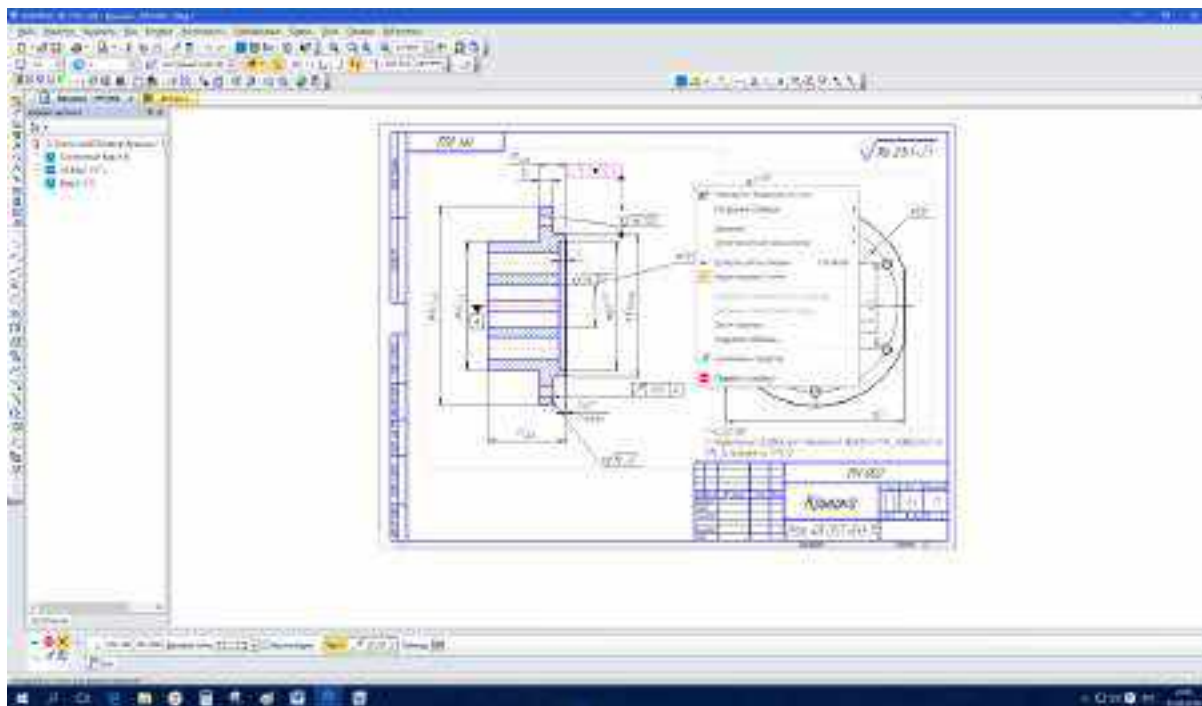


Рисунок 1-10 – Контекстное меню

а) для нескольких выделенных геометрических объектов,

б) для выделенного фрагмента текста

Контекстная инструментальная панель появляется на экране:

- ▼ при выделении объектов в окне документа,
- ▼ при выделении объектов в Дереве чертежа или в Дереве построения модели,
- ▼ при щелчке мышью в свободном месте документа,
- ▼ при вызове контекстного меню, кроме случаев вызова контекстного меню во время работы какой-либо команды.

Контекстная панель включает кнопки вызова наиболее часто используемых команд. Состав панели зависит от типа выделенного объекта, от типа документа и от текущего режима работы.

Не предусмотрено появление контекстной панели при выделении следующих объектов:

- ▼ обозначения для строительства,
- ▼ обозначения для машиностроения, кроме линии-выноски и обозначения позиции,
- ▼ радиальный размер с изломом и размер высоты,
- ▼ OLE-вставка.

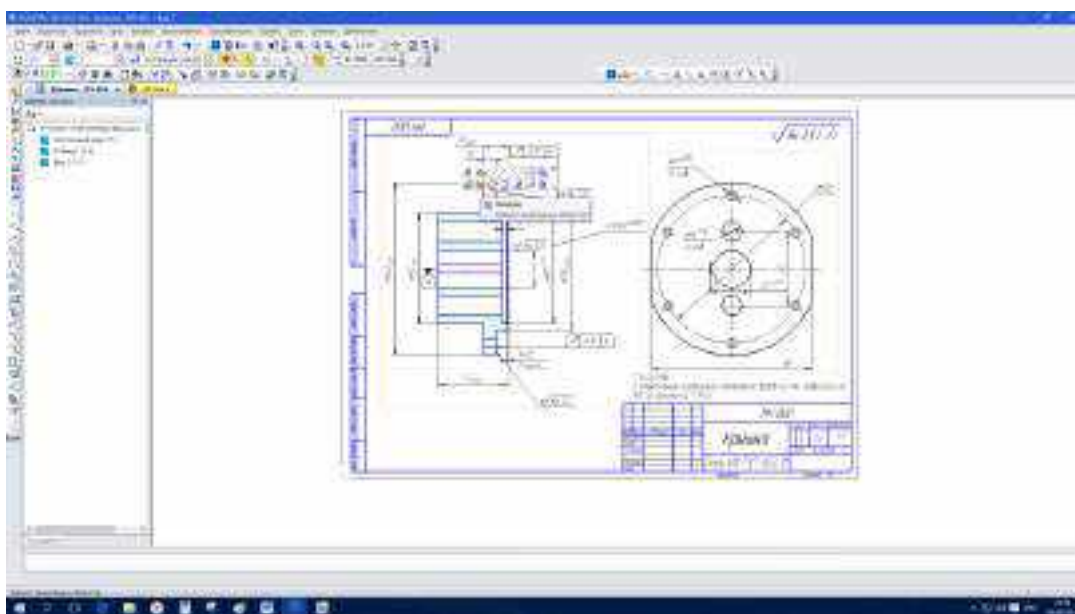


Рисунок 1-11 – Контекстная панель

Вы можете настроить состав контекстной панели. Для этого служит кнопка Настройка интерфейса в правой части панели.

Кроме того, вы можете настроить отображение контекстной панели (в том числе отключить ее появление в документах того или иного типа). Для этого вызовите команду Сервис — Параметры... — Система — Общие — Контекстная панель.

При выделении библиотечного макроэлемента появление контекстной панели и ее состав зависят от настройки, выполненной в диалоге Редактирование библиотечных макроэлементов.

Контекстная панель, появляющаяся при вызове контекстного меню, не содержит кнопки Настройка интерфейса.

Контекстная панель отображается полупрозрачной, а при наведении на нее курсора становится непрозрачной. Если отвести курсор от выделенного объекта или вызвать какую-либо команду, контекстная панель исчезает.

Удобство работы с контекстными меню и панелями обеспечивается тем, что в них сгруппированы команды, находящиеся в разных разделах Главного меню, но часто использующиеся при работе. Кроме того, вызов команд ускоряется, так как контекстное меню появляется на экране в том месте, где его вызвали щелчком мыши, а контекстная панель — рядом с курсором.

Чтобы закрыть контекстное меню и/или контекстную панель, нажмите клавишу <Esc>.

Системы координат и единицы измерения в документах

Системы координат

При работе в КОМПАС 3D используются стандартные правые декартовы системы координат.

В каждом графическом документе и документе-модели присутствует абсолютная система координат. Ее удаление из документа невозможно.

В трехмерной модели система координат определяет координатные плоскости. Система координат условно показывается на экране в виде трех ортогональных отрезков, а плоскости — в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях. При необходимости возможно создание локальных систем координат.

Система координат в графическом документе лежит в плоскости, параллельной экрану, и отображается в виде двух ортогональных стрелок. При необходимости возможно создание локальных систем координат.

Единицы измерения

В КОМПАС используется стандартная метрическая система мер.

Умолчательная единица измерения длины — миллиметр.

В этих единицах задаются и отображаются линейные параметры (например, длина отрезка, радиус окружности, величина сдвига) на Панели свойств, значения в размерных надписях линейных размеров, координаты курсора и т.д.

Для графических документов можно установить другую единицу измерения длины — сантиметр или метр.

Умолчательная единица измерения угла — градус.

В этих единицах задаются и отображаются угловые параметры (например, угол раствора дуги или угол поворота копии объекта) на Панели свойств. Можно установить другие единицы измерения углов для полей Панели свойств — градусы, минуты и секунды или радианы.

Значения в размерных надписях угловых размеров по умолчанию отображаются в градусах. Можно установить другой способ отображения — в градусах и минутах или в градусах, минутах и секундах.

При вычислении массо-центровочных характеристик можно управлять представлением результатов, выбирая нужные единицы непосредственно в процессе измерения (килограммы или граммы — для массы; миллиметры, сантиметры, дециметры или метры — для длины).

При черчении в КОМПАС пользователь всегда оперирует реальными размерами объектов (в масштабе 1:1), а размещение изображения на чертеже нужного формата выполняется путем выбора подходящего масштаба вида.

Дерево чертежа

Дерево чертежа— представленная в графическом виде последовательность создания видов в текущем чертеже.

Управление отображением окна Дерева чертежа производится командой Вид — Дерево чертежа. Когда показ Дерева включен, рядом с названием команды в меню отображается «галочка».

Если открыто несколько окон одного чертежа, показ Дерева может быть включен или выключен в любом из них.

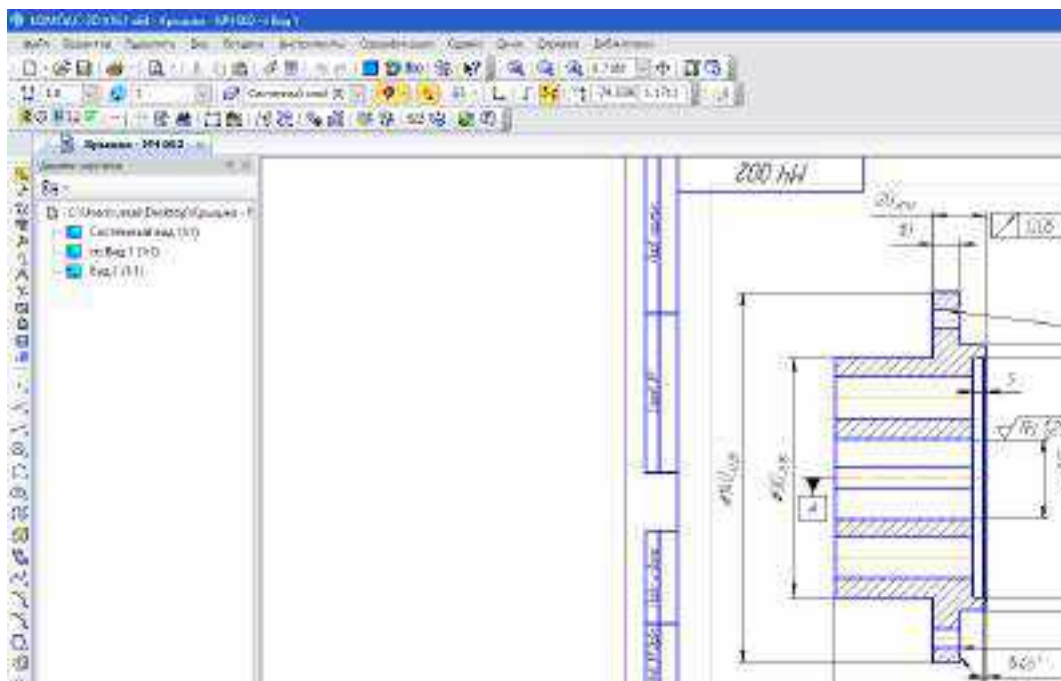


Рисунок 1-12 – Дерево чертежа

Дерево чертежа располагается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна чертежа. Вы можете изменить размер окна Дерева, перетаскивая мышью его углы или границы.

В Дереве чертежа отображаются виды в порядке их создания.

Слева от названия вида в Дереве может отображаться пиктограмма со значком «+». Щелчок мышью на этом значке позволяет просмотреть подчиненные виду объекты — макроэлементы, вставки видов и фрагментов, а для ассоциативного вида также модель, изображение которой содержится в виде, и местные разрезы (если они есть в виде).

Каждый вид автоматически возникает в Дереве сразу после того, как он создан в чертеже. Название присваивается видам также автоматически. Оно содержит имя вида и его масштаб. Например, «Системный вид (1:1)», «Вид 1 (2:1)» и т.д.

Состояние вида (текущий, фоновый или погашенный) показывается в Дереве чертежа справа от пиктограммы вида буквой «т», «ф» или «п» в круглых скобках.

В Дереве чертежа отображаются также имеющиеся в чертеже макроэлементы, вставки видов и фрагментов.

Управление показом тех или иных типов объектов в Дереве производится кнопкой Состав Древа чертежа, расположенной в верхней части окна.

При выделении элементов Древа чертежа (моделей и видов) в окне чертежа подсвечиваются соответствующие объекты.

Используя контекстное меню элементов Древа чертежа, можно управлять состоянием и некоторыми параметрами изображения. Например, команды контекстного меню Вид позволяют разрушать или удалять вид, команды контекстного меню вставки фрагмента редактировать вставку.

Типы документов

Тип документа, создаваемого в системе КОМПАС 3D, зависит от рода информации, которую предполагается хранить в этом документе.

Каждому типу документа соответствует расширение имени файла и собственная пиктограмма.

Трехмерные модели

Деталь

Деталь — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций.

Файл детали имеет расширение m3d.

Сборка

Сборка—модель изделия, состоящего из нескольких деталей с заданным взаимным положением.

В состав сборки могут также входить другие сборки (подсборки) и стандартные изделия. Файл сборки имеет расширение a3d.

Технологическая сборка

Технологическая сборка — сборка, содержащая технологические данные, например, результат пересчета размеров модели с учетом допусков, технологические объекты (центровые отверстия, отверстия для крепления и т.п.), технологические модели (люнетты, центры, инструменты и прочая оснастка).

Файл технологической сборки имеет расширение t3d.

Графические документы

Чертеж

Основной тип графического документа в КОМПАС 3D — чертеж. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные элементы оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т.д.). Чертеж КОМПАС может содержать один или несколько листов. Для каждого листа можно задать формат, кратность, ориентацию и др. свойства. В файле чертежа КОМПАС могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы.

Файл чертежа имеет расширение sdw.

Фрагмент

Вспомогательный тип графического документа в КОМПАС — фрагмент. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельный лист (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах.

Файл фрагмента имеет расширение frw.

Текстовые документы, спецификации

Спецификация

Спецификация — документ, содержащий информацию о составе сборки, представленную в виде таблицы. Спецификация оформляется рамкой и основной надписью. Она часто бывает многостраничной.

Файл спецификации имеет расширение spw.

Текстовый документ

Документ, содержащий преимущественно текстовую информацию — текстовый документ. Текстовый документ оформляется рамкой и основной надписью. Он часто бывает многостраничным. В текстовом документе могут быть созданы пояснительные записки, извещения, технические условия и т.п.

Файл текстового документа имеет расширение kdw.

Тема 1 Создание сборок в Компас 3d

Практическая работа №1

Создание сборки

Цель работы: изучить процесс создания 3d модели сборки, ассоциативного сборочного чертежа, подключения и редактирования спецификации; познакомиться с процессом разнесения сборки.

Порядок выполнения работы

Исходное задание выглядит следующим образом.

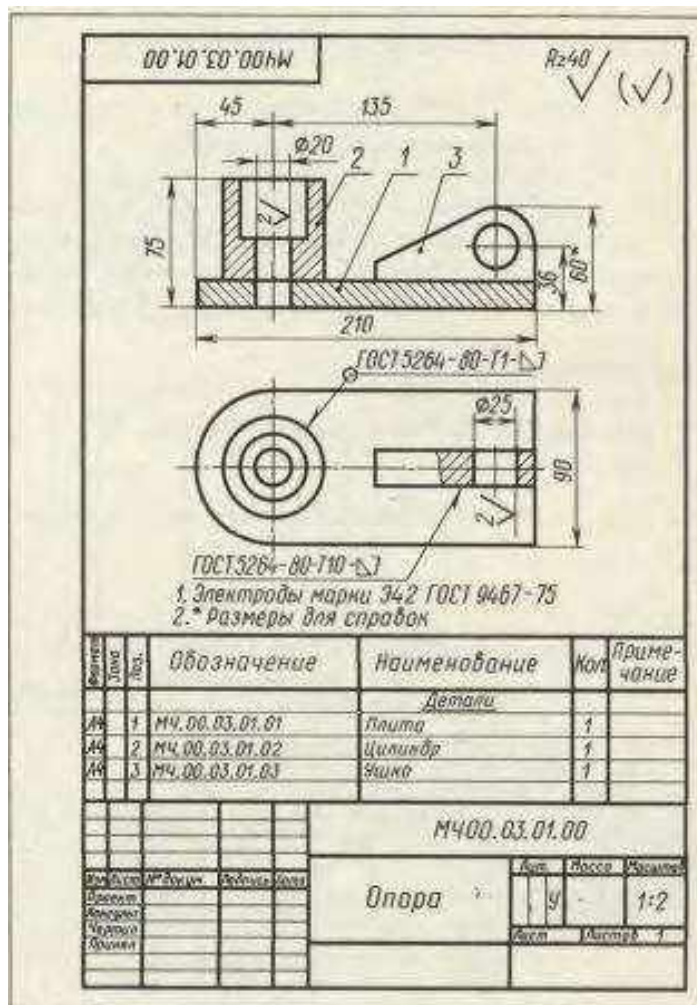


Рисунок 2-1 – Исходное задание

Создание сборки

Для создания сборки, необходимо выполнить 3d модели всех деталей, входящих в нее.

Желательно все документы, относящиеся к сборке сохранять в одной папке.

Для каждой детали добавляем объект спецификации: Спецификация→Добавить объект→Детали→Создать.

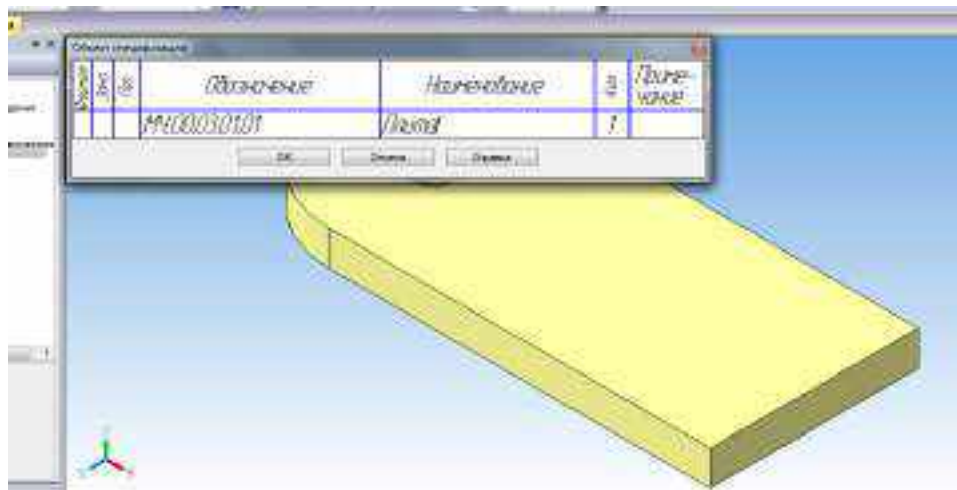


Рисунок 2-2 – Добавление спецификации

Создаем сборку: ориентация XYZ, первой вставляем Плиту, затем Цилиндр и Ушко.

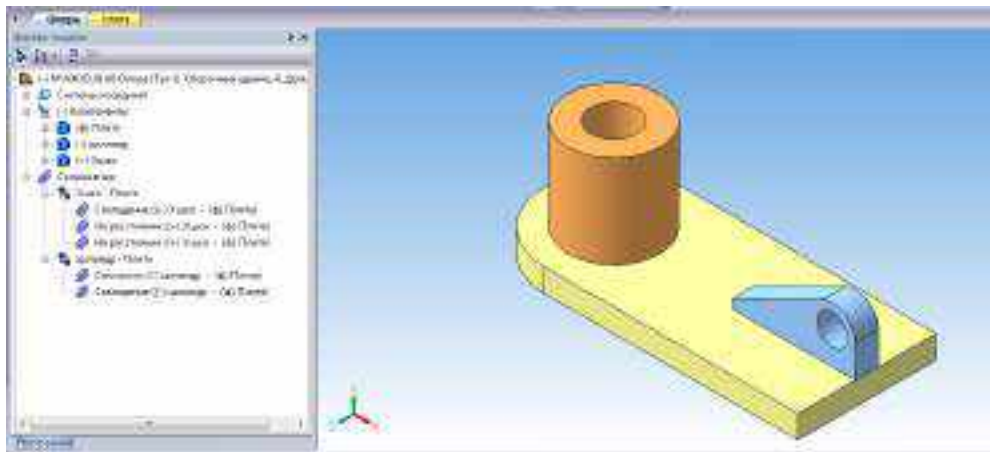


Рисунок 2-3 - Сборка

Затем создаем объекты спецификации для сборки: Спецификация→Создать объекты спецификации.

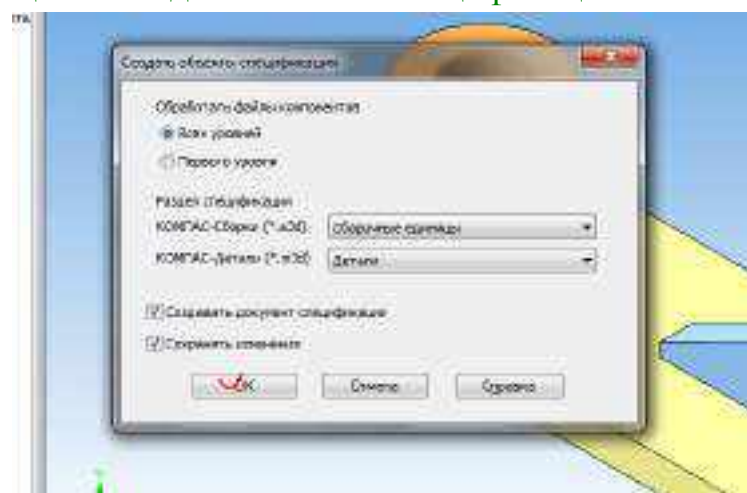


Рисунок 2-4 – Создание объектов спецификации

Теперь в папке с документами на сборку появился новый документ — спецификация, содержащая сведения о компонентах сборки.

Детали			
1	M4.00.03.01.01	Плита	1
2	M4.00.03.01.02	Цилиндр	1
3	M4.00.03.01.03	Чужа	1

Рисунок 2-5 - Спецификация
Сборочный чертеж сварного соединения

Создадим ассоциативный сборочный чертеж изделия Опора.

Отключаем вид слева изделия и вставляем два вида в поле чертежа формата А4.

Как видите, виды слишком громоздки, поэтому установим для них масштаб 1:2. Выделяем их, в контекстном меню (ПКМ) выбираем команду Масштаб, выбираем 1:2.

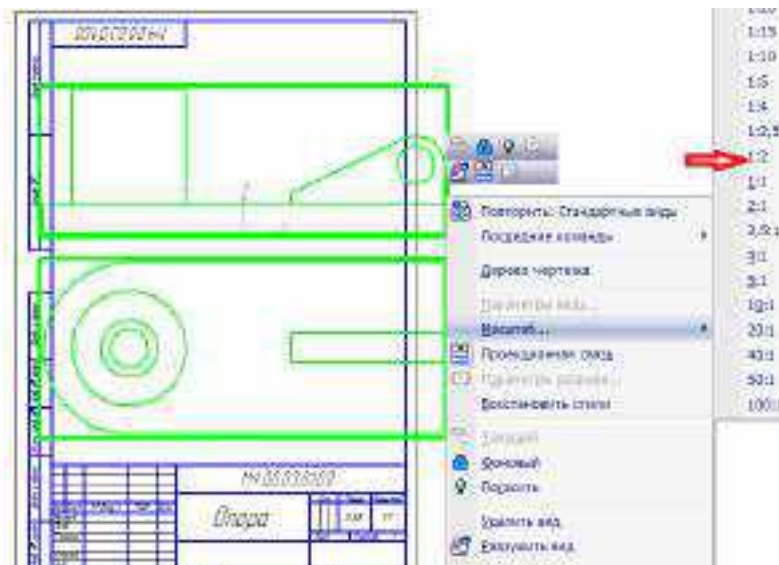


Рисунок 2-6 – Масштабирование чертежа

Вид спереди должен быть заменен фронтальным разрезом, поэтому удаляем его.

Создаем разрез.

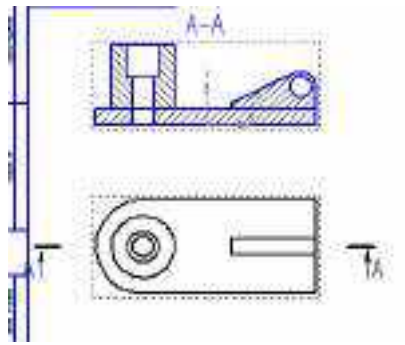


Рисунок 2-7 - Разрез

Этот разрез необходимо откорректировать, т. к. ушко не должно быть заштриховано.


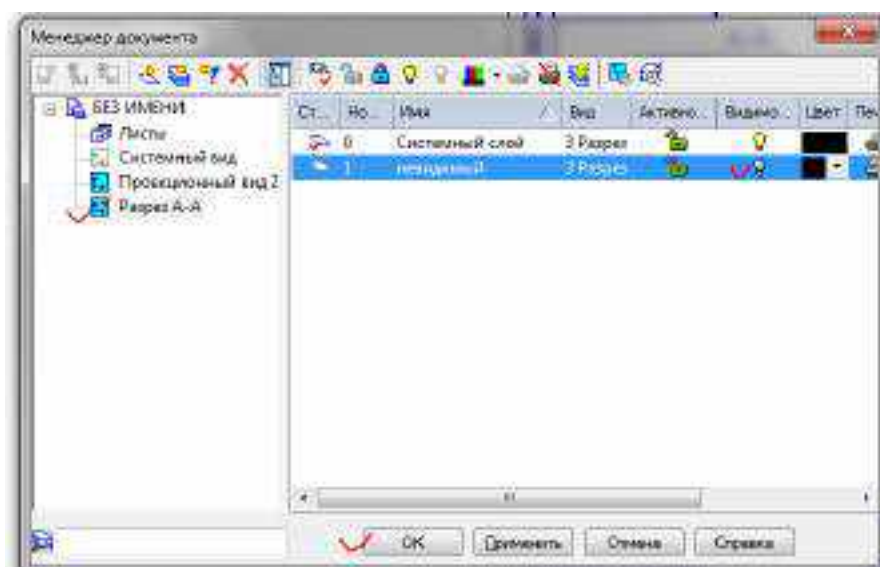
Вызываем окно Дерево чертежа: Вид→Дерево чертежа. Добираемся до компонента Ушко и в Контекстном меню выбираем команду Не разрезать. Перестраиваем сборку 



Рисунок 2-8 – Исключение компонента из разреза

Также необходимо удалить буквенное обозначение разреза и следа секущей плоскости. Для этого создаем невидимые слои, на которые переносим эти обозначения.



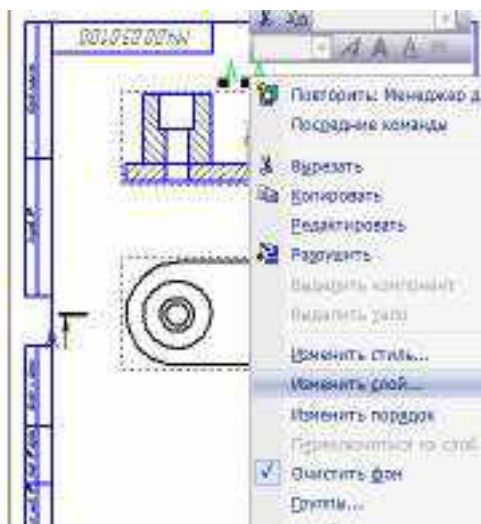


Рисунок 2-9 – Создание слоя и скрытие буквенного отображения разреза
Работа со спецификацией

Теперь расставляем позиции деталей на чертеже произвольно, мы их отредактируем позже.

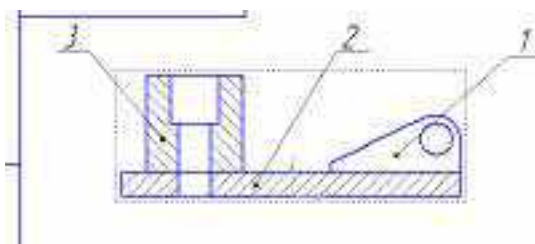



Рисунок 2-10 - Позиции

Чтобы отредактировать позиции на чертеже сварного соединения нужно связать его с файлом спецификации. Открываем спецификацию, вызываем окно **Управление сборкой**  → жмем «+» **Подключить документ** и добавляем ссылку на сборочный чертеж.

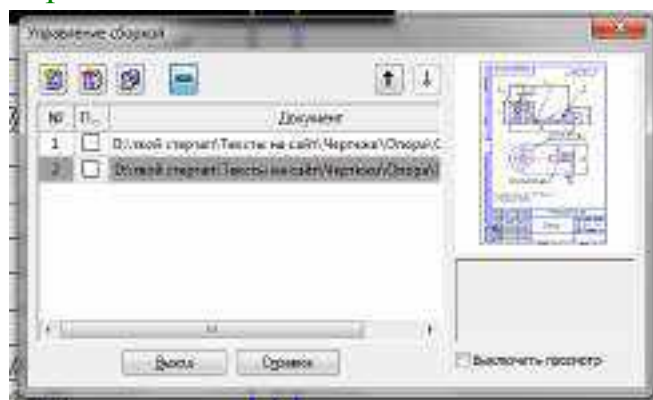


Рисунок 2-11 – Подключение документа

Синхронизируем позиции

Для того чтобы позиции на чертеже и спецификации были одинаковыми синхронизируем их.

Оставляем открытыми только файлы чертежа сварного соединения и спецификации на него. В меню Окно выбираем расположение окон Мозаика вертикально. На сборочном чертеже выделяем позицию Ушка и в спецификации выделяем соответствующую строку. Далее нажимаем на кнопку **Редактировать состав объекта**→**выбираем сборочный чертеж**→**Добавить**.

Повторяем процедуру для всех позиций, при этом позиции на чертеже перенумеровываются автоматически.

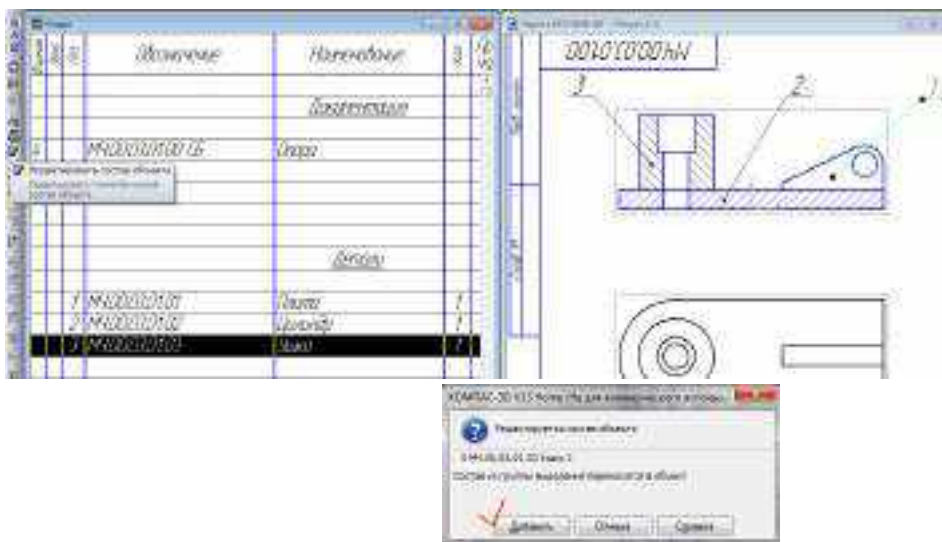


Рисунок 2-12 – Редактирование состава объекта

В спецификацию необходимо добавить раздел Документация, а в него сборочный чертеж. Нажимаем кнопку Добавить раздел, выбираем раздел Документация- Создать. На панели свойств выбираем вкладку Документы и загружаем сборочный чертеж. Соглашаемся взять данные из основной надписи.



Рисунок 2-13 – Добавление раздела Документация

Сделаем еще одно важное дело — добавим к позициям спецификации ссылки на созданные нами модели деталей. После добавления, указывая

позицию детали в спецификации, Компас будет подсвечивать эту деталь на чертеже. Это очень удобно при работе с большими сборочными чертежами.

Для этого выделяем позицию плиты в спецификации → на панели свойств жмем вкладку Документы → «+» Добавить документ → выбираем файл с моделью плиты → добавляем ссылку. Для остальных деталей поступаем аналогично.

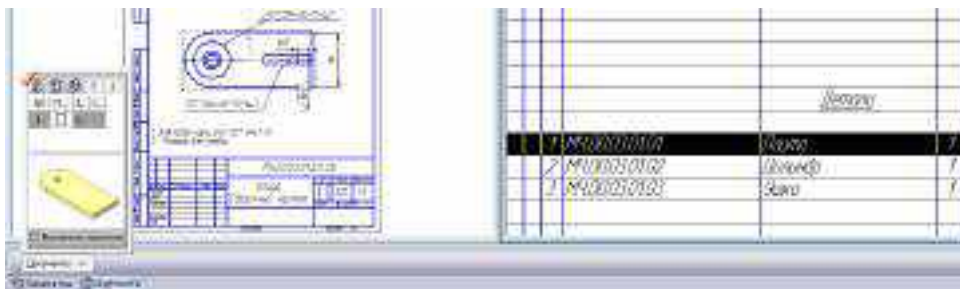


Рисунок 2-14 – Добавление ссылок на файлы документов в спецификации


Теперь, нажав на кнопку Показать состав объекта  и выделив строку с позицией детали, эта деталь будет подсвечена зеленым на чертеже.



Рисунок 2-15 – Состав объекта

На этом работу над спецификацией можно закончить.



Рисунок 2-16 - Спецификация

Остается дооформить сборочный чертеж сварного соединения опоры.

Проводим осевые, проставляем размеры, шероховатость поверхности и обозначаем сварные швы.

Обозначение сварных швов на чертеже.

Цилиндр, ушко и плита соединены стандартным сварным тавровым швом, когда торец одной детали соединяется с боковой поверхностью другой детали.

Для обозначения такого шва применяется выноска со стрелкой, имеющей одну засечку. Обозначение включает в себя ГОСТ на шов, вид шва, знак, обозначающий размер катета и сам размер.

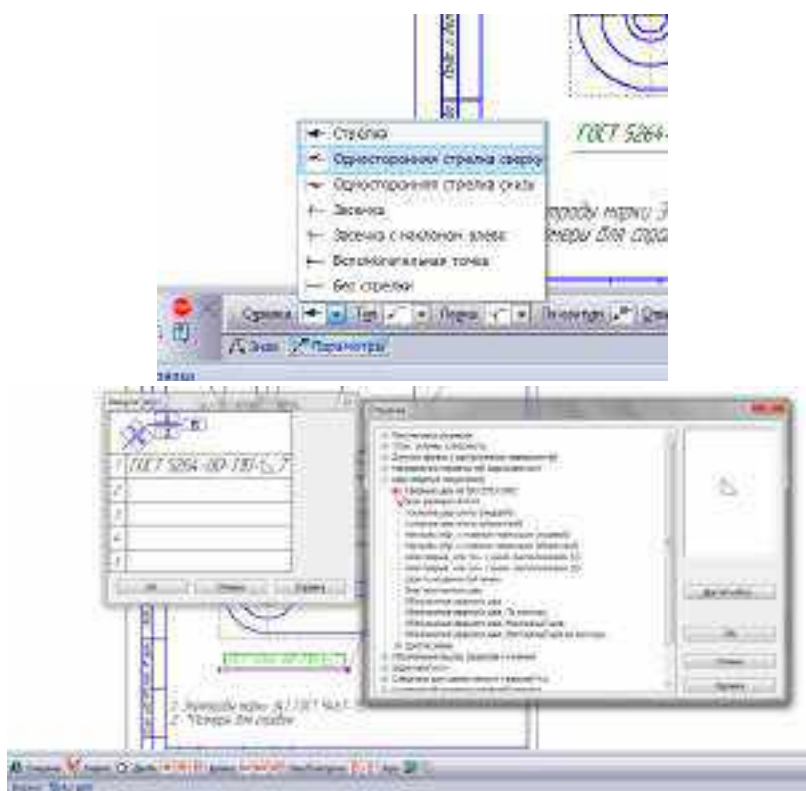


Рисунок 2-17 – обозначение шва сварного соединения

На условном изображении шва, соединяющего цилиндр с плитой добавляется знак шва по замкнутой линии.

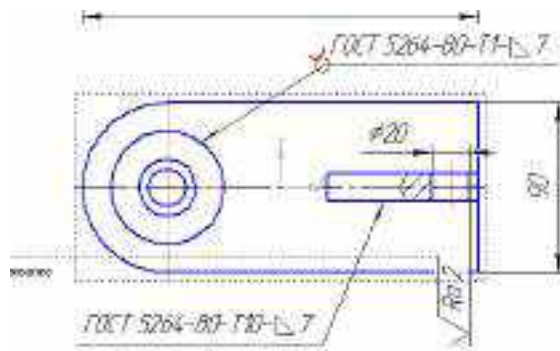


Рисунок 2-18 – Добавление знака
Окончательно **чертеж сварного соединения** выглядит так.

ГОСТ 5264-80-T1-7

ГОСТ 5264-80-T10-7

ГОСТ 5264-80-T1-7

ГОСТ 5264-80-T10-7

1. Электроды марки Э42 ГОСТ 9467-75
2. *Размеры для справок

М4.00.03.01.00 СБ

Опора
Сборочный чертёж

Лист	Масса	Масштаб
3.35	12	

Лист 1 из 1

Формат А4

Рисунок 2-19 – Готовый чертёж

Разнесение сборки

Для примера построим несложную сборку кривошипа, входящего в состав кривошипно-шатунного механизма, и преобразующего поступательное движение поршня во вращательное движение вала.

Сборка состоит из деталей: палец, плечо, вал; стандартных изделий: шпонки, болта, шайбы и гайки.

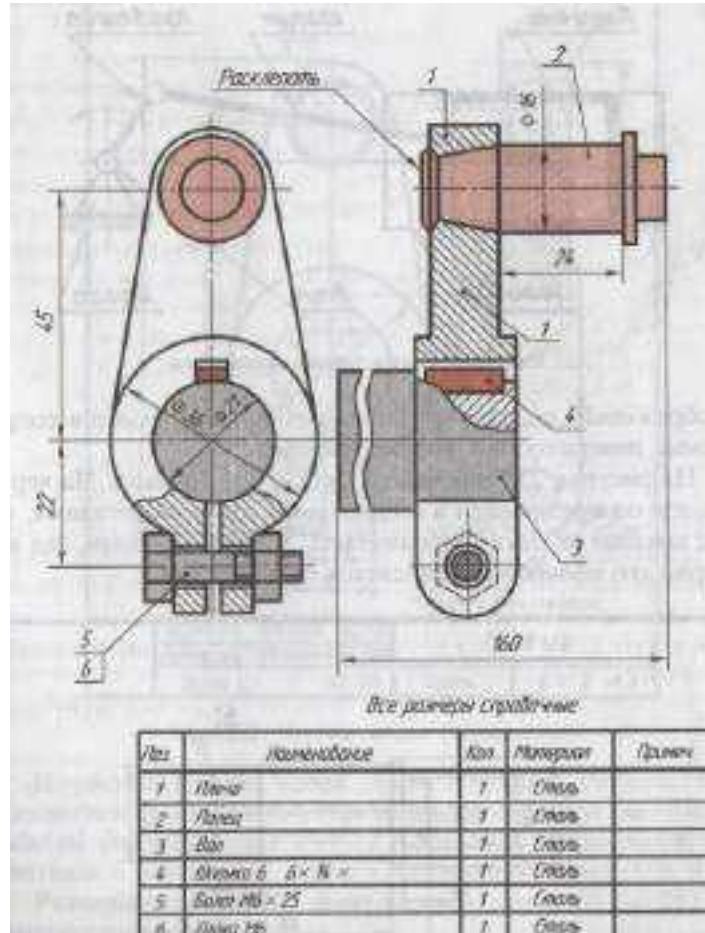


Рисунок 2-20 – Сборочный чертеж

Готовая 3d сборка выглядит следующим образом.

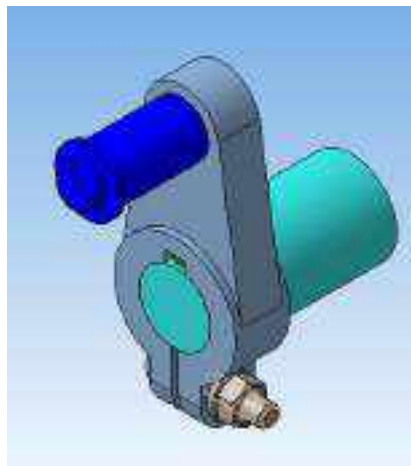


Рисунок 2-21 – Сборка в Компас


Разнесение сборки

Сборка обычно не дает ясного представления о составе и взаимном расположении деталей. Для наглядности и облегчения восприятия сборки применяется разнесенный вид — в нем детали раздвигаются в пространстве.

Разнесение включается кнопкой Разнести 

Сейчас эта кнопка не активна, предварительно необходимо создать разнесенный вид.

Задание параметров разнесения происходит в меню **Сервис — Разнести компоненты — Параметры**

Процесс разнесения выполняется по шагам. На панели свойств открываем окно Шаг разнесения, ждем кнопку Добавить шаг 

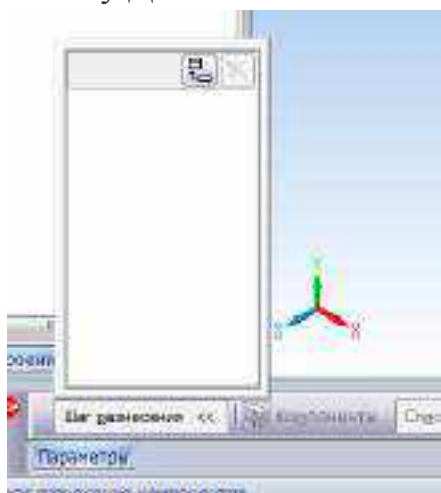


Рисунок 2-22 – Добавление шага разнесения

Затем указываем компоненты сборки, которые будем разносить. Щелкаем по переключателю Компоненты и в дереве сборки выбираем Палец.

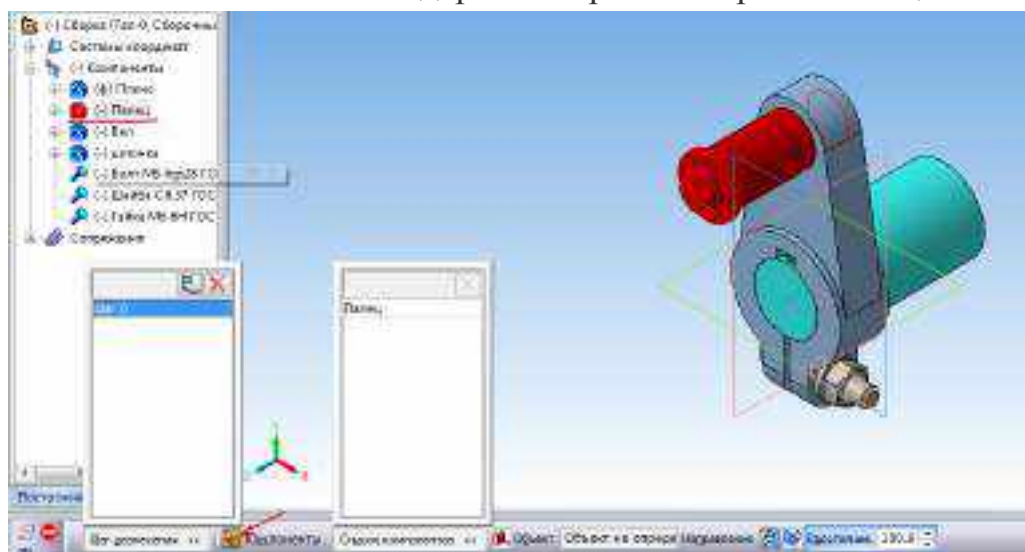


Рисунок 2-23 – Добавление компонента для разнесения

Теперь указываем направление разнесения, нажав по переключателю Объект. Палец «отодвигается» от передней грани Плеча в прямом направлении на 50 мм.

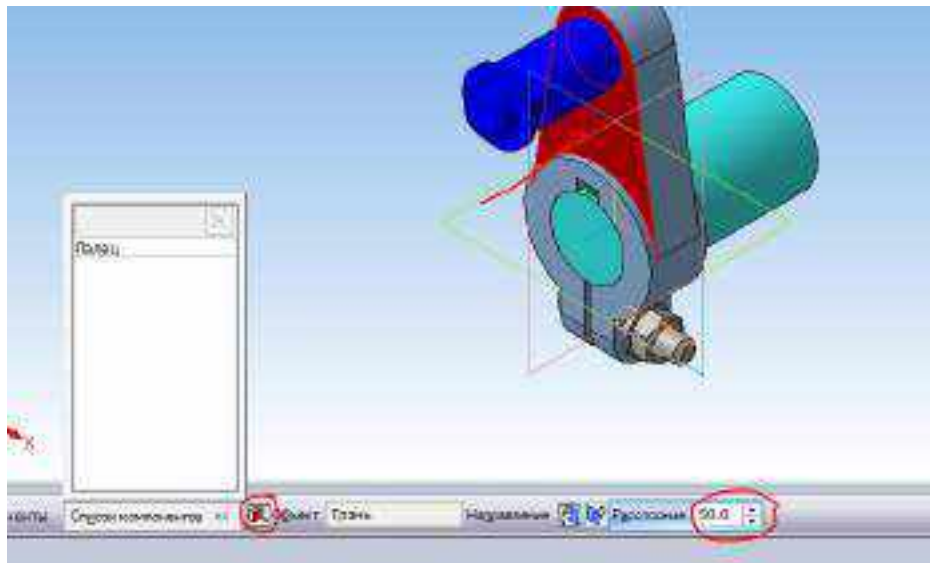


Рисунок 2-24 – Направление разнесения

Нажимаем кнопку Создать

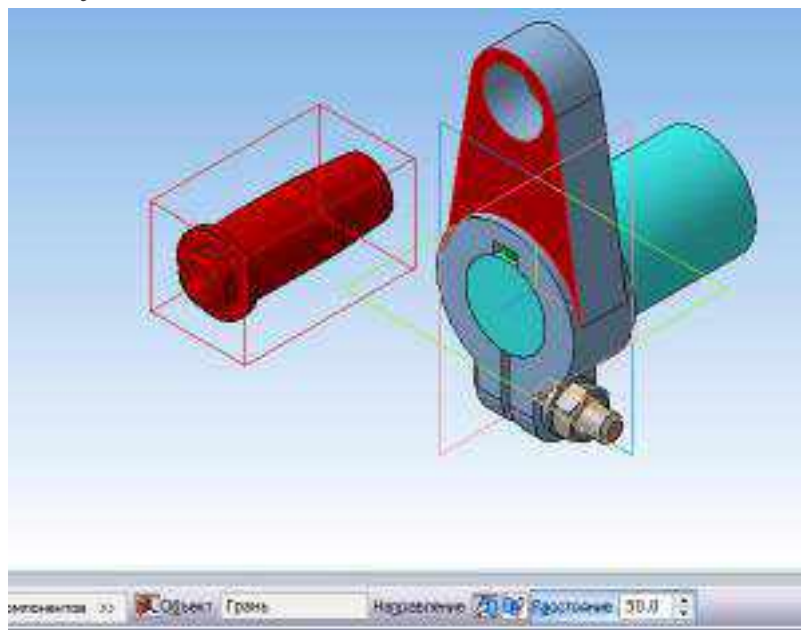


Рисунок 2-25 – Результат операции

Первый шаг выполнен.

Аналогично поступаем и для следующих этапов.

Шаг второй — отделение вала и шпонки от плеча.

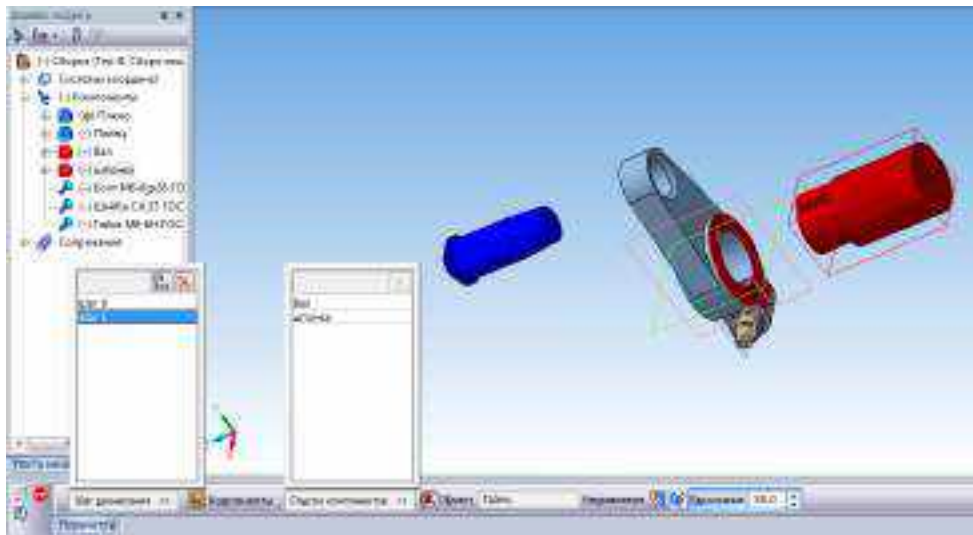


Рисунок 2-26 – Второй шаг

Шаг третий — отделение шпонки от вала. В качестве объекта указываем «дно» шпоночного паза. Направление — обратное.

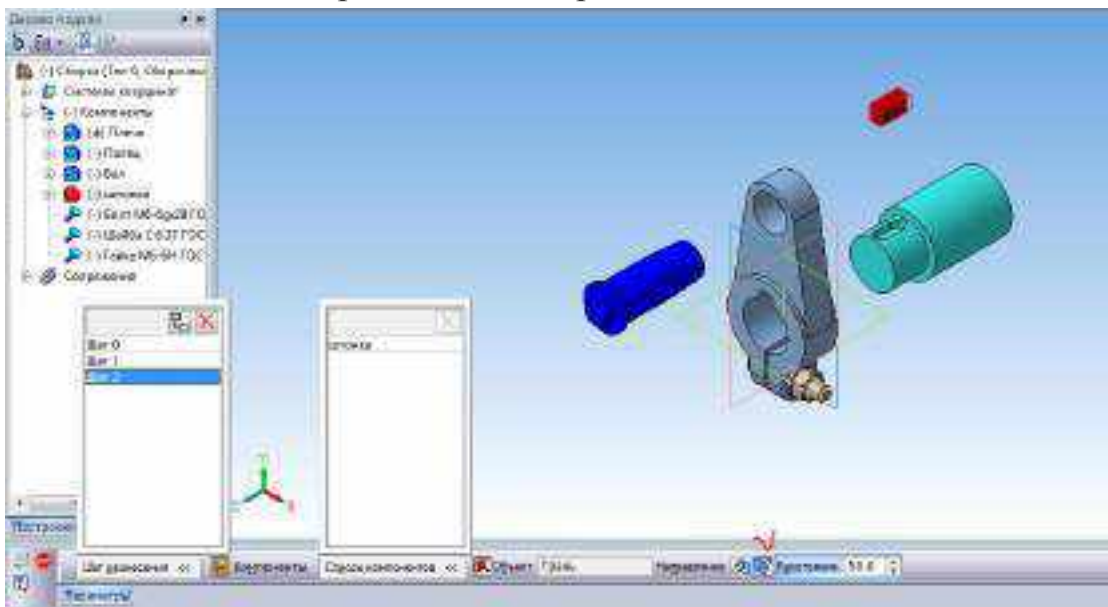


Рисунок – 2-27 – Третий шаг

Шаг четвертый — отделение гайки от болта.

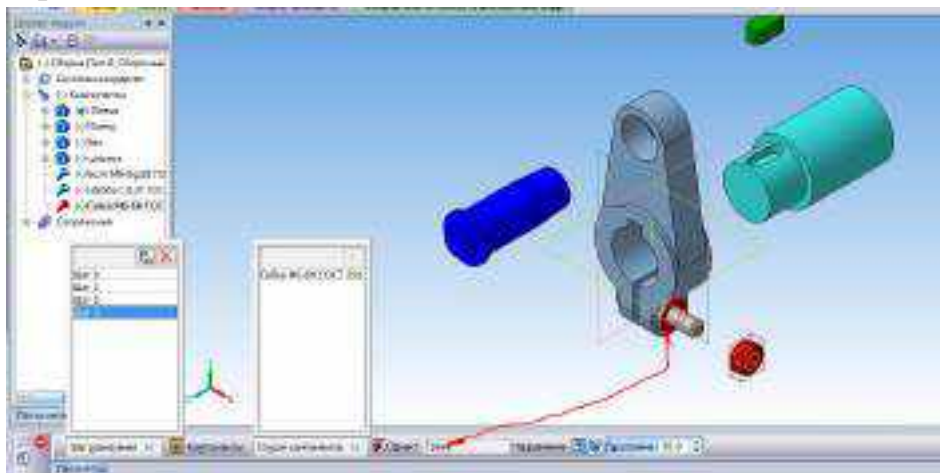


Рисунок 2-28 – Четвертый шаг

Пятый шаг — отделение шайбы от болта.

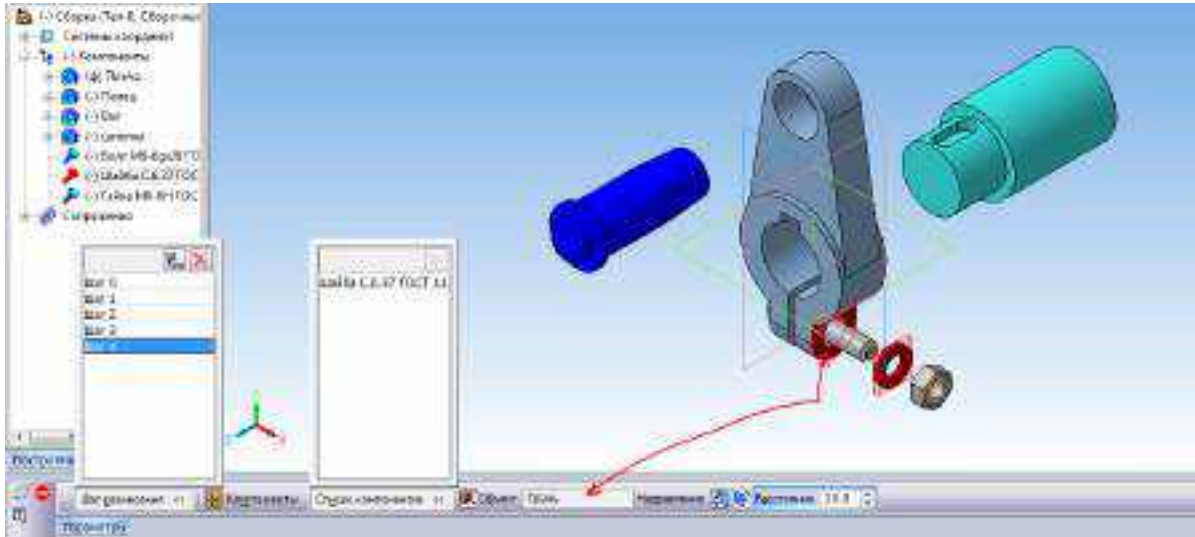


Рисунок 2-29 – Пятый шаг

И последний шаг — шестой — отделение болта от плеча.

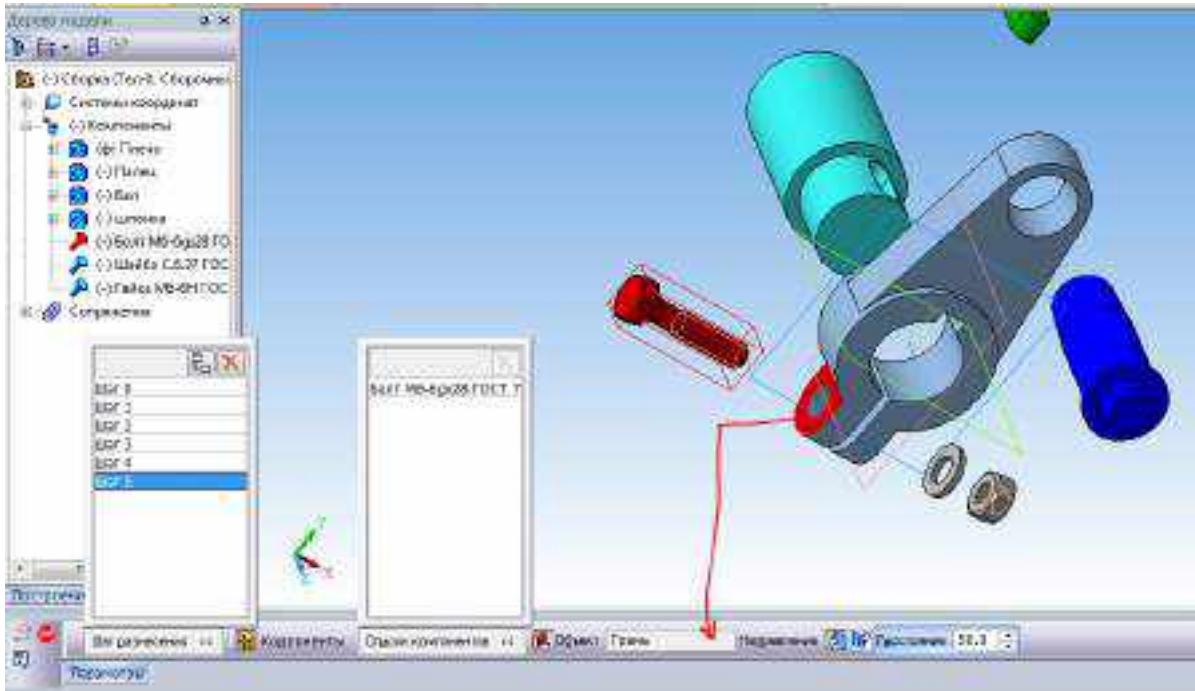


Рисунок 2-30 – Шестой шаг

Готово. Теперь при нажатии на кнопку Разнести, сборка будет отображаться в разнесенном виде.

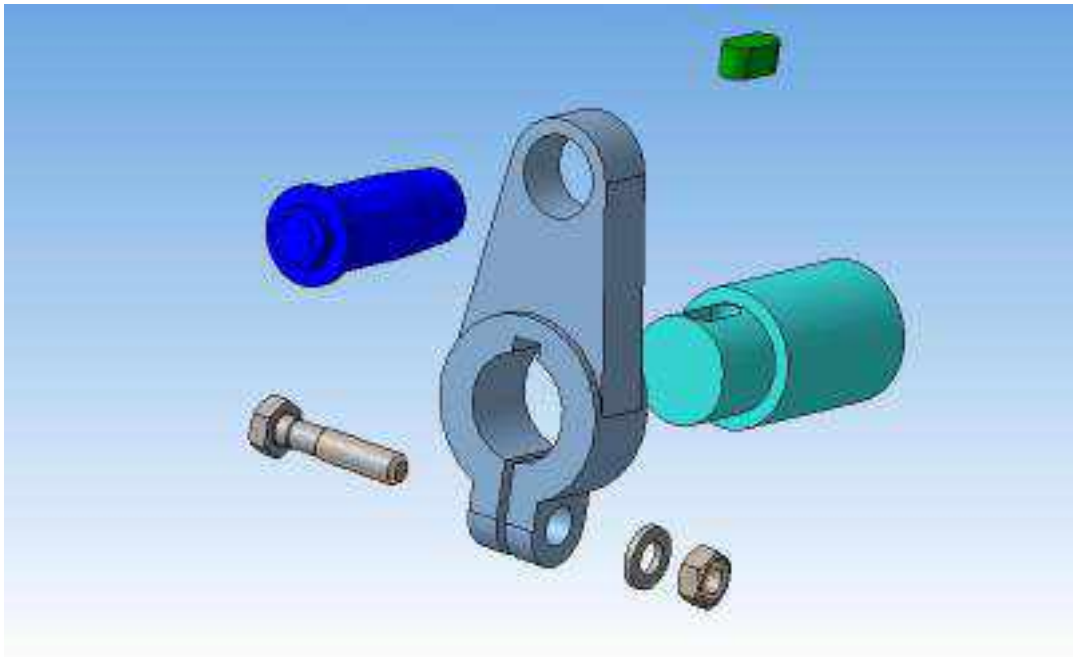



Рисунок 2-31 – Результат разнесения

Как видите, **разнести сборку** не так уж и сложно.

Помимо разнесения сборки можно также для наглядности сделать имитацию процесса сборки-разборки, воспользовавшись библиотекой анимации.

Сечение сборки

Для нашей сборки выполним вырез $\frac{1}{4}$, воспользовавшись командой сечение по эскизу.

Создаем на плоскости ZX эскиз, нажимаем на кнопку Сечение по эскизу. Наша сборка содержит детали, рассечение которых не требуется, т. к. они монолитны. Это палец, вал, шпонка и болтовое соединение. Для исключения этих деталей, нажимаем на кнопку Область применения Компоненты 

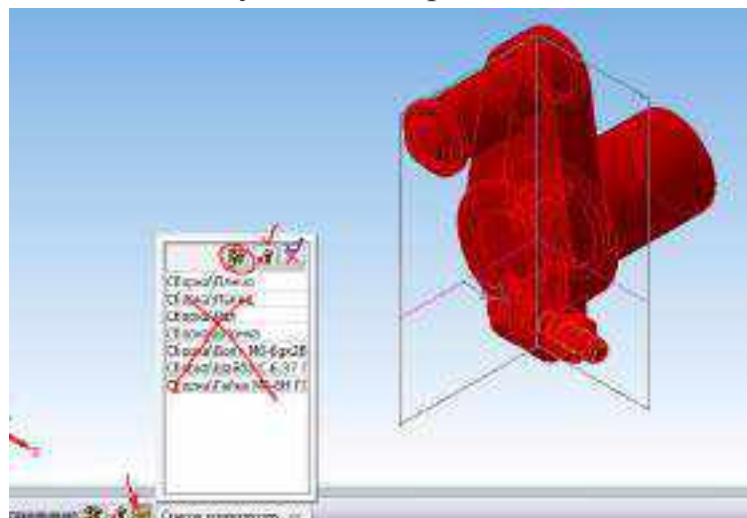


Рисунок 2-32 – Исключение деталей из сечения

Нажимаем переключатель Выбор компонентов, ждем кнопку Выбрать все или все, кроме библиотечных. В окошке удаляем ненужные компоненты, выделяем их и ждем на крестик.

Создаем сечение сборки.

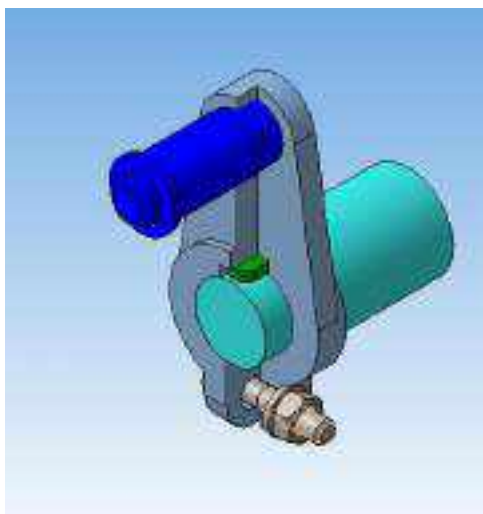


Рисунок 2-33 – Сечение сборки

Теперь состав сборки и взаимное расположение деталей в ней, представлены более наглядно.

Практическая работа №2 Создание анимации

Цель работы: познакомиться с процессом создания анимации в Компас 3d

Краткая теоретическая справка

Библиотека анимации (далее – Библиотека) предназначена для следующих целей:

- имитирование движений различных машин, устройств, механизмов и приборов, смоделированных в системе КОМПАС-3D,
- имитирование процессов сборки-разборки изделий,
- проверка возможных коллизий (соударений) компонентов в процессе движения деталей,
- создание видеороликов, демонстрирующих работу еще не существующих устройств, для презентаций или для интерактивных технических руководств (ИЭТР),
- создание двухмерных кинограмм (последовательных кадров) для подробного исследования движения механизмов

Библиотека работает в среде КОМПАС-3D версий от 10.0 и выше.

Библиотеку можно применять как в процессе проектирования изделий, так и в рекламных целях. В процессе проектирования можно оценить взаимное

движение различных звеньев механизмов, а также проконтролировать траектории для выявления коллизий, вызванных недостатками проектирования.

«Анимирование» изделий помогает сотрудникам ремонтно-эксплуатационных отделов предприятий быстро разобраться в устройстве изделия и научиться порядку сборки-разборки.

Порядок выполнения работы

Выполним создание анимации для сборки из практической работы №1.

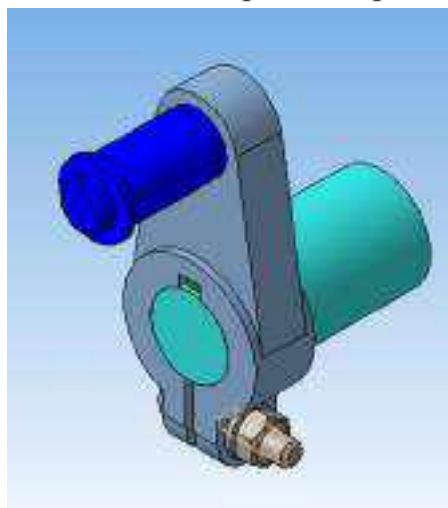


Рисунок 2-34 – Исходное задание

1. Для того, чтобы начать работу с библиотекой, нам необходимо собрать сборку таким образом, чтобы исключить сопряжения, мешающие перемещению ее компонентов.

Поэтому для Пальца, Вала и Шпонки устанавливаем одно сопряжение — Соосность. Совпадение делать не будем, т. к. оно мешает перемещению компонентов в продольном направлении.

Для болтового соединения в дереве сборки отключаем сопряжение Совпадения для болта и Плеча, шайбы и Плеча и шайбы и гайки — *Правая кнопка* — *Исключить из расчета*.

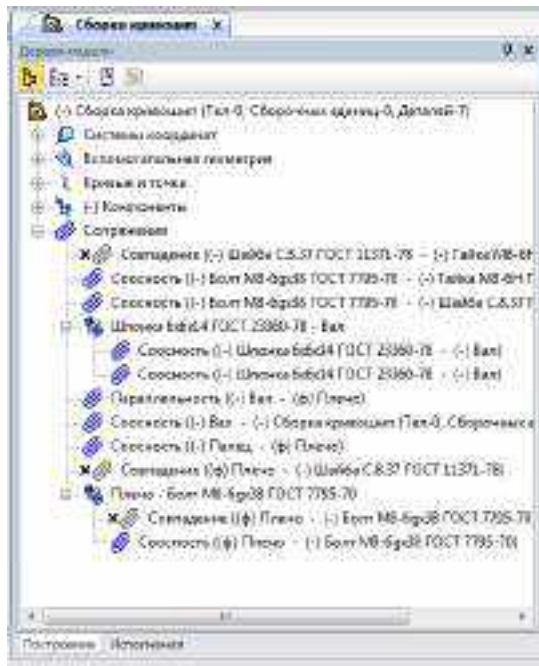



Рисунок 2-35 – Отключение сопряжений

2. Для вызова библиотеки нажимаем кнопку Менеджер библиотек  на Стандартной панели.

Прочие — Библиотека анимации (щелкаем левой кнопкой два раза).



Рисунок 2-36 – Вызов библиотеки анимации

3. В появившемся окошке переходим во вкладку Шаги, открываем ее и выбираем команду Запомнить начальное состояние, чтобы перед запуском анимации вернуть компоненты в состояние до разборки-сборки.

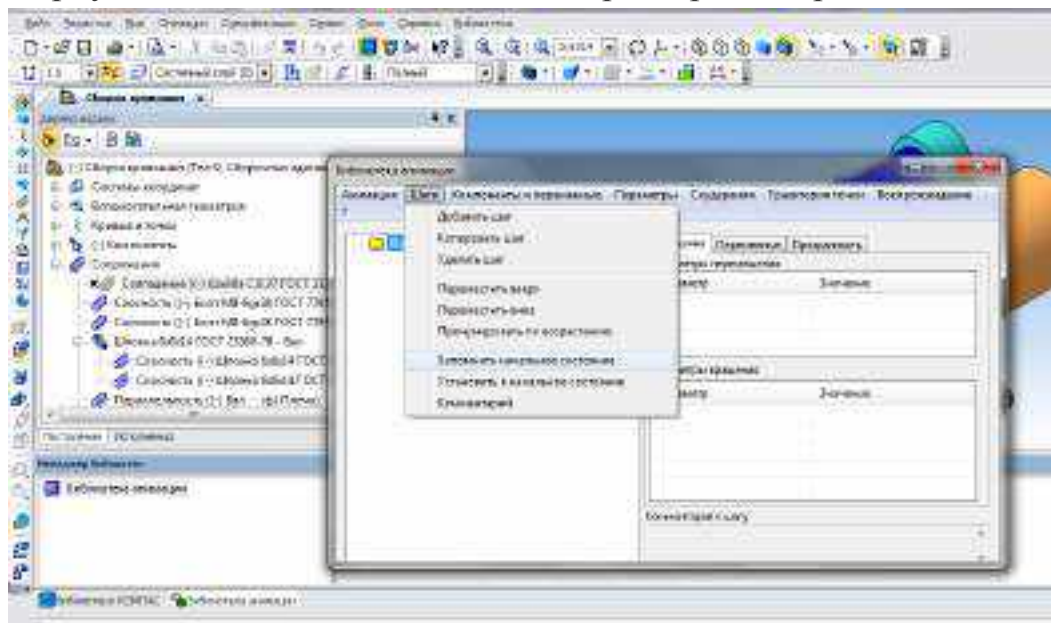


Рисунок 2-37 – Добавление шагов в окне анимации

4. Теперь можно добавлять компоненты в первый шаг: Компоненты и переменные — Выбрать компоненты — В дереве сборки.

Щелкаем по Пальцу.

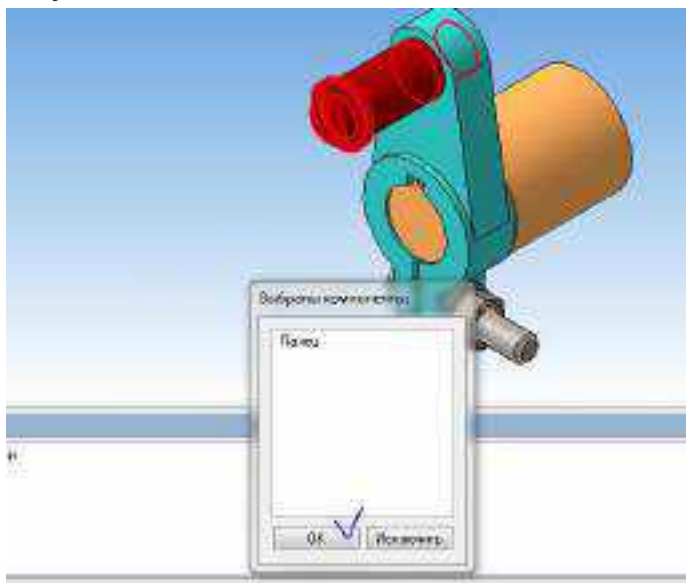


Рисунок 2-38 – Выбор компонента для перемещения

5. Затем выбираем его в Дереве анимации, переходим во вкладку *Параметры — Перемещение- Построить траекторию*.

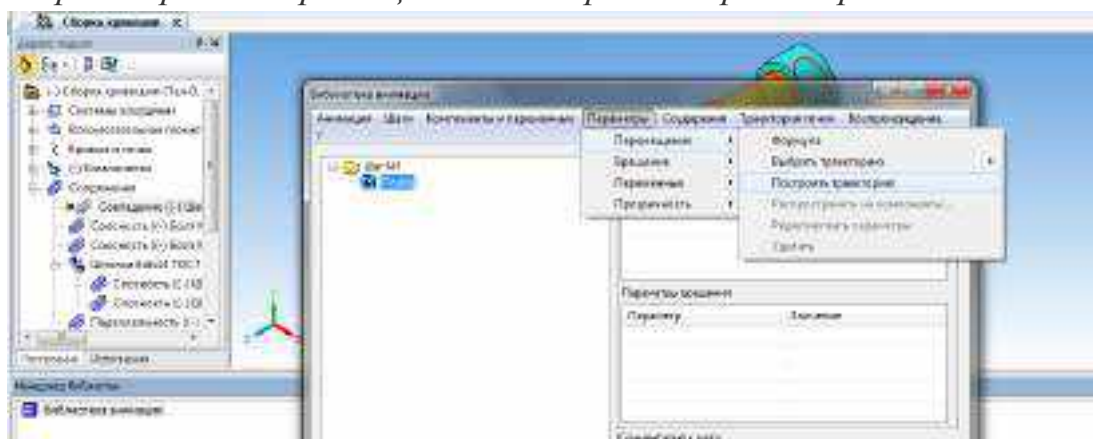


Рисунок 2-39 – Построение траектории

6. На компактной панели нажимаем на кнопку **Перемещение компонентов**



далее *Считать положение* — перемещаем Палец в сторону, имитируя разборку — *Считать положение* — *Завершение*.

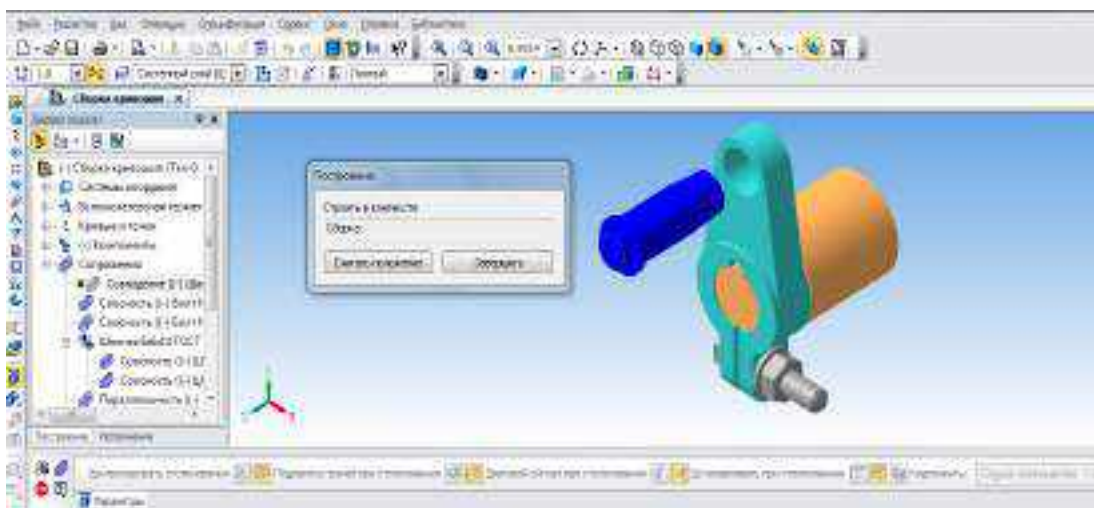


Рисунок 2-40 – Завершение построения траектории
Теперь в окне анимации появилась траектория движения компонента.

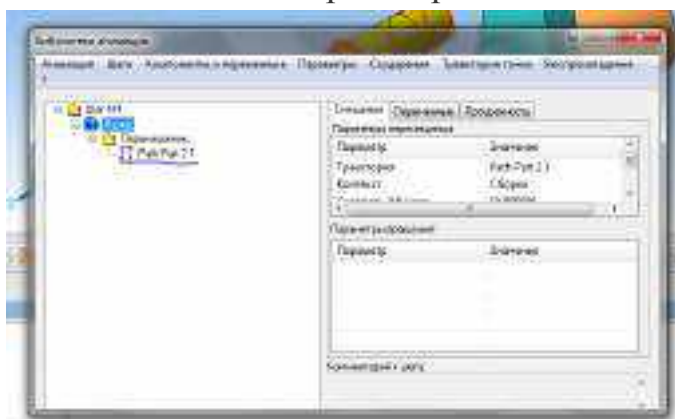


Рисунок 2-41 – Траектория в дереве анимации

А в окне сборки появилась пространственная кривая — Ломаная, характеризующая траекторию движения детали.

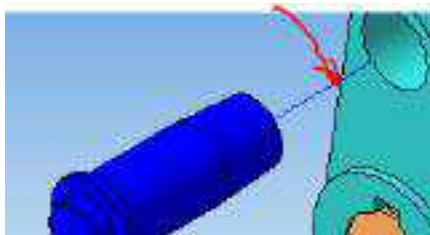


Рисунок 2-42- Ломаная

7. Во вкладке Шаги выбираем команду Добавить шаг. Выбираем Вал в дереве сборки. Повторяем пункты 4 — 6 .

8. Шаг 3 — для гайки необходимо симитировать два движения — перемещение и вращение. Сначала задаем перемещение (см. пункты 4-6).

Для создания эффекта свинчивания гайки с болта делаем следующее: *Параметры — Вращение — Выбрать ось вращения — В дереве сборки.*

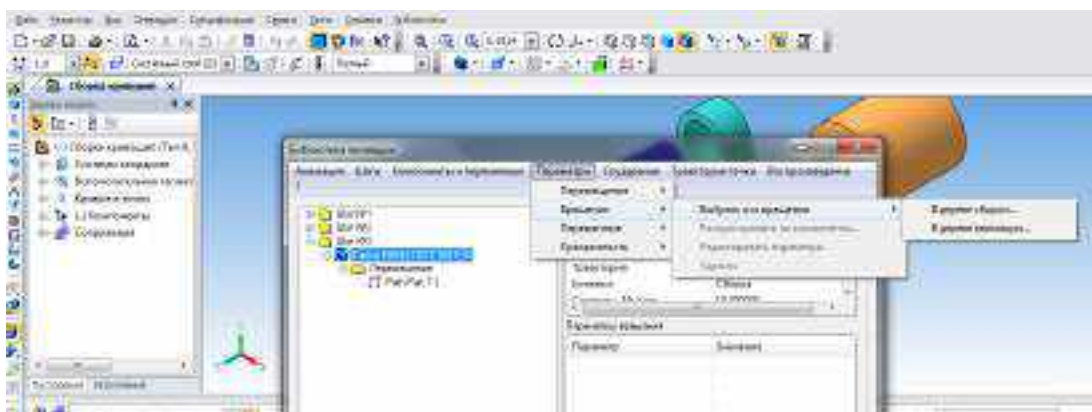


Рисунок 2-43 – Выбор оси вращения

В качестве оси можно выбрать ось болта (щелкаем мышкой по его стержню).

Задаем параметры: против часовой стрелки, время 3 секунды, угол поворота 720.

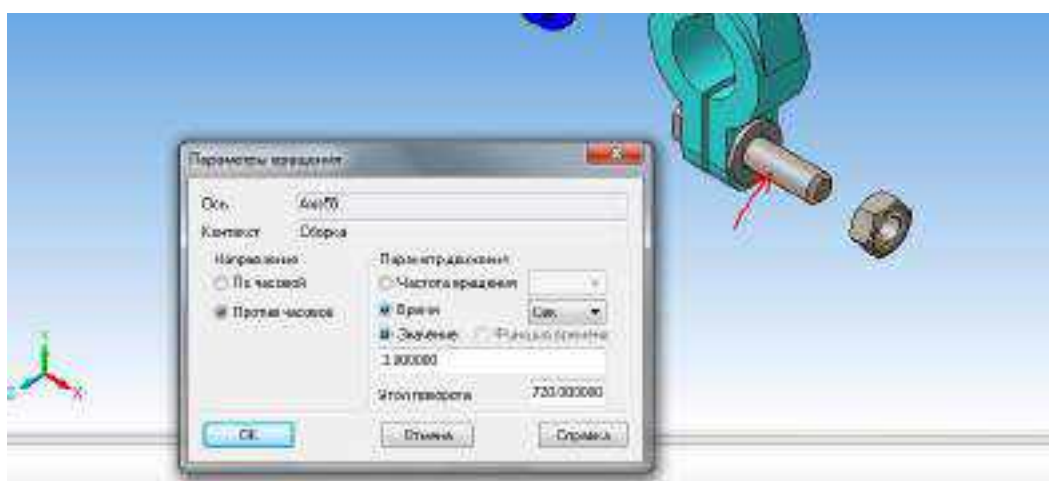


Рисунок 2-44 – Параметры вращения

9. Снимаем шайбу и болт (п. 4-6).

10. Для создания имитации сборки повторяем все пункты, только перемещаем компоненты в противоположном направлении.

Параметры вращения гайки те же, только направление вращения по часовой стрелке.

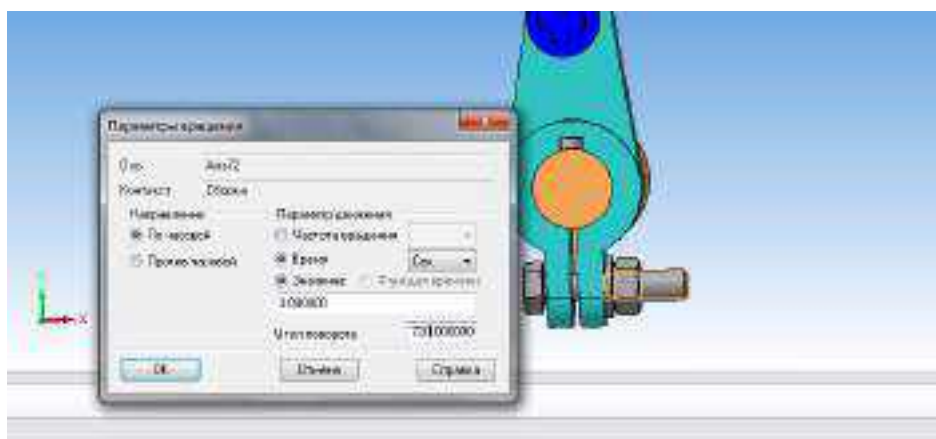


Рисунок 2-45 – Параметры вращения гайки

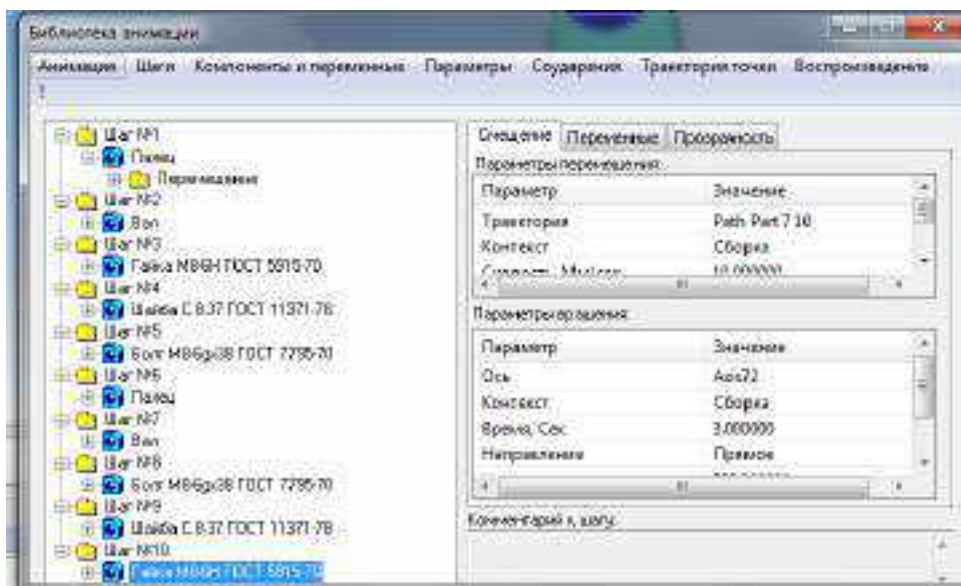


Рисунок 2-46 – Копирование шагов

11. Шаги готовы и можно запускать анимацию.

Предварительно возвращаем сборку в исходное состояние.

Во вкладке Воспроизведение выбираем команду Полное. В окошке ждем Воспроизвести.

По желанию анимацию можно настроить: *Анимация — Настройки.*

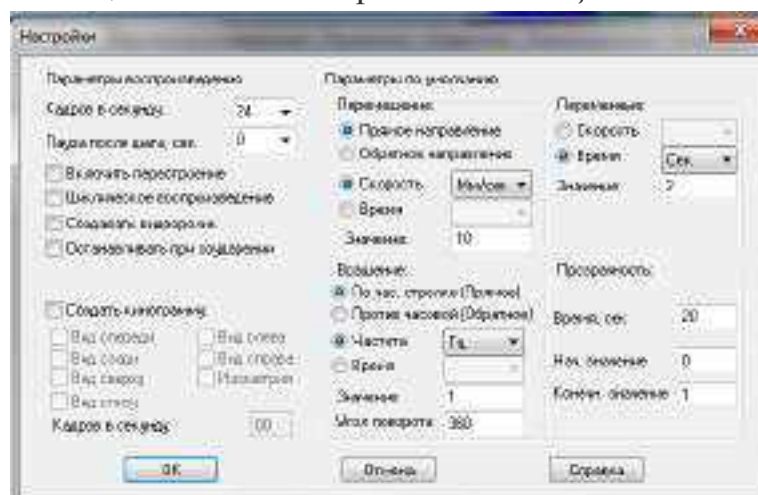


Рисунок 2-47 – Настройки воспроизведения анимации

Или отредактировать в Дереве анимации, вызвав контекстное меню.

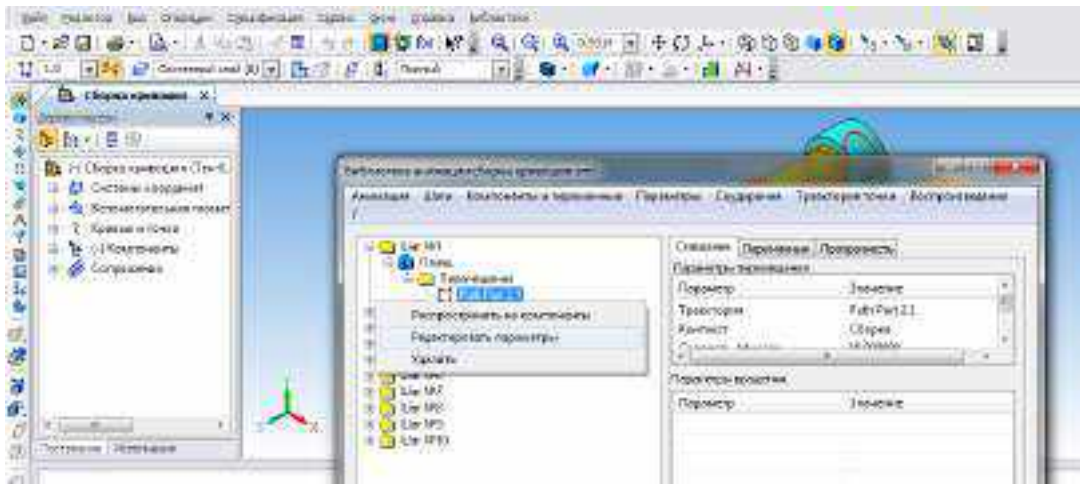


Рисунок 2-48 – Редактирование параметров анимации

Чтобы воспроизвести сохраненную анимацию необходимо запустить библиотеку и нажать: *Анимация — Загрузить*.

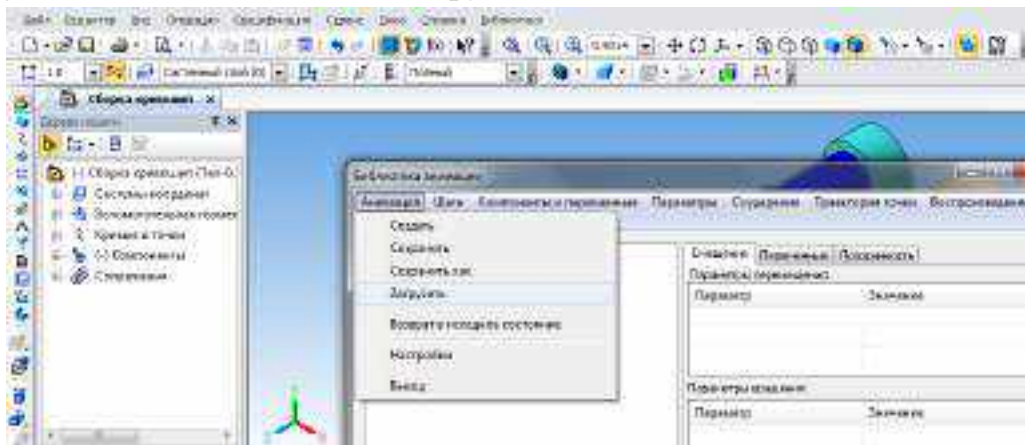


Рисунок 2-49 – Загрузка анимации


Тема 2 Кинематические элементы и пространственные кривые

Практическая работа №3 Создание пружины с зацепами в Компас 3d

Цель работы: изучить кинематическую операцию в Компасе на примере построения пружины с зацепами.

Порядок выполнения работы

Построение начнем с тела пружины — спиральной поверхности, получаемой кинематической операцией (движением эскиза сечения вдоль траектории — цилиндрической спирали).

1. Выделяем плоскость ху, при ориентации XYZ. На панели Пространственные кривые выбираем команду Спираль цилиндрическая 

Параметры спирали:

- способ построения — по числу витков и шагу,
- количество витков — 10,
- шаг — 6 мм,
- направление построения — обратное,
- направление навивки — правое,
- диаметр витков — 30 мм.

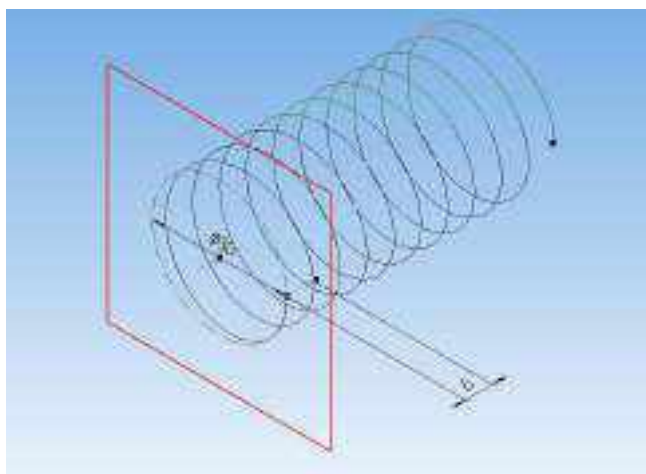


Рисунок 3-1 - Спираль

2. Теперь построим эскиз сечения — окружность радиусом 2,99 мм: чтобы витки пружины плотно прилегали друг к другу, но не касались.

Для этого выделяем плоскость zx , строим на ней эскиз окружности с центром в начальной точке спирали.

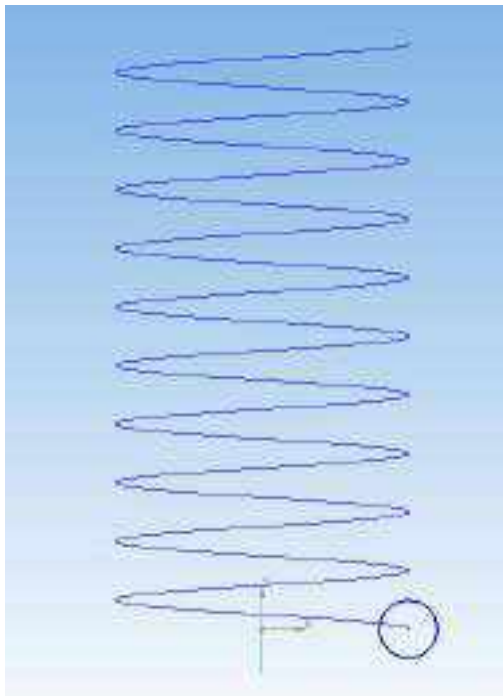


Рисунок 3-2 – Эскиз витка

3. Запускаем кинематическую операцию — сечение — эскиз 2, траектория — спираль цилиндрическая.

Тело пружины готово.

Осталось добавить с обеих сторон зацепы. С этой целью мы сделаем трехмерную кривую, которая будет повторять изгиб зацепа и будет начинаться из точки, в которой закончились витки.

Создадим вспомогательную поверхность.

4. Выделяем плоскость $xу$ и создадим на ней эскиз — дугу окружности радиусом 15 мм с центром в начале координат.

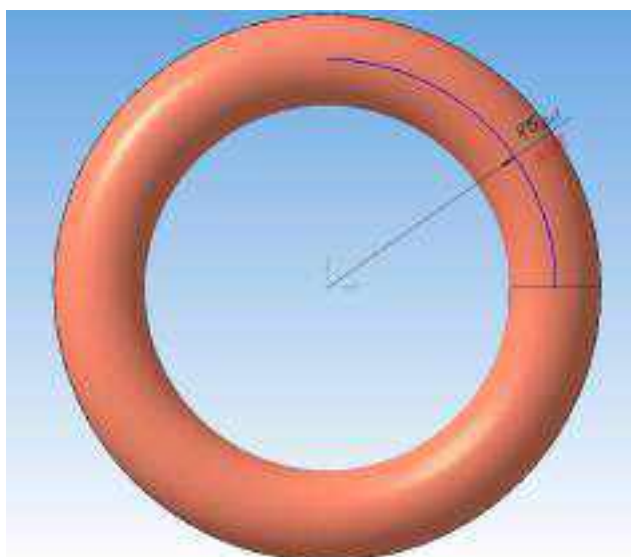




Рисунок 3-3 - Дуга

5. Теперь на панели Поверхности  запускаем команду Поверхность выдавливания , выдавливаем в средней плоскости на 80 мм.

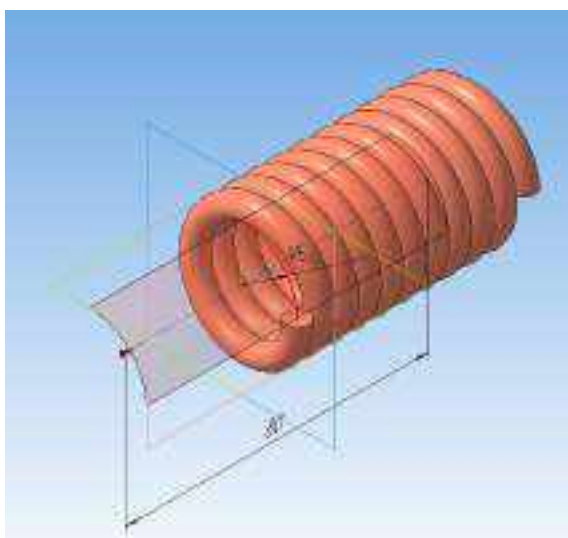


Рисунок 3-4 – Поверхность выдавливания

6. Создаем эскиз на плоскости zx — дуга радиусом 15 мм с центром (15;-15).

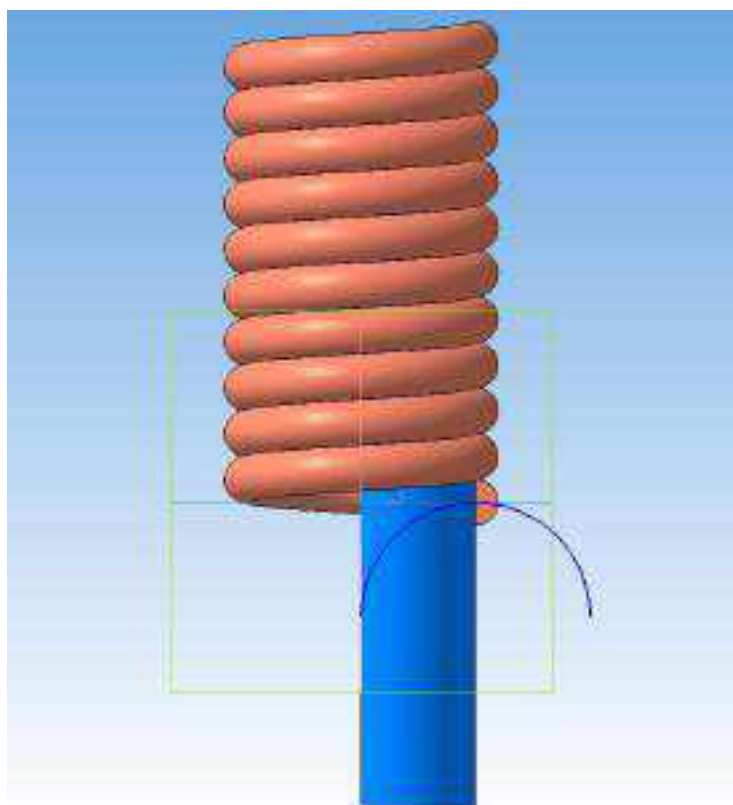



Рисунок 3-5 – Дуга пересечения

7. Спроецируем дугу на поверхность выдавливания. Вызываем команду Разбиение поверхности  на панели Поверхности.

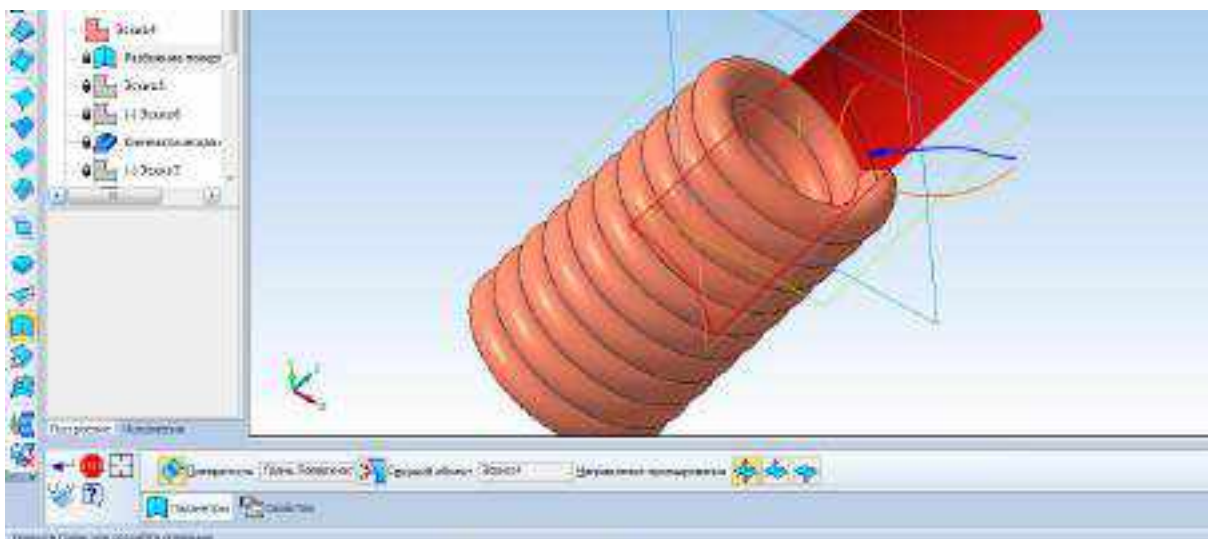


Рисунок 3-6 – Разбиение поверхности

8. Создаем дугу для закругления зацепа — выделяем плоскость z_u , делаем дугу радиусом 15 мм с центром $(-15;0)$.

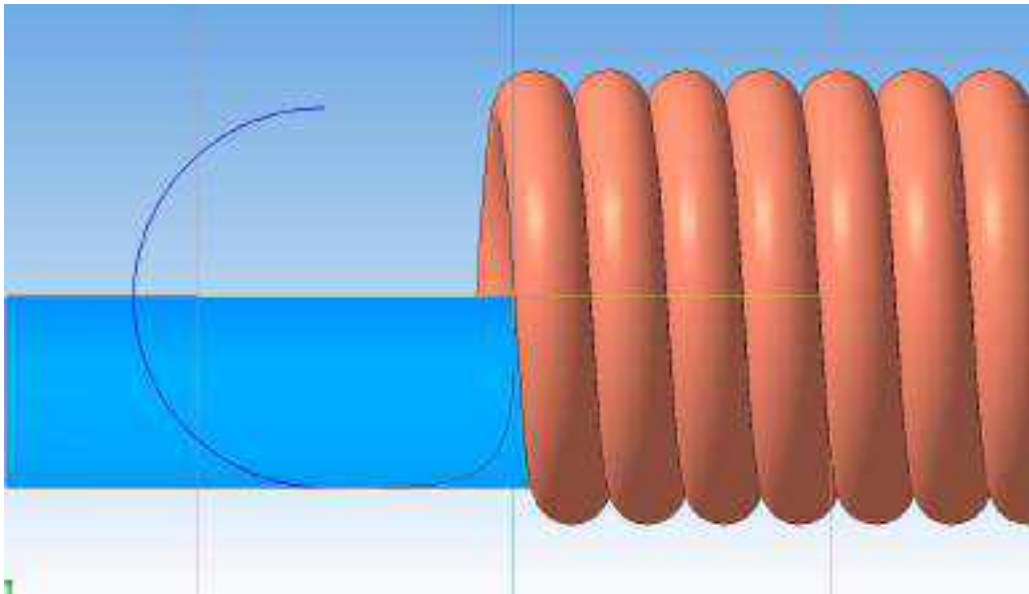


Рисунок 3-7 – Дуга для зацепа

9. Создаем эскиз сечения — окружность радиусом 2,99 мм.

10. Вызываем кинематическую операцию, выбираем сечение и две кривые в качестве траектории.

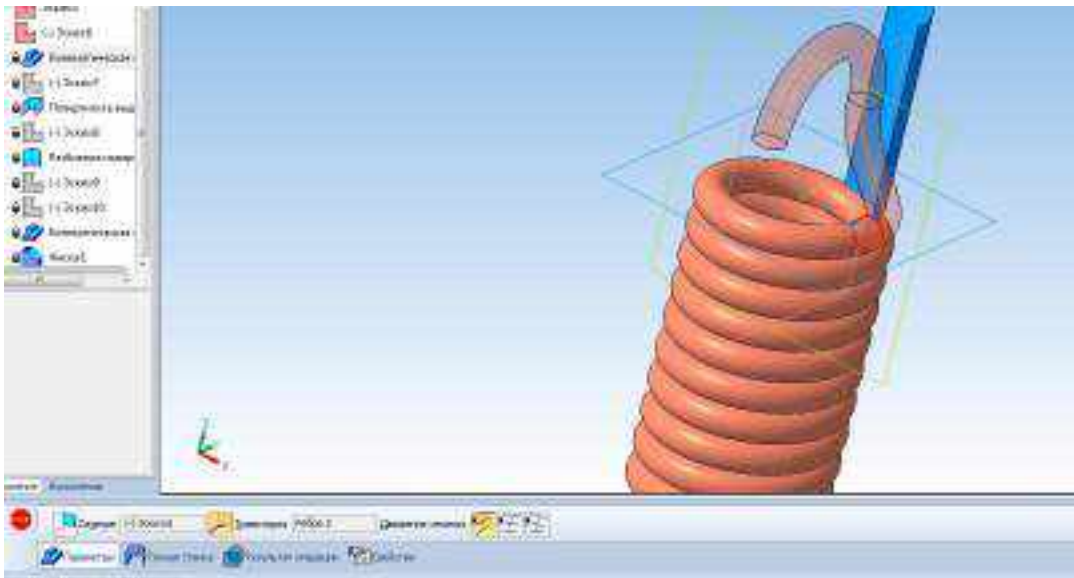


Рисунок 3-8 – Формирование зацепа

11. На другом конце витков пружины создаем второй зацеп. Действия аналогичны построению первого. Центр первой дуги зацепа (15;75), второй — (75;0).

Скрываем конструктивные плоскости, эскизы, поверхности, пространственные кривые.

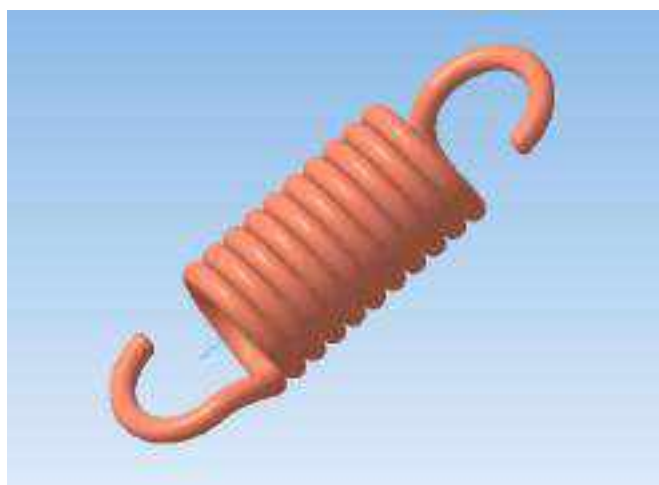


Рисунок 3-9 – Пружина растяжения

Практическая работа №4 Создание модели крыльчатки в Компас 3d

Цель работы: изучить выполнение кинематической операции, массива по концентрической сетке.

Исходное задание представлено на рисунке.



Рисунок 3-10 – Исходное задание

Порядок выполнения работы

1 Создаем основание, диаметром 300 мм и выдавливаем его на 10 мм.

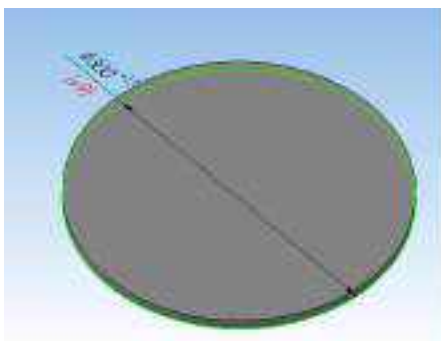


Рисунок 3-11 - Основание

2 Приклеиваем к основанию еще один цилиндр диаметром 45 мм, выдавливаем на 30 мм.

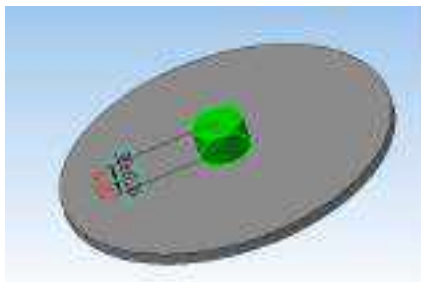


Рисунок 3-12 – Приклеивание бобышки

3 К этому цилиндру приклеиваем следующий цилиндр – диаметром 50 мм, высотой 5 мм.

4 Выделяем поверхность основания, создаем эскиз – траекторию для кинематической операции. Для ее создания используем команду Дуга по двум точкам.

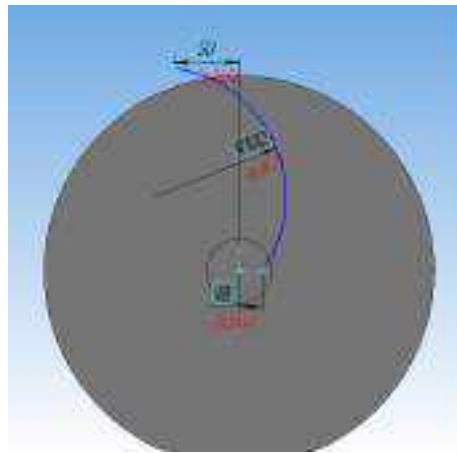


Рисунок 3-13 – Создание дуги

5 Через конечную точку дуги строим плоскость через вершину, перпендикулярно ребру.

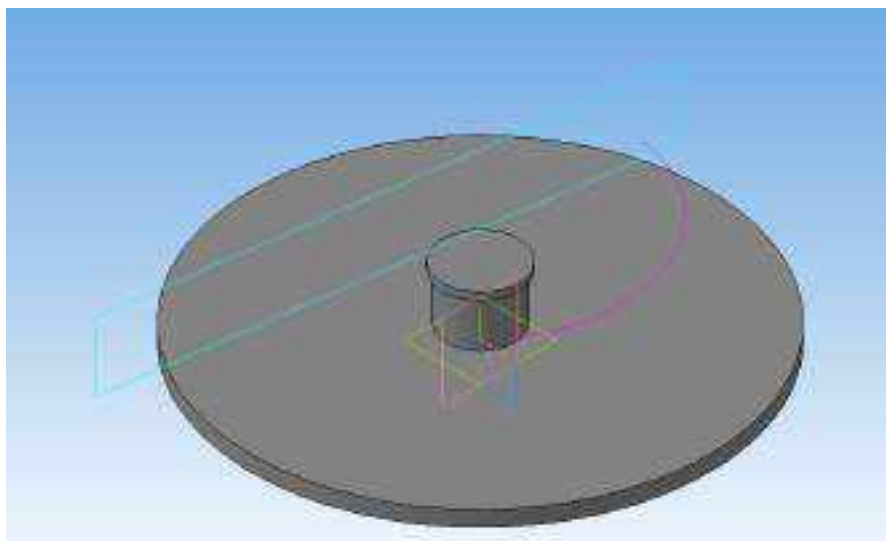


Рисунок 3-14 – Создание плоскости через вершину

6 В этой плоскости создаем эскиз профиля лопасти крыльчатки.

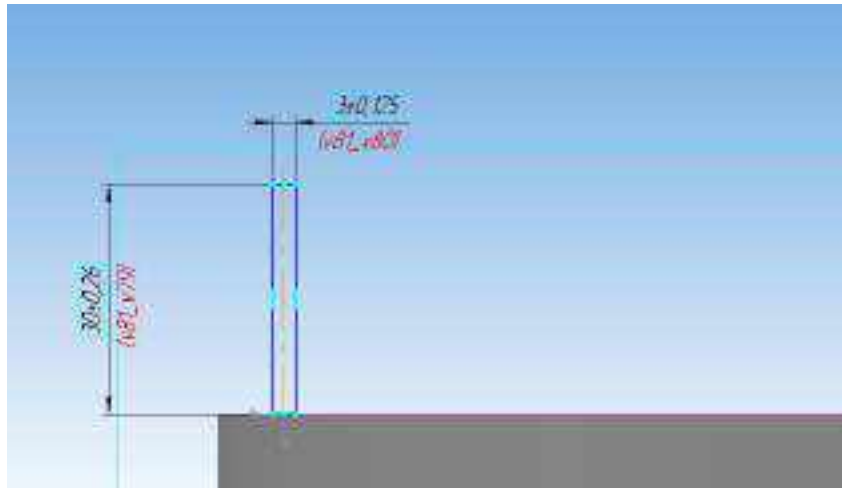


Рисунок 3-15 – Эскиз профиля лопасти

7 Кинематической операцией формируем лопасть.

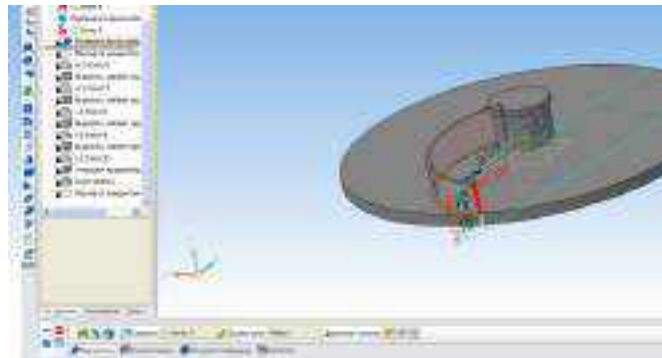


Рисунок 3-16 – Кинематическая операция

Командой Массив по концентрической сетке создаем оставшиеся 8 лопастей.

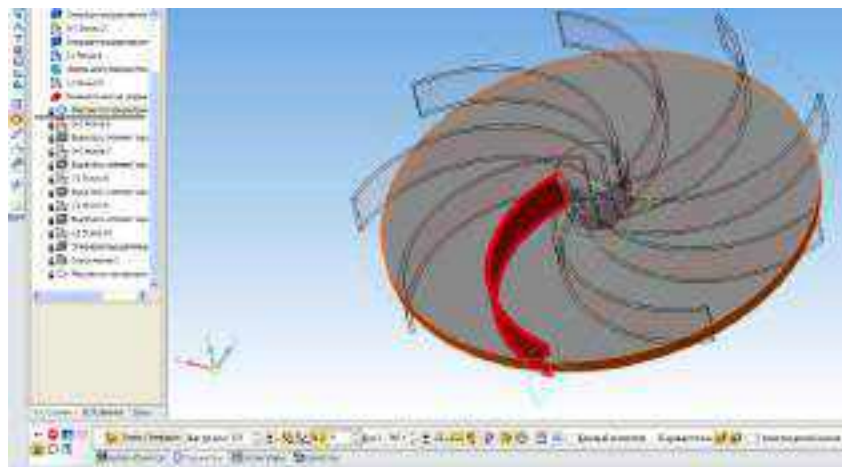


Рисунок 3-17 – Массив по сетке

8 В плоскости XY создаем эскиз для вырезов на лопастях.

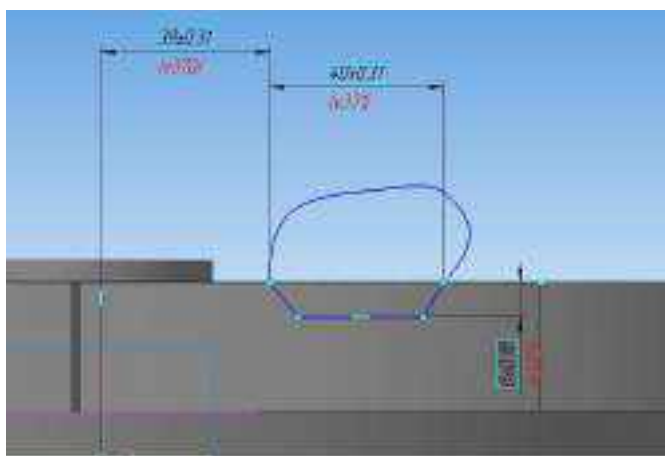


Рисунок 3-18 – Эскиз выреза

Вырезаем операцией Вырезать вращением.

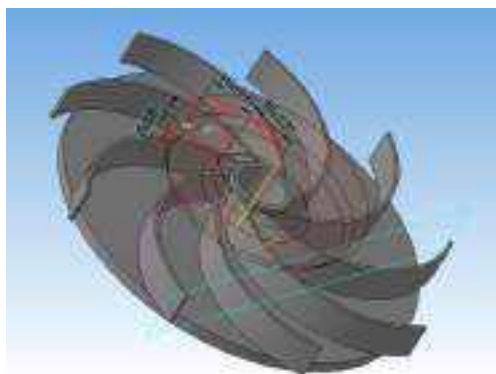


Рисунок 3-19 - Вырез

9 Обрезаем лишний материал с лопастей.

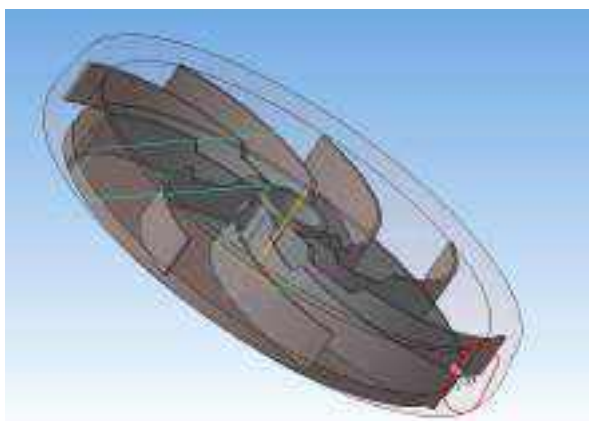


Рисунок 3-20 - Обрезка

10 Создаем эскизы выступов.

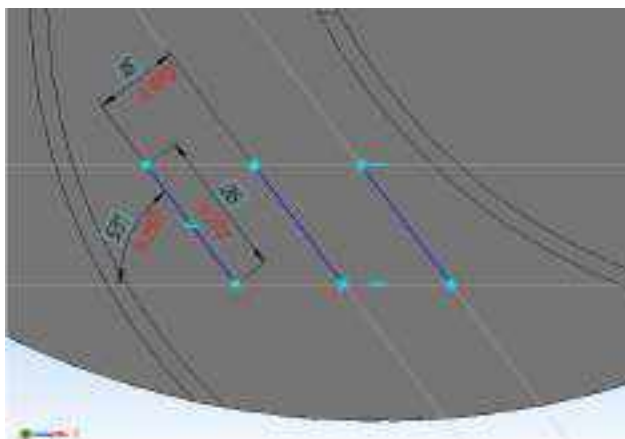


Рисунок 3-21 – Эскизы выступов

И формируем сами выступы – высота 15 мм, ширина (тонкая стенка – 3 мм).

11 Массивом по концентрической сетке создаем остальные выступы.

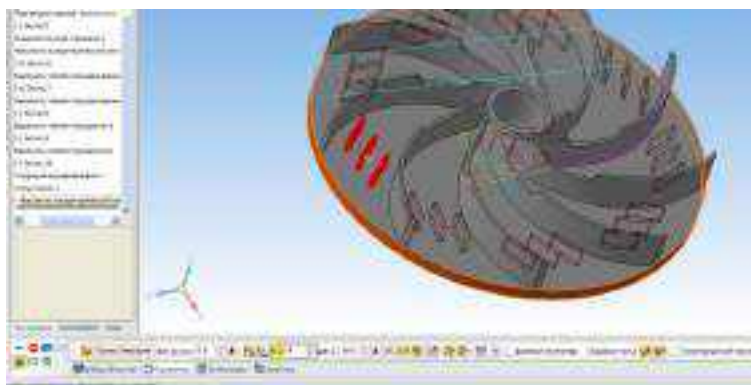


Рисунок 3-22 – Массив выступов

12 Формируем внутренний контур детали: первое – диаметр 40 мм, глубина 40 мм, второе – диаметр 35 мм, глубина 5 мм.

Готовая модель крыльчатки выглядит следующим образом.

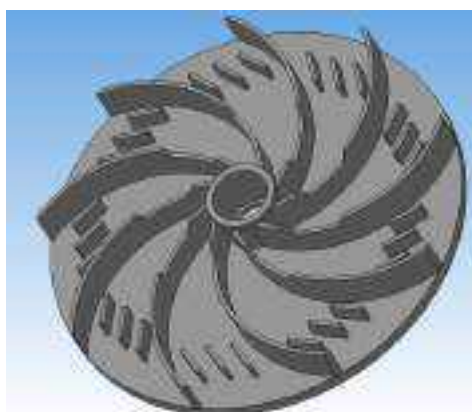


Рисунок 3-33 – Готовая модель

Рендер модели крыльчатки, сделанный в программе Keyshot



Рисунок 3-34 - Рендер

Практическая работа №5

Создание модели гребного винта в Компас 3d

Цель работы: изучить процесс создания эскиза по рисунку, выполнение кинематического выдавливания.

Порядок выполнения работы

1 Выбираем плоскость zx, изометрия хуз. Создаем эскиз и помещаем в него рисунок контура лопасти.

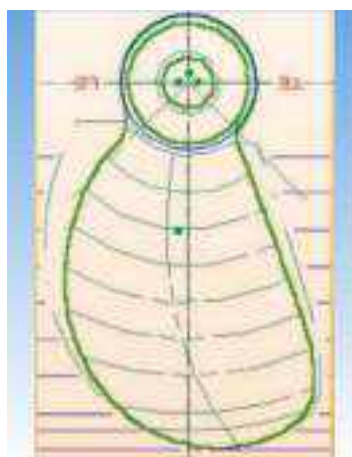



Рисунок 3-35 – Эскиз лопасти

Делаем эскиз окружности диаметром 16 мм. Выдавливает цилиндр высотой 30 мм.

2 Заготовку для лопасти получим кинематической операцией. Для начала создадим эскиз профиля. Разместим его в предварительно созданной плоскости под углом к другой плоскости .

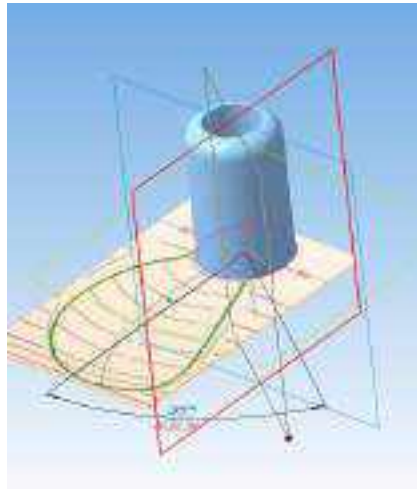


Рисунок 3-36 – Размещение эскиза

Выбираем плоскость zy и через ось z строим плоскость под углом 55° .

В этой плоскости строим эскиз – отрезок длиной 45 мм.

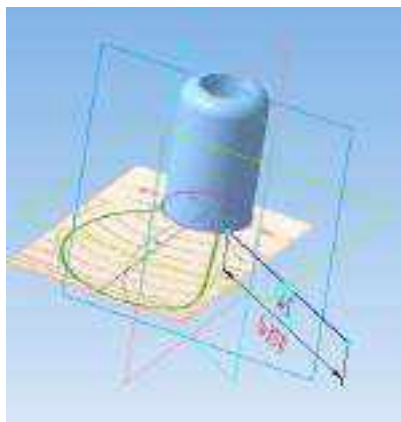


Рисунок 3-37 – Эскиз отрезка

3 Теперь построим траекторию для кинематической операции — часть цилиндрической спирали, способ построения – по числу витков и высоте, $n=0,35$, $h=20$ мм, диаметр 16 мм, угол 325 градусов, направление – левое.

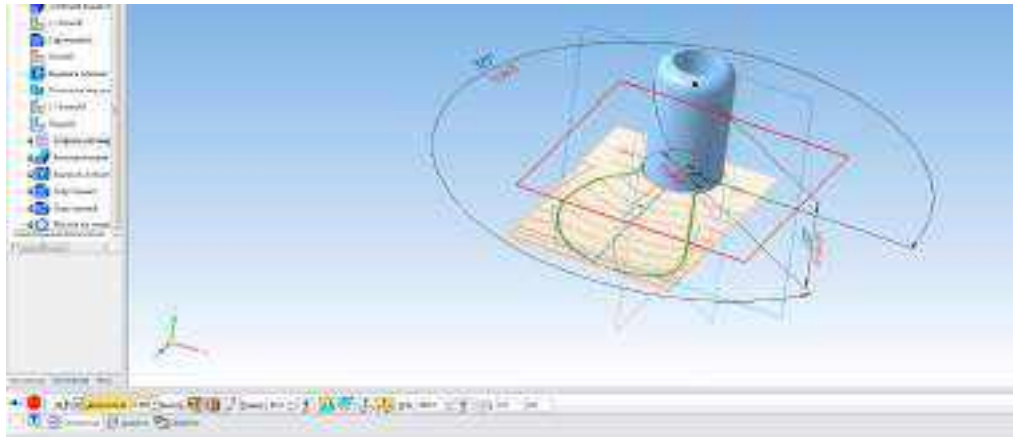


Рисунок 3-38 - Спираль

4 Строим лопасть.

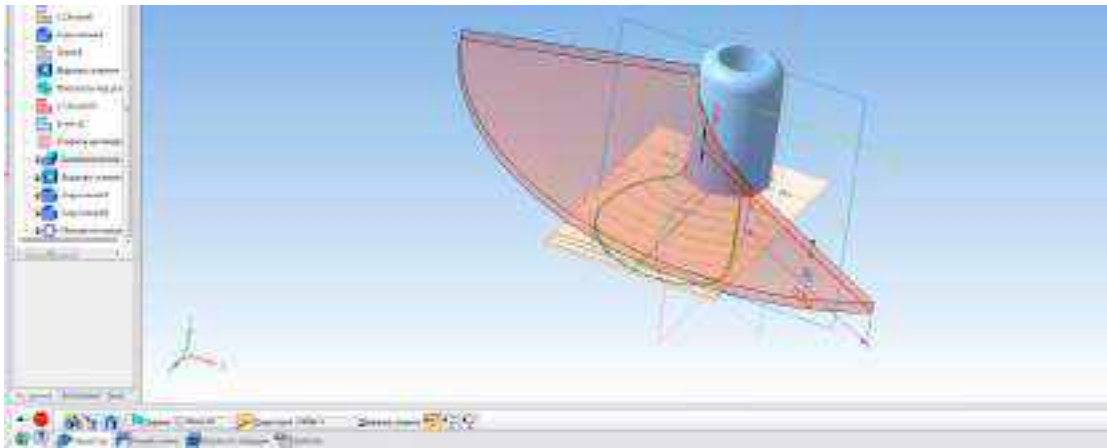


Рисунок 3-39 - Лопасть

Результат операции – Новое тело.



5 Скрываем кинематическую операцию, выделяем плоскость ZX, делаем в ней эскиз контура лопасти, т. е. обводим рисунок сплайном.

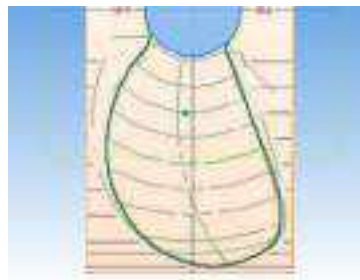


Рисунок 3-40 – Контур лопасти

6 Вызываем команду Вырезать выдавливанием и формируем контур лопасти. Во вкладке Вырезание снимаем выделение с автоопределения и нажимаем на кнопку Список тел, оставляем только тело лопасти, цилиндр удаляем. Результат операции – Пересечение.

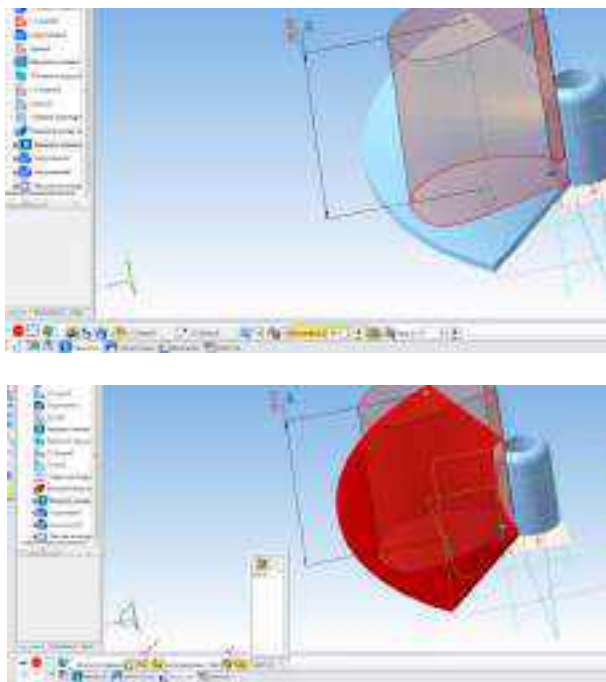



Рисунок 3-41 – Контур лопасти

7 Оставшиеся лопасти получим массивом по concentricкой сетке. Удобно в качестве объекта для операции указать сразу все тело лопасти, а не отдельные операции по его получению. Для этого в Дереве модели включаем отображение структуры модели  и выбираем тело лопасти.

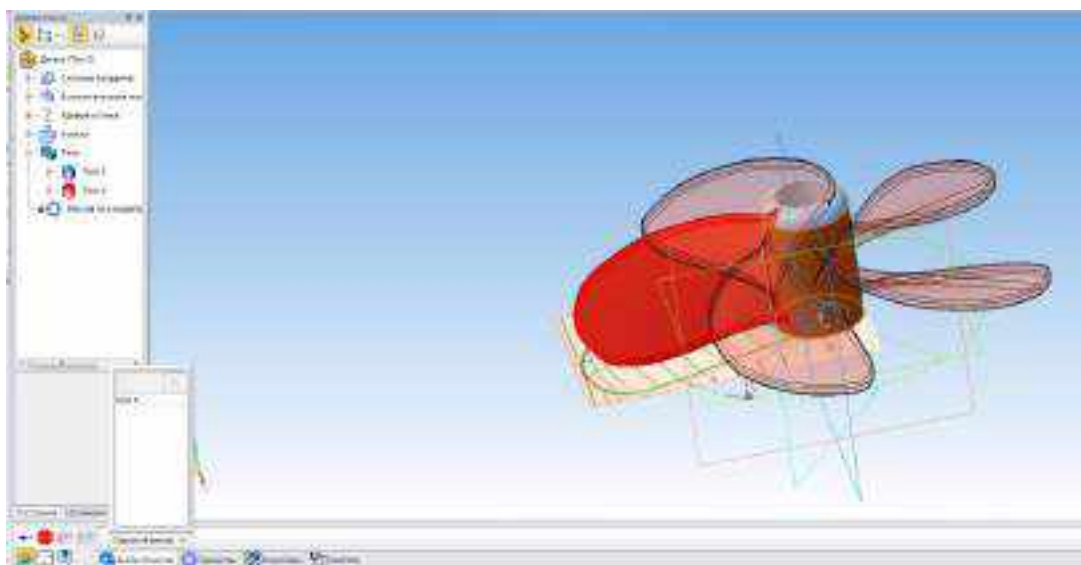


Рисунок 3-42 – Массив лопастей

Готовая модель гребного винта.

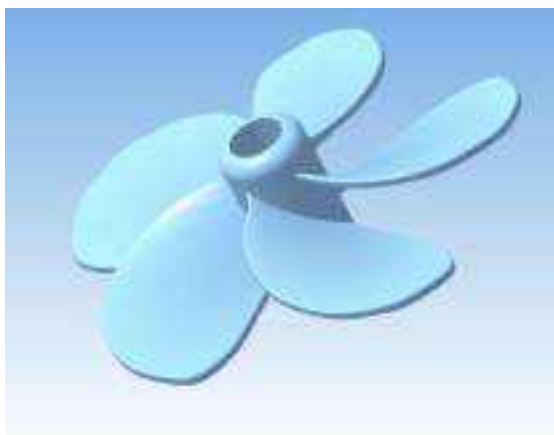


Рисунок 3-43 – Готовая модель

Тема 3. Построение элементов по сечениям

Практическая работа №6

Построение модели по сечениям в Компас 3d (сборка «Молоток»)

Цель работы: изучить процесс построения модели по сечениям.

Выполним построение сборки молотка, изображенного на рисунке.



Рисунок 4-1 – Исходное задание

Порядок выполнения работы

Начнем с построения головной его части. Для этого построим 8 эскизов в 8ми параллельных плоскостях. Затем эти эскизы соединим между собой операцией по сечениям.

Создадим сборку, к головной части молотка добавим ручку, сделанную. В контексте сборки.

Создание головной (рабочей) части молотка

1. Создаем деталь, изометрия хуз, выбираем плоскость зу. Вызываем команду Вспомогательная геометрия — Смещенная плоскость.

Первую плоскость строим на расстоянии 14 мм, в прямом направлении.

Вторая плоскость — 14 мм от плоскости зу, обратное направление.

Третья плоскость — 5 мм от плоскости 2, обратное направление.

Четвертая плоскость — 20 мм от плоскости 3, обратное направление.

Пятая плоскость — 5 мм от плоскости 1, прямое направление.

Шестая плоскость — 16 мм от плоскости 5, прямое направление.

Седьмая плоскость — 2,5 мм от плоскости 1, прямое направление.

В итоге получаем 8 плоскостей.

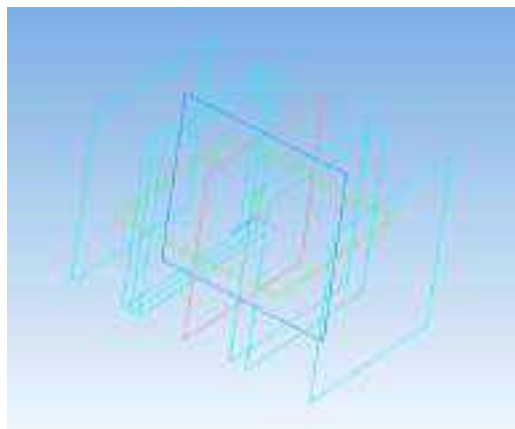


Рисунок 4-2 - Плоскости

2. Теперь создаем в каждой из этих плоскостей по эскизу.

Плоскость зу

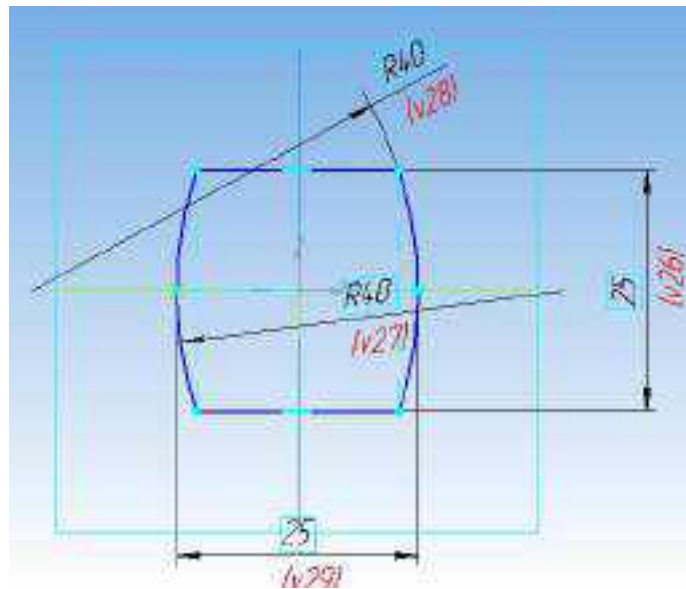


Рисунок 4-3 – Первый эскиз

Плоскость 1

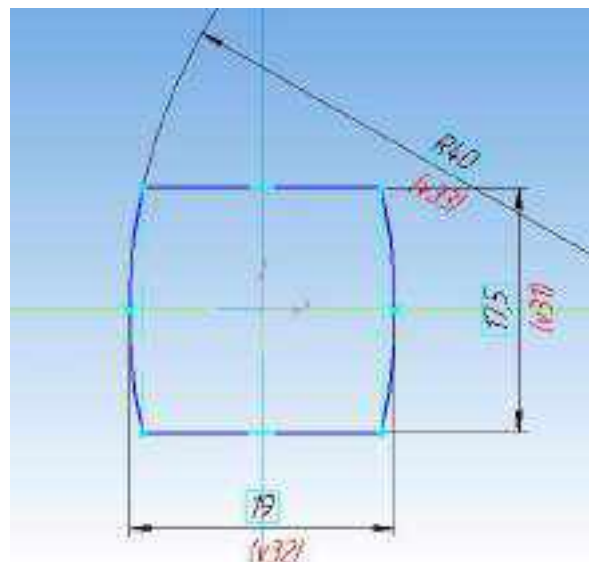


Рисунок 4-4 – Второй эскиз

Плоскость 2

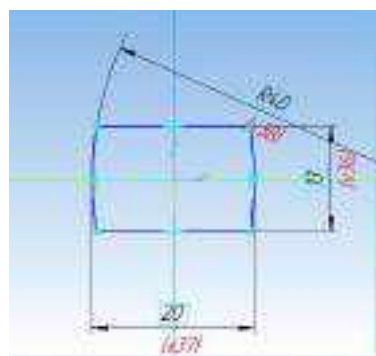


Рисунок 4-5 – Третий эскиз

Плоскость 5

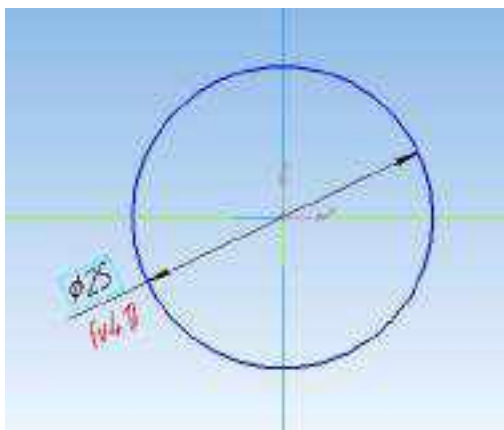


Рисунок 4-6 – Четвертый эскиз

Плоскость 6

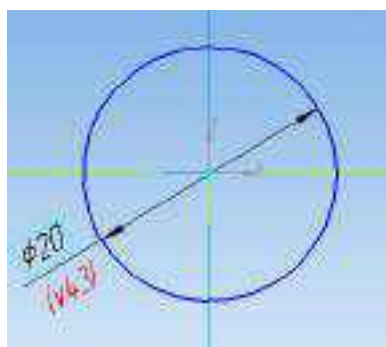


Рисунок 4-7 – Пятый эскиз

Плоскость 3

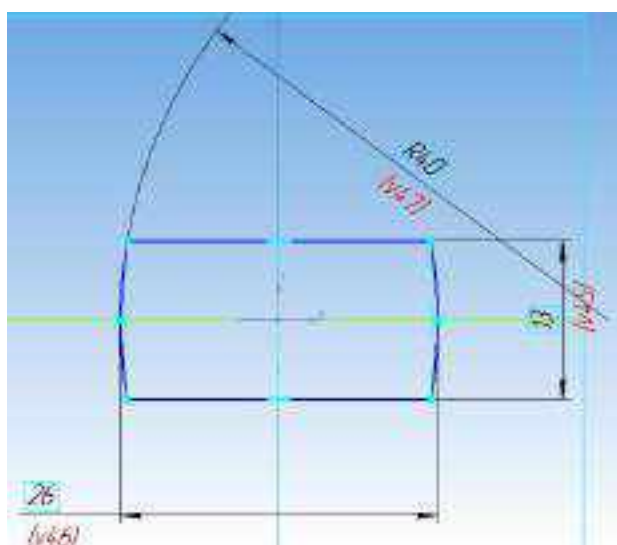


Рисунок 4-8 – Шестой эскиз

Плоскость 4



Рисунок 4-9 – Седьмой эскиз

Плоскость 7

Копируем эскиз из плоскости 2.

В результате получаем 8 эскизов в 8ми различных плоскостях.



Рисунок 4-10 – Готовые эскизы

3. Вызываем команду *Операция по сечениям* на панели редактирования детали.

В дереве модели *последовательно* указываем эскизы 8, 2, 1 и 3. Завершаем команду. Получили среднюю часть молотка.

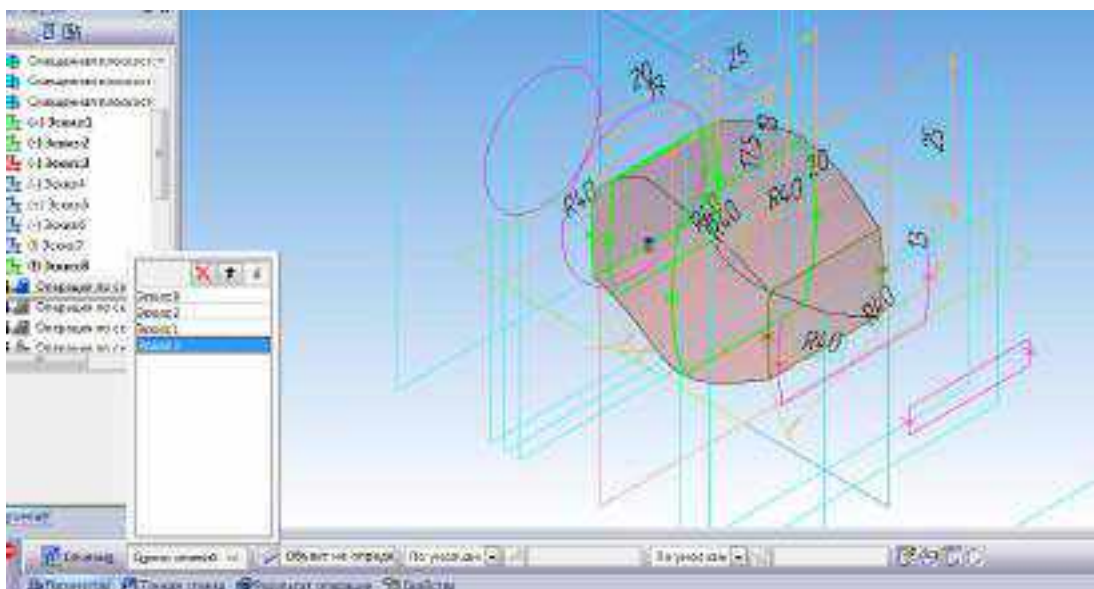


Рисунок 4-11 – Средняя часть молотка

Вызываем команду снова, указываем эскизы 4, 5. Нажимаем стоп.

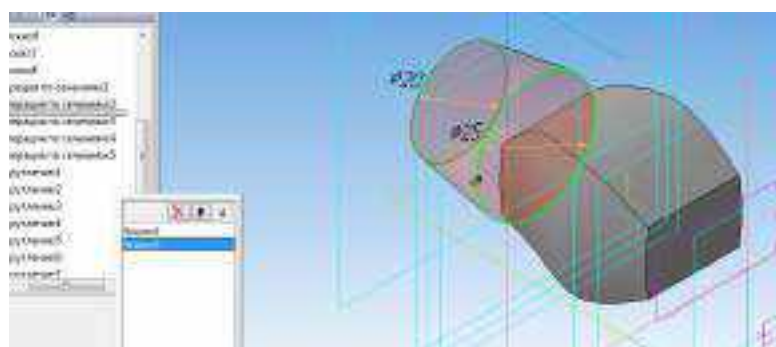


Рисунок 4-12 – Рабочая часть молотка

Снова вызываем команду Операция по сечениям, указываем эскизы 6,7.

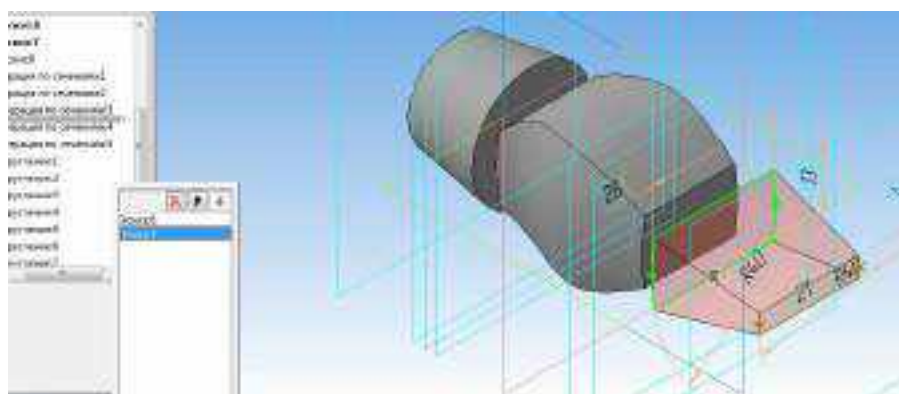


Рисунок 4-13 – Хвостовая часть молотка

Вызываем ту же команду, указываем эскизы 4, 8. Нажимаем стоп.

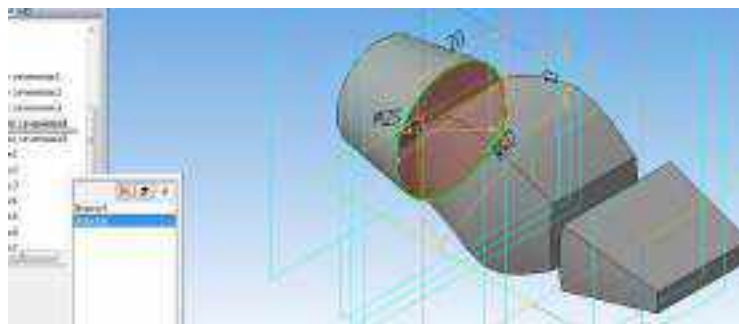


Рисунок 4-14 – Соединение частей

И 6 и 3. Завершаем команду.

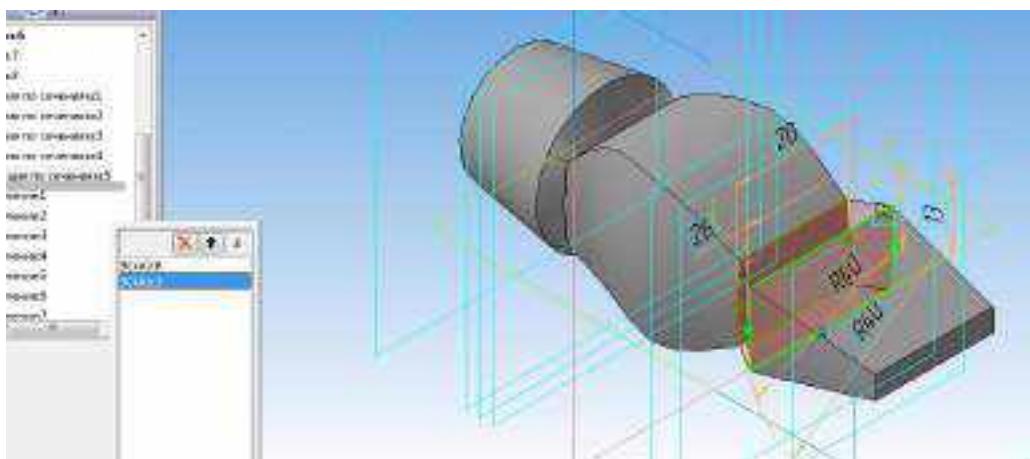


Рисунок 4-15 – Соединение частей

4. Делаем скругления ребер.

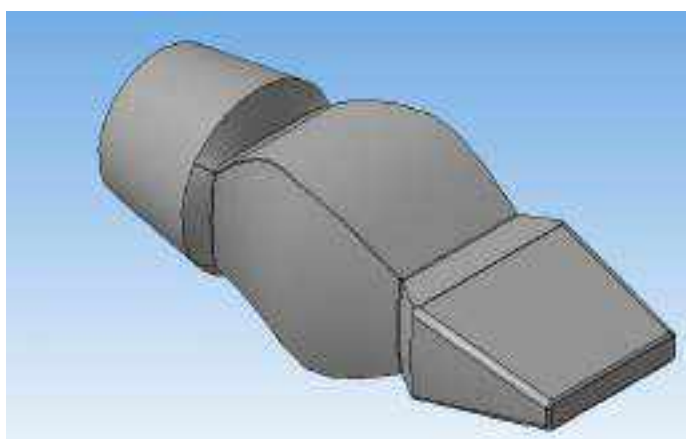


Рисунок 4-16 – Скругления ребер

5. Выбираем плоскость zx, создаем эскиз отверстия под ручку.

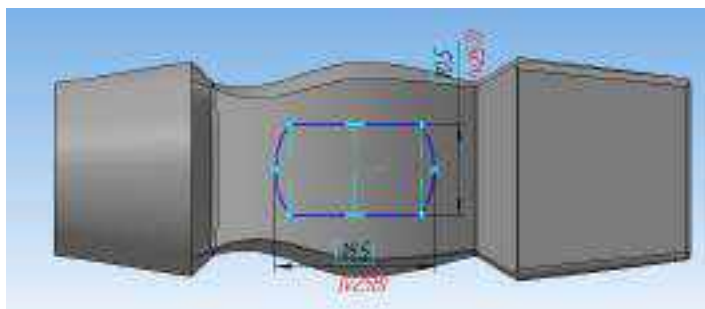


Рисунок 4-17 – Эскиз под ручку

6. Вырезаем эскиз выдавливанием — через все, в два направления. Дважды задаем уклон наружу 2° .

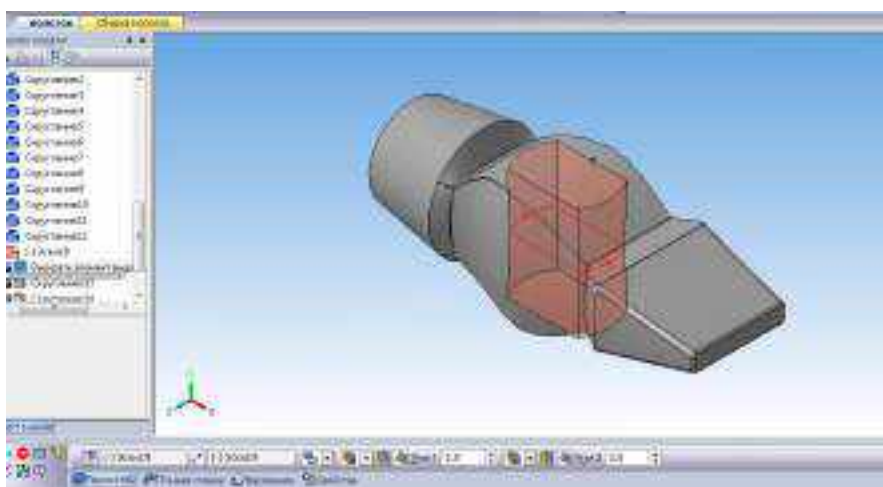


Рисунок 4-18 – Вырез отверстия

Делаем скругления ребер отверстия 1 мм.

Создание сборки

1. Создаем документ Сборка.

Добавляем из файла головную часть молотка, вставляем его с привязкой к началу координат.

2. В дереве модели выбираем плоскость ZX и создаем параллельно ей смещенную плоскость на расстоянии 12,5 мм, в прямом направлении.

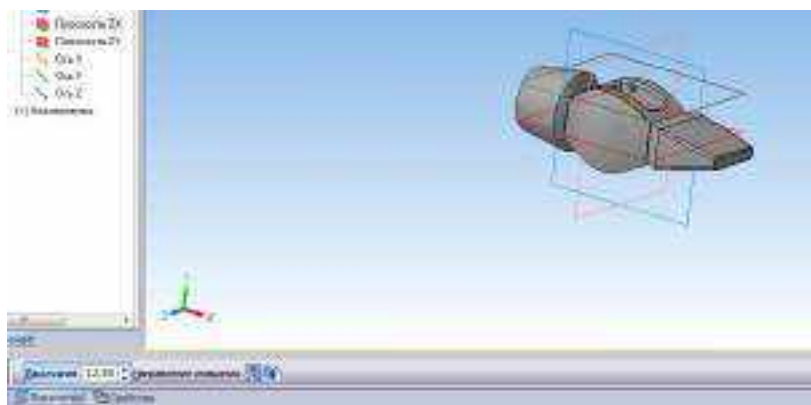



Рисунок 4-19 – Размещение компонента

3. Выделяем эту плоскость, на панели Редактирование сборки нажимаем на кнопку Создать деталь 

Таким образом мы сделаем ручку в контексте сборки, а не добавлением ее из файла.

Сохраняем новую деталь под названием ручка.

Система автоматически перейдет в режим создания эскиза.

Спроецируем ребра на плоскость.

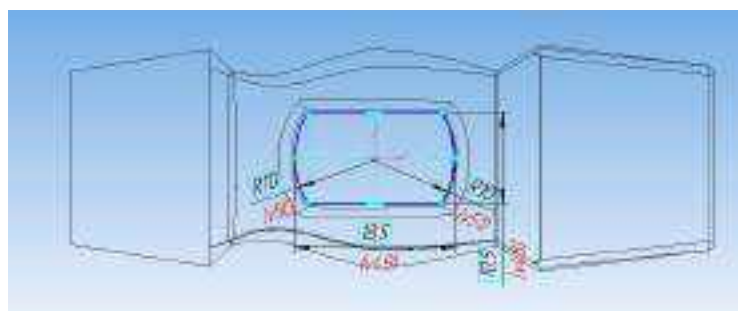


Рисунок 4-20 – Создание эскиза для рукоятки

4. Выделяем плоскость 1 и строим параллельно ей плоскость на расстоянии 220 мм.

5. На этой плоскости создадим эскиз. Выбираем ее в дереве сборки.



Рисунок 4-21 – Выбор смещенной плоскости

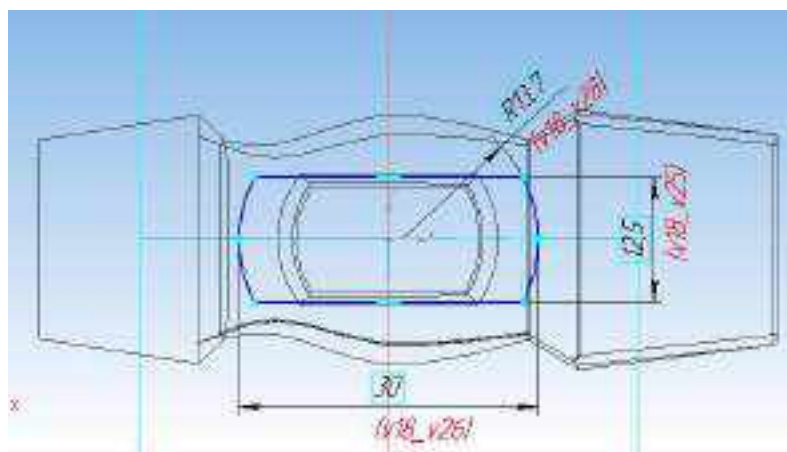



Рисунок 4-22 – Эскиз основания рукоятки

6. Вызываем команду Операция по сечениям, указываем эскизы 1 и 2 в дереве сборки. Скругляем ребра радиусом 1 мм.

Выходим из режима создания детали в контексте сборки, отжав кнопку Редактировать на месте  на панели текущего состояния.

7. Задаем материал и цвет головной части и ручки. Сохраняем файл.

Тема 4 Моделирование из листового материала

Практическая работа №7

Построение листовых моделей в Компас 3d

Цель работы: изучить процесс листового моделирования и создания разверток деталей.

Порядок выполнения работы

В начале моделирования создается листовое тело, к которому затем добавляют листовые элементы:

- сгибы,
- вырезы,
- отверстия,
- пластины.

К полученной в результате детали, можно добавлять элементы выдавливания, вращения, кинематические, по сечениям; добавлять фаски, скругления, ребра жесткости и т. д.

Смоделируем деталь, представленную на рисунке.

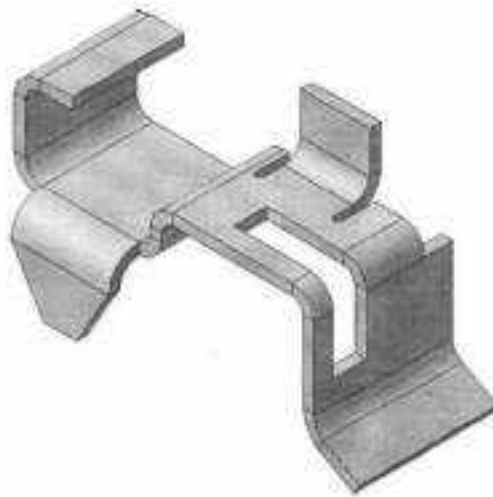


Рисунок 5-1 – Исходное задание

Сгибы в листовой детали могут быть получены несколькими способами. Рассмотрим их.

Сгиб по эскизу

В плоскости xu изометрии xuz создаем эскиз. Проставляем размеры.

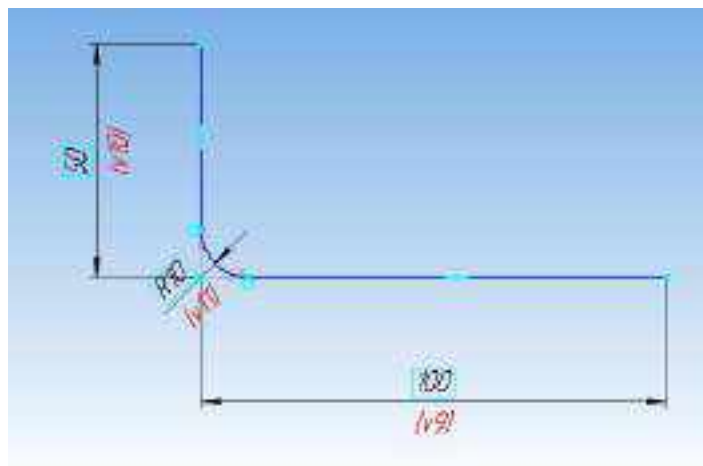



Рисунок 5-2 – Эскиз сгиба

На компактной панели нажимаем на кнопку Элементы листового тела 

выбираем команду Листовое тело 

Параметры: прямое направление, расстояние 40 мм, толщина наружу 4 мм.

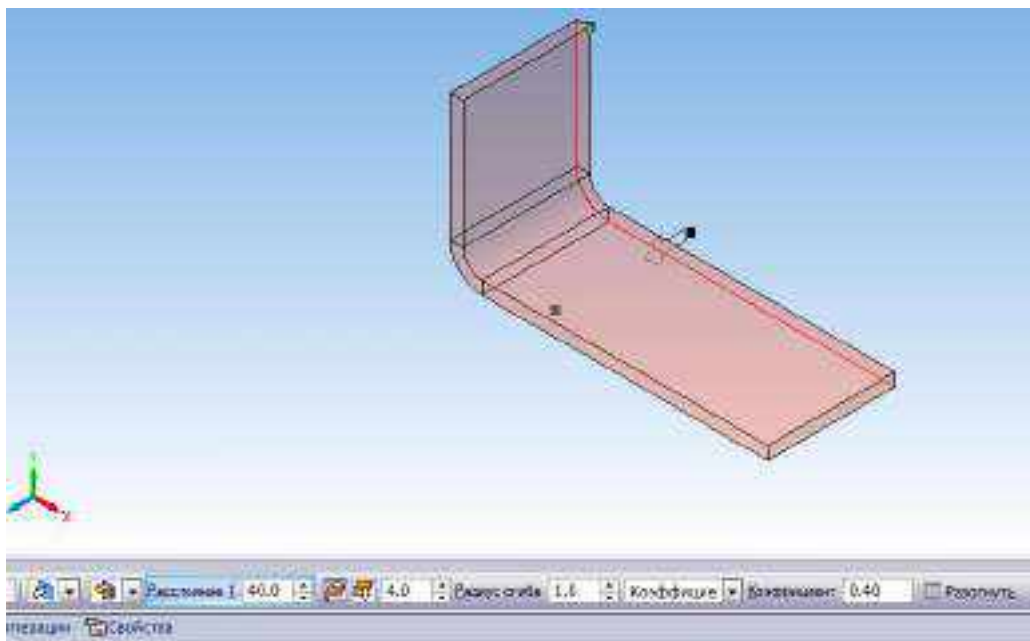


Рисунок 5-3 – Листовое тело

Сгиб по ребру

Следующий сгиб построим при помощи команды Сгиб 

Для этого указываем ребро, вызываем команду, указываем параметры — обратное направление, расстояние 30 мм, радиус сгиба 4 мм.

Затем открываем вкладку Боковые стороны, указываем расширение сгиба слева — 10 мм.

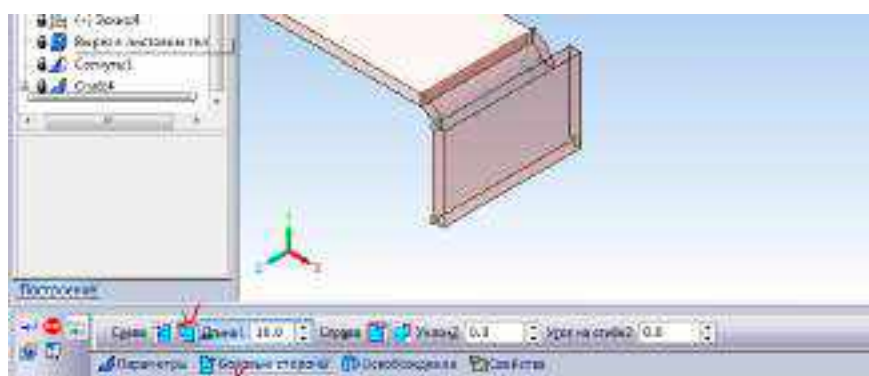


Рисунок 5-4 – Сгиб по ребру

Сгиб по линии

Создадим сгиб по линии.

Выделяем грань, создаем эскиз — отрезок на расстоянии 22 мм от торца детали.

Затем вызываем команду Сгиб по линии 

Указываем грань, затем отрезок. Параметры — прямое направление, неподвижная Сторона 1, радиус сгиба 5 мм.

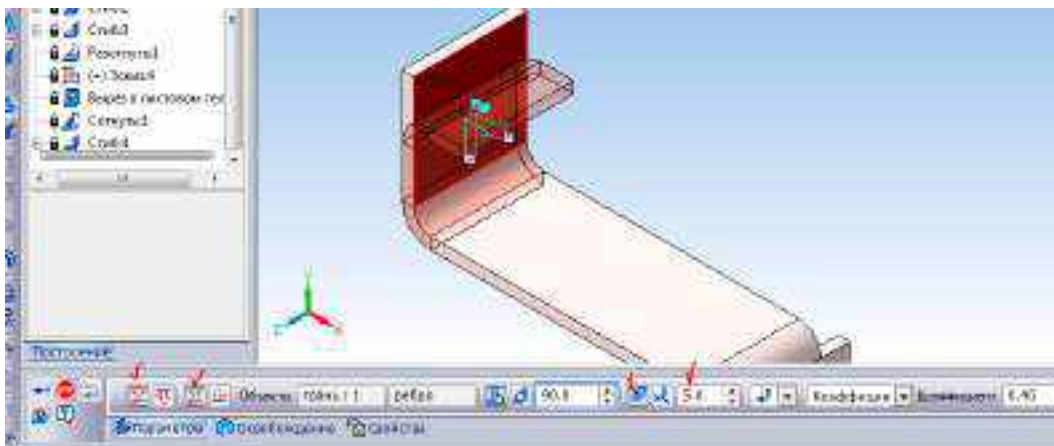


Рисунок 5-5 – Сгиб по линии

Сгиб в подсечке

Следующий этап по работе с листовым телом — создание сгиба в подсечке.

Выделяем грань, создаем эскиз.

Вызываем команду Подсечка 

Указываем грань (синяя стрелка) и отрезок.

Параметры — прямое направление, неподвижная Сторона 2, радиус сгиба 5 мм, высота снаружи 15 мм.

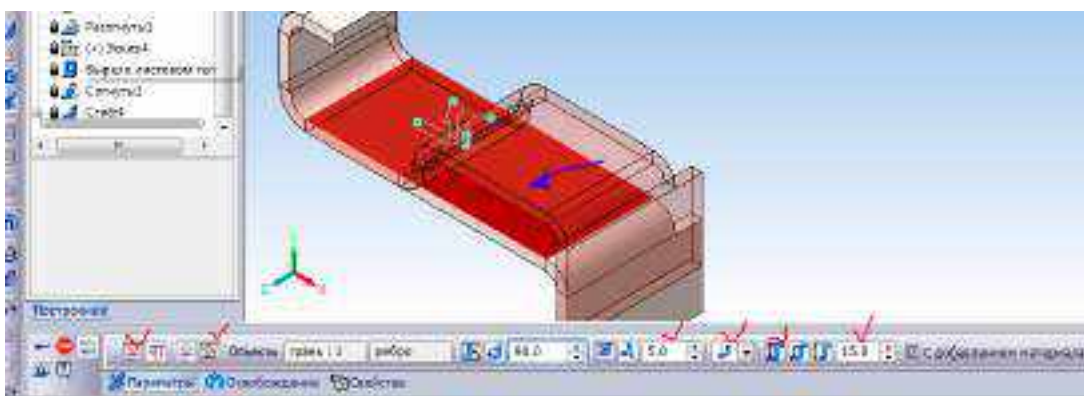


Рисунок 5-6 – Сгиб в подсечке

Изменение угла уклона боковых сторон

Создадим сгиб по ребру. В обратном направлении, длина 20 мм, радиус сгиба 7 мм.. Открываем вкладку Боковые стороны, задаем угол уклона боковых сторон слева и справа — 30.

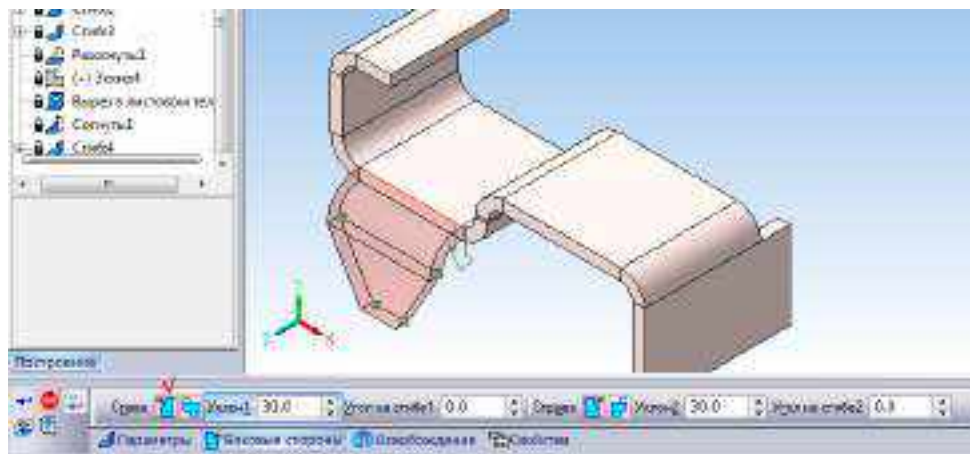


Рисунок 5-7 - Изменение угла уклона боковых сторон

Смещение сгиба по ребру. Создание освобождений

Сгиб по ребру может быть равен по длине не только длине ребер. Их также можно размещать по середине или на различном расстоянии слева и справа.

Создадим сгиб на ребре — тип размещения — по центру, ширина 20 мм, радиус 7 мм, смещение сгиба относительно ребра — внутрь.

При таком смещении сгиба могут возникнуть деформации или разрыв материала. Чтобы этого избежать делают специальные пазы — освобождения слева и справа от сгиба.

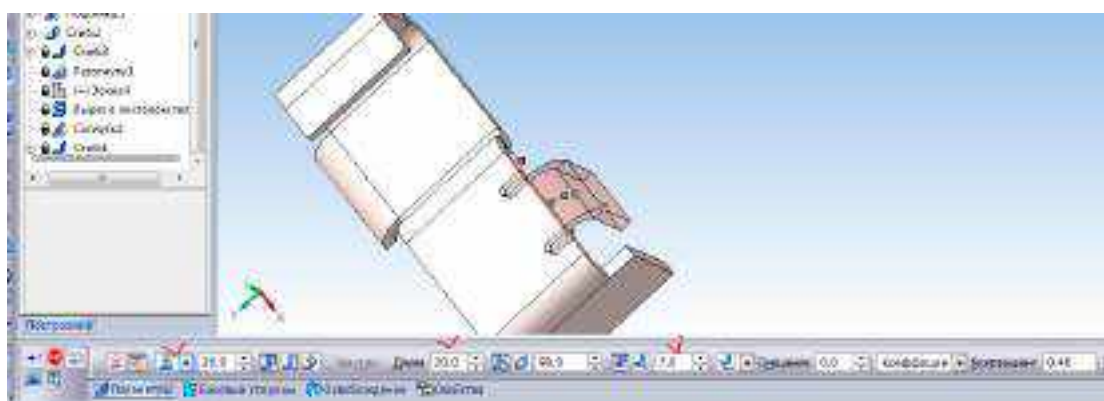


Рисунок 5-8 - Смещение сгиба по ребру

Переходим во вкладку Освобождение, включаем освобождение сгиба. Тип скругленное, глубина 7 мм, ширина 3 мм.



Рисунок 5-9 - Создание освобождений

Создание выреза

Для того, чтобы сделать следующий элемент листового тела — вырез, необходимо разогнуть один из сгибов.

Нажимаем кнопку Разогнуть

Указываем неподвижную грань и сгиб, который будем разгибать.

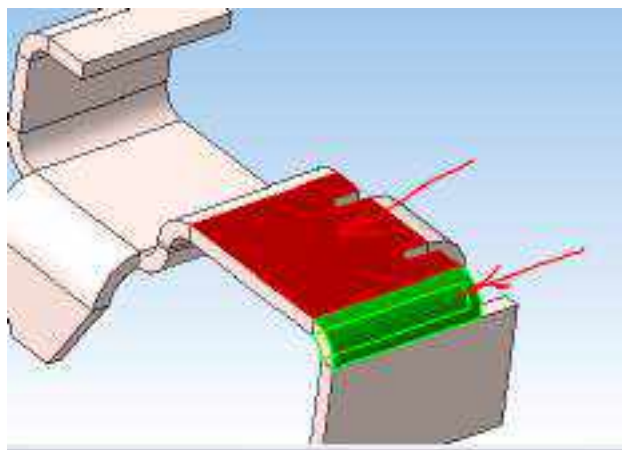


Рисунок 5-10 – Разгибание сгиба

Выделяем грань (красная стрелка), создаем эскиз.

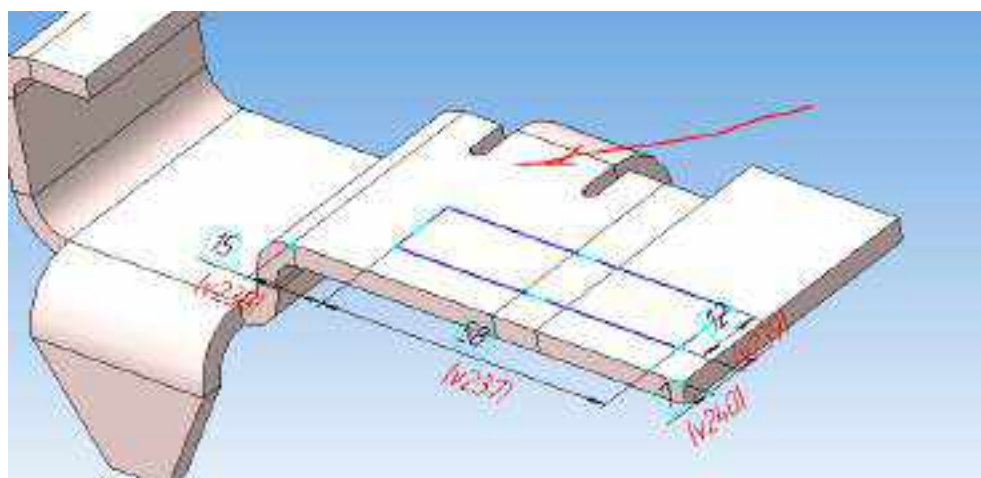


Рисунок 5-11 - Создание выреза

Вызываем команду Вырез в листовом теле

Вырезаем по толщине детали.


Кнопкой Согнуть  сгибаем сгиб обратно.

Создаем последний сгиб под углом 60°



Рисунок 5-12 - Сгиб под углом 60°

Создание развертки

Перед созданием развертки нужно задать ее параметры — указать грань, которая будет неподвижной при разгибании. Нажимаем кнопку Параметры развертки 

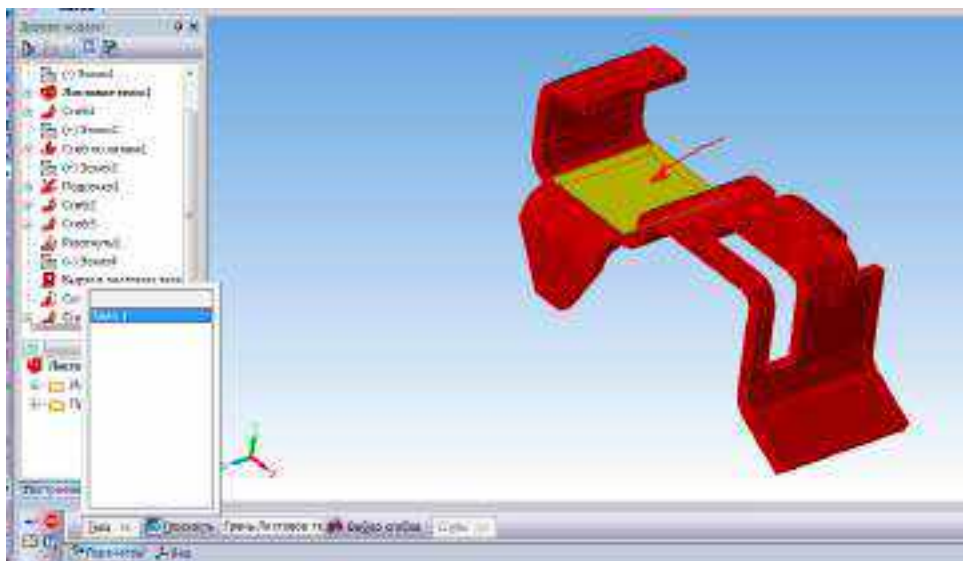


Рисунок 5-13 - Создание развертки

Жмем кнопку Развертка 

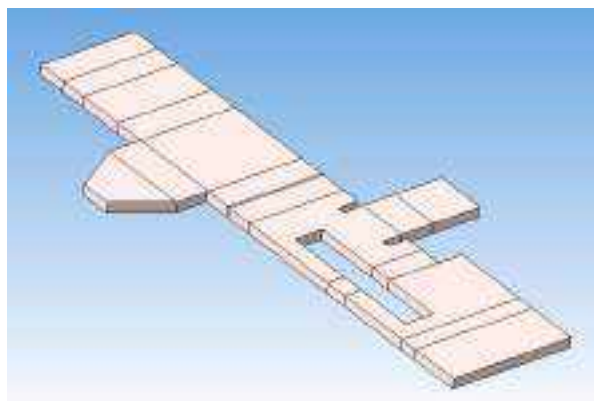


Рисунок 5-14 - Развертка

Сохраняем деталь. Теперь по ней можно сделать чертеж со вставкой развертки.

Листовое тело. Часть 2

Рассмотрим команды листового тела еще на одном примере. Создадим деталь типа короб, сделаем в нем жалюзи, открытую и закрытую штамповки.

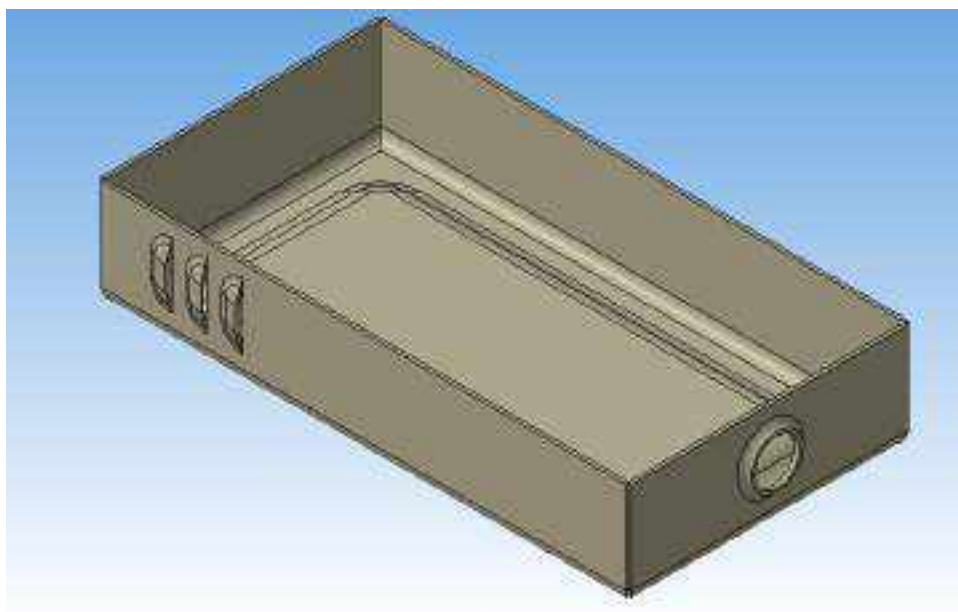


Рисунок 5-15 – Исходное задание

Создаем эскиз — отрезок длиной 150 мм.

Создаем листовое тело — в средней плоскости на 80 мм, толщина — 1 мм.

Выделяем грань, создаем эскиз — отрезок 30 мм.

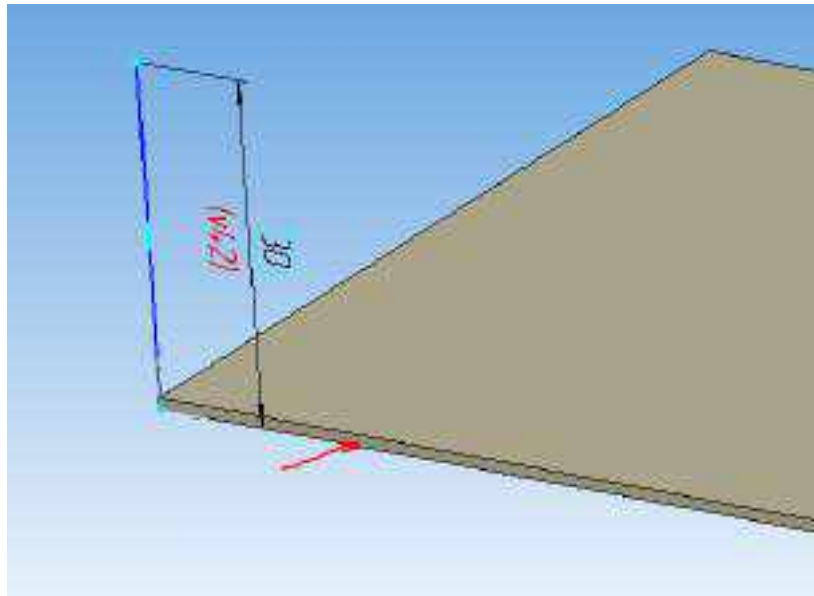


Рисунок 5-16 – Эскиз для ребра

Создаем сгиб по эскизу, выделяем ребро, нажимаем кнопку Последовательность ребер, указываем оставшиеся ребра.

Переходим во вкладку Замыкание углов. Замыкаем встык.

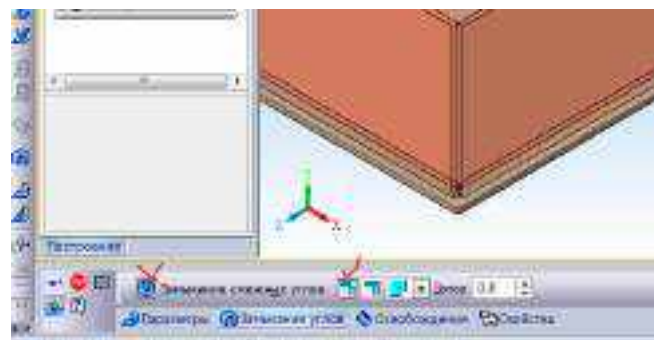
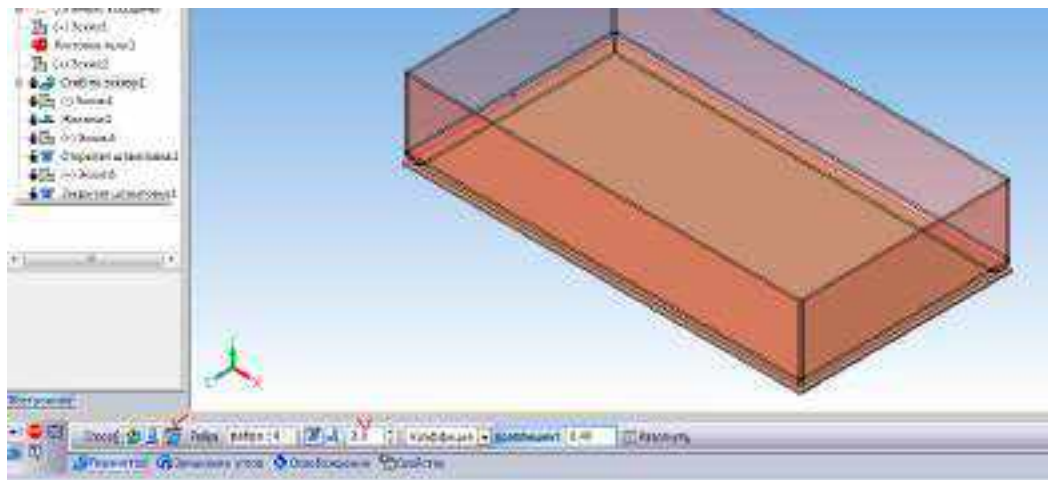


Рисунок 5-17 Сгиб по эскизу. Замыкание углов

Создаем жалюзи

Выделяем грань, эскиз — три отрезка, выравниваем точки отрезков по горизонтали, проставляем размеры.

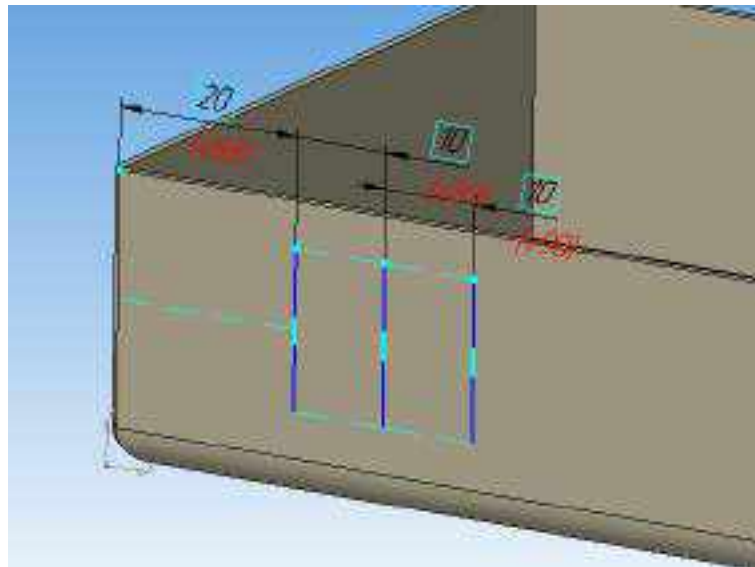


Рисунок 5-18 – Эскиз для жалюзи

Нажимаем кнопку Жалюзи

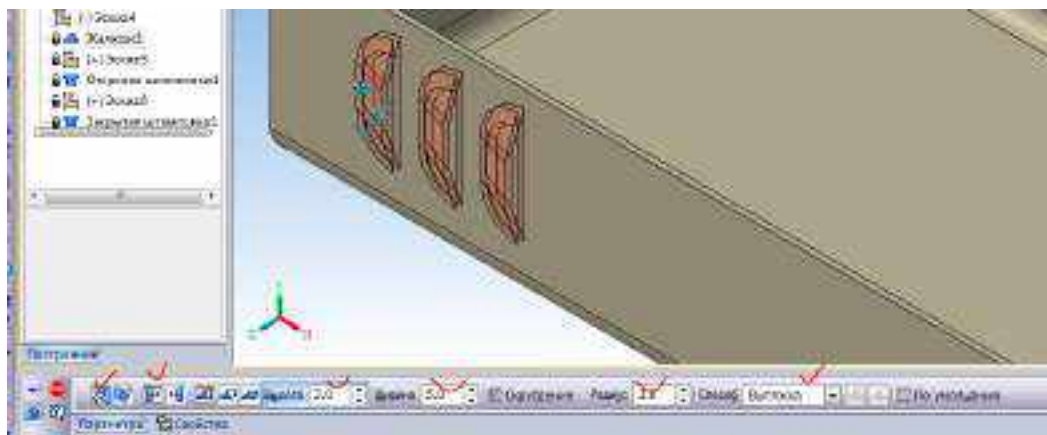
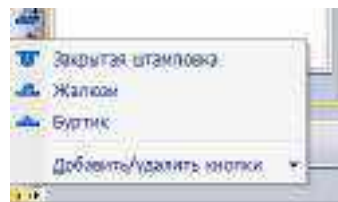


Рисунок 5-19 - Жалюзи

Создаем эскиз отверстия открытой штамповки — окружность диаметром 15 мм.

Нажимаем кнопку Открытая штамповка 

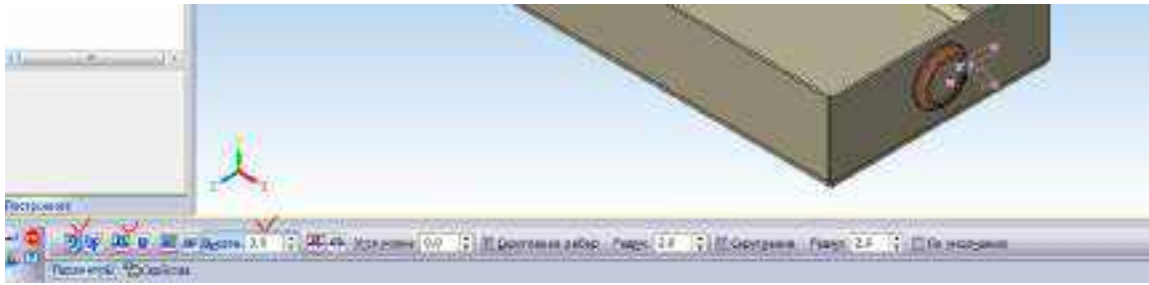


Рисунок 5-20 - Открытая штамповка

На дне детали создаем эскиз — прямоугольник.

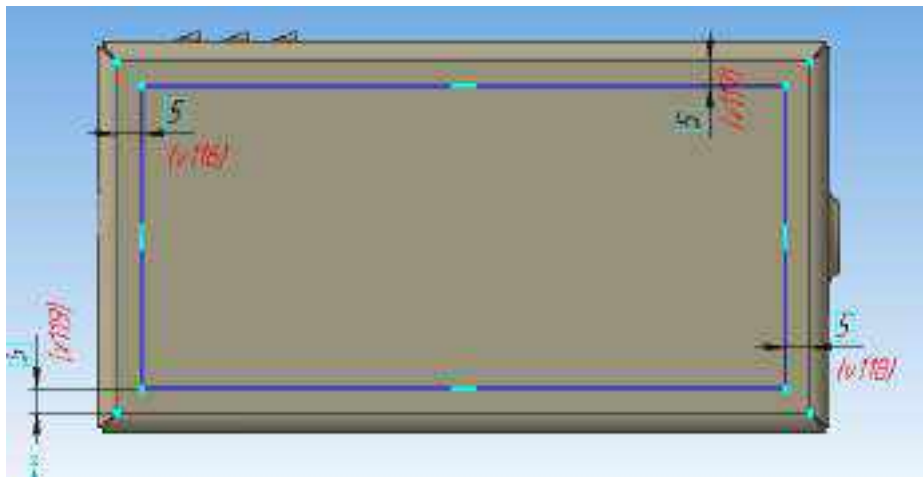


Рисунок 5-21 – Эскиз для закрытой штамповки

Нажимаем кнопку Закрытая штамповка (см. рисунок к жалюзи).

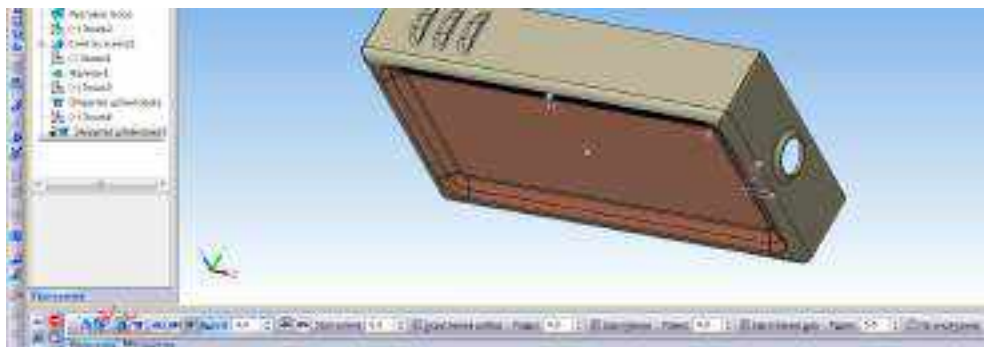


Рисунок 5-22 – Закрытая штамповка

Создаем развертку.

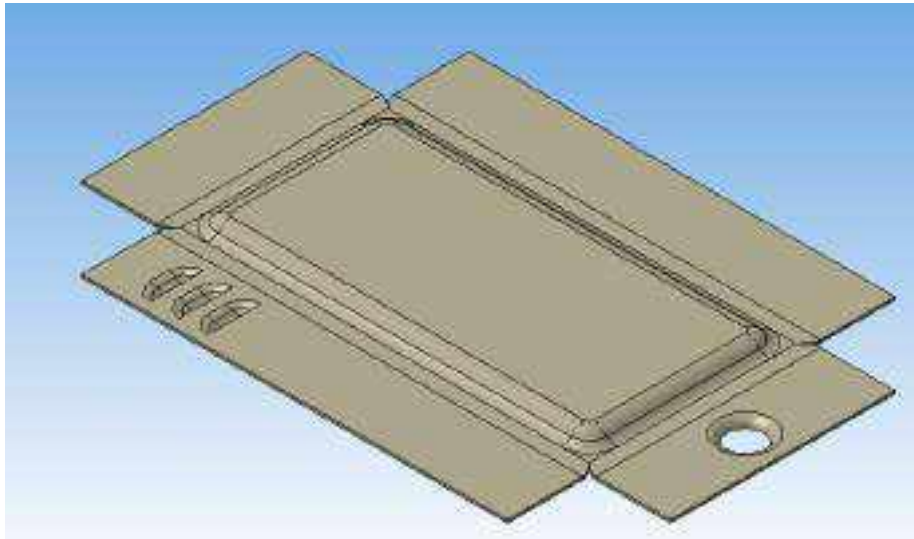
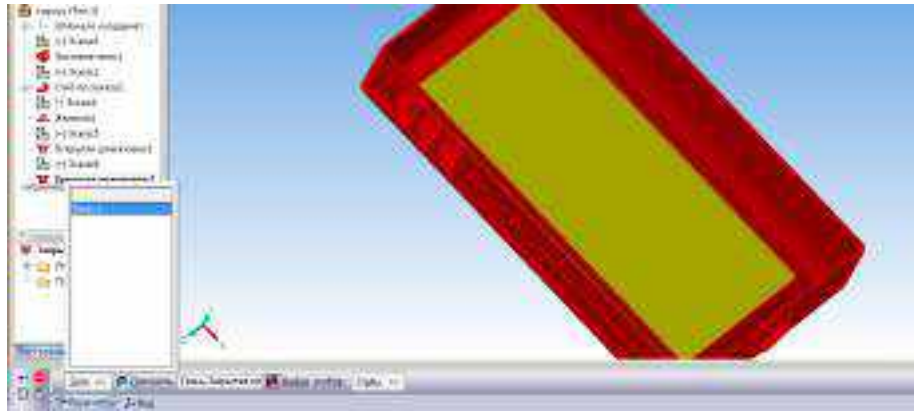


Рисунок 5-23 - Развертка

Тема 5 Параметризация в Компас 3d

Практическая работа №8 Параметризация 2d в Компасе 3d

Цель работы: познакомиться с процессом создания параметрических чертежей в Компасе и таблиц переменных.

Порядок выполнения работы

Чем параметрическое изображение отличается от обычного? Внешне ничем. Но параметрический чертеж хранит в себе информацию о взаимосвязях и ограничениях, наложенных на геометрические объекты, т.е. при изменении одного параметра, изменится и другой.

В Компасе такими связями будут – параллельность и перпендикулярность отрезков и прямых, стрелки взгляда, равенство длин отрезков.

Еще один вид параметрической связи – это *ассоциативность*. Такая связь возникает, один объект как бы привязывается к другому в процессе построения. Это размеры, штриховки, тех. обозначения – все они изменяются при перестроении базового объекта.

Ограничение – это зависимость между параметрами объекта или равенство объекта постоянной (константе).

Примеры ограничений – вертикальность и горизонтальность, перпендикулярность, симметрия отрезков, прямых, линии разреза, сечения, стрелок взгляда.



Ниже приведена таблица визуального отображения ограничений в Компасе.

Ограничение	Иконка	Параметры
Горизонтальность		Вращательная
Вертикальность		Вращательная
Выравнивание точек по горизонтали		Штриховый ориентированный отрезок, задающий вертикаль отрезка
Выравнивание точек по вертикали		Штриховый ориентированный отрезок, задающий вертикаль отрезка
Совпадение точек		Точка
Точка на прямой, Точка на середине прямой		Точка при необходимости указать размер отрезка от центра
Симметрия двух точек		Штриховый отрезок, задающий ориентированный отрезок, задающий ось симметрии отрезка при необходимости указать отрезок от центра симметрии
Параллельность		Вперед отрезка
Перпендикулярность		В точку пересечения отрезков при необходимости указать параметры отрезков
Коллинеарность		На отрезке или отрезке, ближайшая точка отрезка заданного отрезка
Касание		В точку касания при необходимости указать радиусы до точки касания штриховый отрезок
Равенство радиусов		Для дуг – касательная для окружностей – над внешней точкой
Равенство длин		На отрезке или отрезке
Фиксация точки		Точка
Ограниченный отрезок		

Рисунок 6-1 – Ограничения в Компасе

Параметризацию в Компасе стоит применять в том случае, когда при модификации детали изменяются только размеры, а внешний вид (топология) остается неизменным. Или, когда создаваемая деталь будет служить прототипом для создания новых деталей.

Создадим параметрический чертеж тела вращения, в котором диаметр d будет зависеть от диаметра D , а размер b будет зависеть от размера B .

4. Проведем ось симметрии нашей детали. Для этого воспользуемся командой «Осевая линия по двум точкам»  на панели «Обозначения» . При построении воспользуемся локальной привязкой «Середина» (вызывается правой кнопкой мыши).

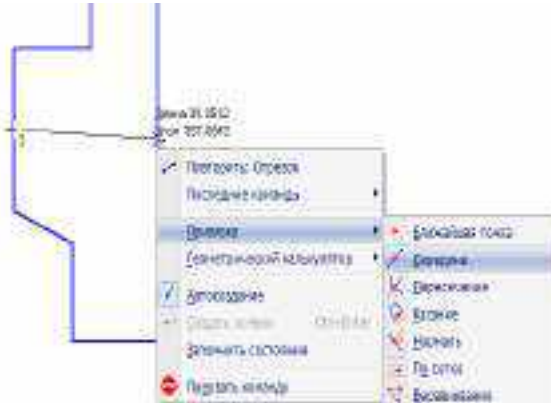





Рисунок 6-4 – Локальная привязка

5. Выравниваем осевую при помощи команды «Горизонтальность»  на панели параметризации и размещаем ее точно посередине при помощи команды «Точка на середине кривой» . Изображение теперь полностью симметрично.

6. При помощи команды «Выровнять точки по вертикали»  выравниваем нужные точки и делаем горизонтальным отрезок.

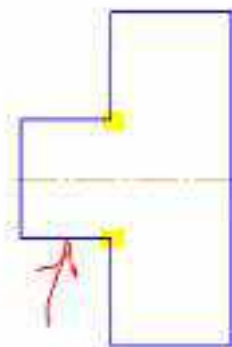




Рисунок 6-5 - Выравнивание

7. Для того, чтобы знать какие ограничения мы наложили, включаем кнопку «Отображать ограничения» .

8. Теперь поставим *ассоциативные размеры*. Для этого на панели текущего состояния включаем кнопку «Параметрический режим»  .

9. При простановке размеров задаем соответствующие выражения (D, B) и переменные (d, b, v2, v3). Зависимости введем позже. Снимаем галочку с информационного размера.

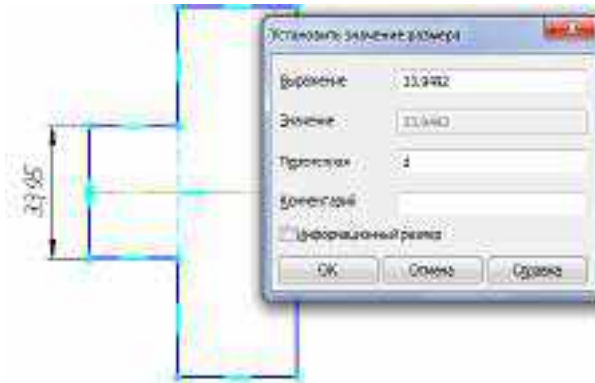


Рисунок 6-6 – Ввод переменных

10. Редактируем размеры, помещая перед значением знак диаметра (правая кнопка – редактировать)


11. Вызываем панель переменных кнопкой «Переменные»  на стандартной панели. В появившемся окне можно вводить выражения для вычисления и значения переменных.



Рисунок 6-7 – Ввод выражений для переменных

Задаем выражение для размера $b=B-20$ и для $d=D/2$. Теперь изменяя значения D и B, будут изменяться b и d в соответствии с формулами.

Таким образом, мы получили простейший параметрический чертеж.

Практическая работа №9 Параметризация 2d. Создание таблиц переменных

Цель работы: изучить процесс создания параметрического изображения и таблиц переменных.

Порядок выполнения работы

В данной работе, помимо выполнения параметрического изображения, мы научимся создавать **таблицы переменных в Компас 3d**.

Для чего нужны таблицы переменных?

Дело в том, что в машиностроении множество типовых деталей, отличающихся друг от друга только размерами, которые помещены в таблицу.

Если создать параметрическое изображение одной детали, то несложно получить и изображения деталей со всеми рядами размеров. Достаточно создать таблицу с переменными, отвечающими за соответствующие размеры.

Задание – необходимо создать таблицу переменных для детали Хвостовик и последующего создания пользовательской библиотеки.

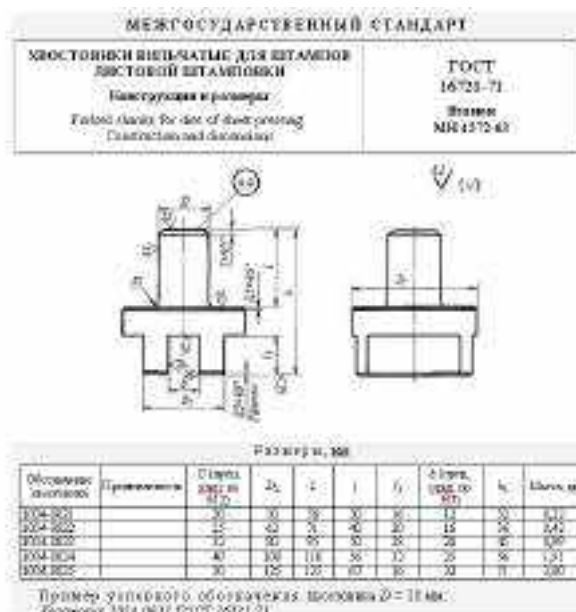


Рисунок 6-8 – Исходное задание

Для последующего использования параметрическое изображение должно создаваться во фрагменте и иметь внешние переменные.

1 Создаем фрагмент и сохраняем в папку под именем Хвостовик ГОСТ 16721-71. Включите параметрический режим и режим отображения ограничений.

2 Командой Непрерывный ввод объектов начертим примерный контур хвостовика

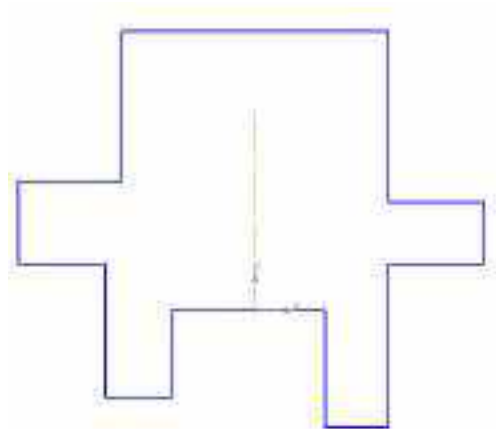


Рисунок 6-9 – Контур хвостовика

3 Заходим в панель Параметризация и запускаем команду Коллинеарность соответствующих отрезков.

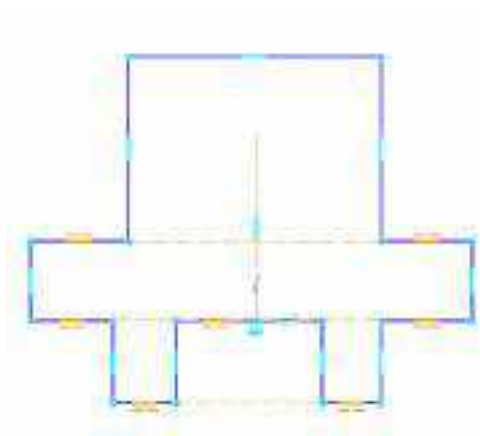


Рисунок 6-10 - Коллинеарность

Также зададим симметрию точек относительно оси.

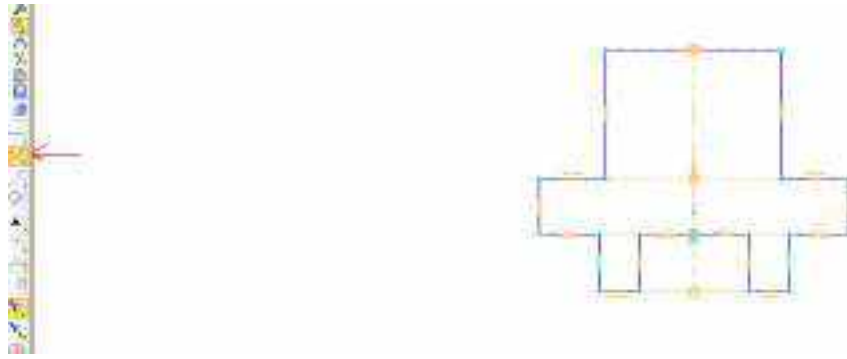


Рисунок 6-11 – Симметрия двух точек

4

Создаем фаску $2 \times 45^\circ$. Добавим два горизонтальных отрезка. Создаем скругления R1.

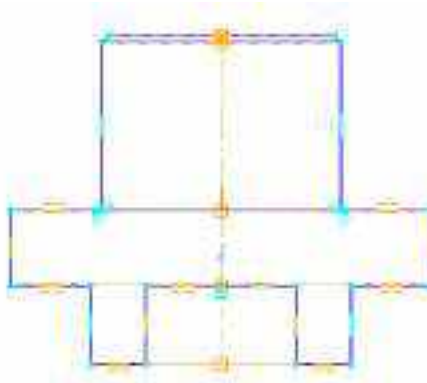


Рисунок 6-12 – Добавление фаски и скругления

5 Теперь эскиз готов к нанесению размеров. Начинаем их проставлять с наименьших.



Рисунок 6-13 – Нанесение размеров

Важно! Для того чтобы при последующей вставке фрагментов размеры не отображались, нужно проставлять их в новом слое, который потом можно скрыть.

Или проставить размеры, а затем перенести их на слой невидимости.

6 Выбираем команду Переменные. В диалоговом окне Переменные введите в поля столбца Выражение вместо числовых значений имена переменных в соответствии с таблицей параметров ГОСТ. Будут созданы переменные главного раздела. Задайте статус всем переменным Внешняя. Используя стрелочки, перемещаем переменные в главном разделе вверх или вниз для размещения их в порядке соответствующем таблице ГОСТ.



Рисунок 6-14 – Присваивание статуса переменным

7 В строке меню диалогового окна Переменные нажимаем кнопку Таблица переменных. В строке меню диалогового окна Таблица переменных щелкнем кнопку Читать внешние переменные. Будут прочитаны имена внешних переменных и создана одна строка значений переменных.

С помощью команды Вставить строку ниже создаем еще 4 строки. В качестве комментария в строках задаем обозначения хвостовика по ГОСТ и введем соответствующие значения параметров для каждого типоразмера соответствующие таблице ГОСТ.



Рисунок 6-15 – Создание таблицы

Координаты	D	L	I	H	R
1034-3821	20	50	58	30	16
1034-3822	25	60	71	40	20
1034-3823	30	80	85	50	28
1034-3824	40	100	110	58	30
1034-3825	50	125	125	67	36

Рисунок 6-16 – Таблица переменных

8 В строке меню воспользуемся командой Сохранить в файл *.xls и сохраним таблицу параметров.

В окне фрагмента отключаем режим отображения ограничений. Сделайте текущим слой 0 и отключите видимость слоя 1. Снова вызываем таблицу переменных. Выделите в таблице переменных любую строку и нажмите кнопку Присвоить значения переменным. Произойдет перестроение хвостовика в соответствии с заданными параметрами.

Отмечу также, что такие таблицы переменных можно создавать отдельно в Excel и потом импортировать в Компас, нажав на кнопку Читать из файла.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина**

**Методические указания
по выполнению проектной работы**

по междисциплинарным курсам

**МДК 1.1 Технологические процессы изготовления деталей машин
и МДК 1.4 «Подготовка автоматизированного производства изготовления
деталей для высокоточных изделий»**

**специальности
15.02.08 Технология машиностроения**

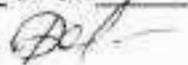
Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «4» января 20 22 г. № 5

Председатель цикловой комиссии



Т.В. Валужева

Автор: Веселова А. В., преподаватель колледжа

1 Самостоятельная работа студента по выполнению проектной работы

В рамках профессионального модуля ПМ.1 «Разработка технологических процессов изготовления деталей машин» при реализации существующего междисциплинарного курса МДК 1.1 «Технологические процессы изготовления деталей машин» предусматривается внедрение проектной технологии в обучение. Подразумевается выполнение студентами проектной работы по созданию конструкторской и технологической документации на конкретную деталь для машиностроения. В данный профессиональный модуль входит междисциплинарный курс МДК 1.4 «Подготовка автоматизированного производства изготовления деталей для высокоточных изделий», предполагающий проектную работу студентов по расчету управляющих программ обработки детали на станках с ЧПУ (используя документацию, разработанную в МДК 1.1).

2 Структура проектов

По предложенному кейс-заданию требуется:

1 разработать электронную модель детали в соответствии с ГОСТ 2.052-2015 в одной из САПР, имеющихся на предприятии, 3D модель предоставляется в форматах STEP, STL, Parasolid (в отчете предоставить скриншоты окна программы с моделью);

2 спроектировать маршрутный технологический процесс (производство серийное);

3 на основе разработанного техпроцесса составить управляющую программу изготовления детали на станке с ЧПУ (в отчете предоставить скриншоты переходов обработки детали);

4 Управляющая программа обработки должна быть представлена в G кодах (ISO кодах), САМ система (в отчете предоставить текст управляющей программы).

Титульный лист работы оформляется в соответствии с образцом из приложения А.

3 Кейс-задания

Кейс-задание №1

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс¹ выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Ось»

Описание ситуации²

Общество с ограниченной ответственностью «МЕТАЛЛИСТ», специализирующееся на производстве комплектующих для оборудования промышленного назначения озабочено низким качеством производимой продукции и большим количеством претензий со стороны потребителей.

Одной из причин возникновения ситуации является использование устаревшей технологии производства деталей.

Руководство ООО приняло решение разработать и внедрить новые технологические процессы изготовления продукции. В связи с этим главный технолог предприятия Петров А.Н. поручает начальнику отдела программирования, в котором Вы работаете в качестве старшего техника-технолога, переработать существующие чертежи изделий в соответствии с современными требованиями и разработать новые технологические процессы на детали.

Вам поручено разработать технологический процесс изготовления детали «Ось».

¹Кейс-задание выполняется в рамках проектной работы

²Описывается реальная ситуация, четко определяется задача (проблема), указываются следующие пункты: места, позиции и роли основных действующих лиц, (например: директор, начальник цеха, сотрудник, и т.п.), полное описание (только факты) основных этапов развития событий и действий действующих лиц

Кейс-задание №2

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Вал ведомый»

Описание ситуации

Закрытое акционерное общество «Тульский станок» основано в 1969 году, как предприятие, специализирующееся на капитальном ремонте токарно-винторезных станков и производстве запасных частей к ним.

Для повышения конкурентоспособности предприятия в условиях жесткой конкуренции руководством было принято решение о постепенном обновлении станочного парка путем приобретения современных токарно-фрезерных обрабатывающих центров с ЧПУ (TRENS SBL 300A, TRENS SBL 500A).

В связи с этим возникла необходимость разработать новые управляющие программы на выпускаемую номенклатуру ЗИП.

Главный технолог Шашков В.А. ставит задачу Бюро технологических процессов механической обработки на разработку новых техпроцессов обработки и разработку управляющих программ для закупленного оборудования.

Начальник Бюро Успенский Д. М. поручает Вам, технику-программисту Бюро, разработать ТП и УП для изготовления детали «Вал ведомый».

Кейс-задание №3

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Вал»

Описание ситуации

Общество с ограниченной ответственностью фирма «РИАЛ» работает на рынке производства и поставке и экструзионных шнеков, промышленных ножей и других комплектующих для оборудования промышленного назначения в одном из регионов и до недавнего времени практически не испытывала сильной конкуренции: невысокие цены, хорошее качество продукции и практически полное отсутствие аналогичных предприятий обеспечивали экономическую стабильность. Однако полученная недавно из достоверных источников информация свидетельствует о выходе в самое ближайшее время на этот же рынок двух иностранных фирм, выпускающих такие же конструкции, но по новейшим технологиям. Предполагается, что иностранные фирмы выйдут со своей продукцией на рынок уже через два месяца и, что вполне вероятно, начнут жесткую конкурентную борьбу с фирмой «РИАЛ».

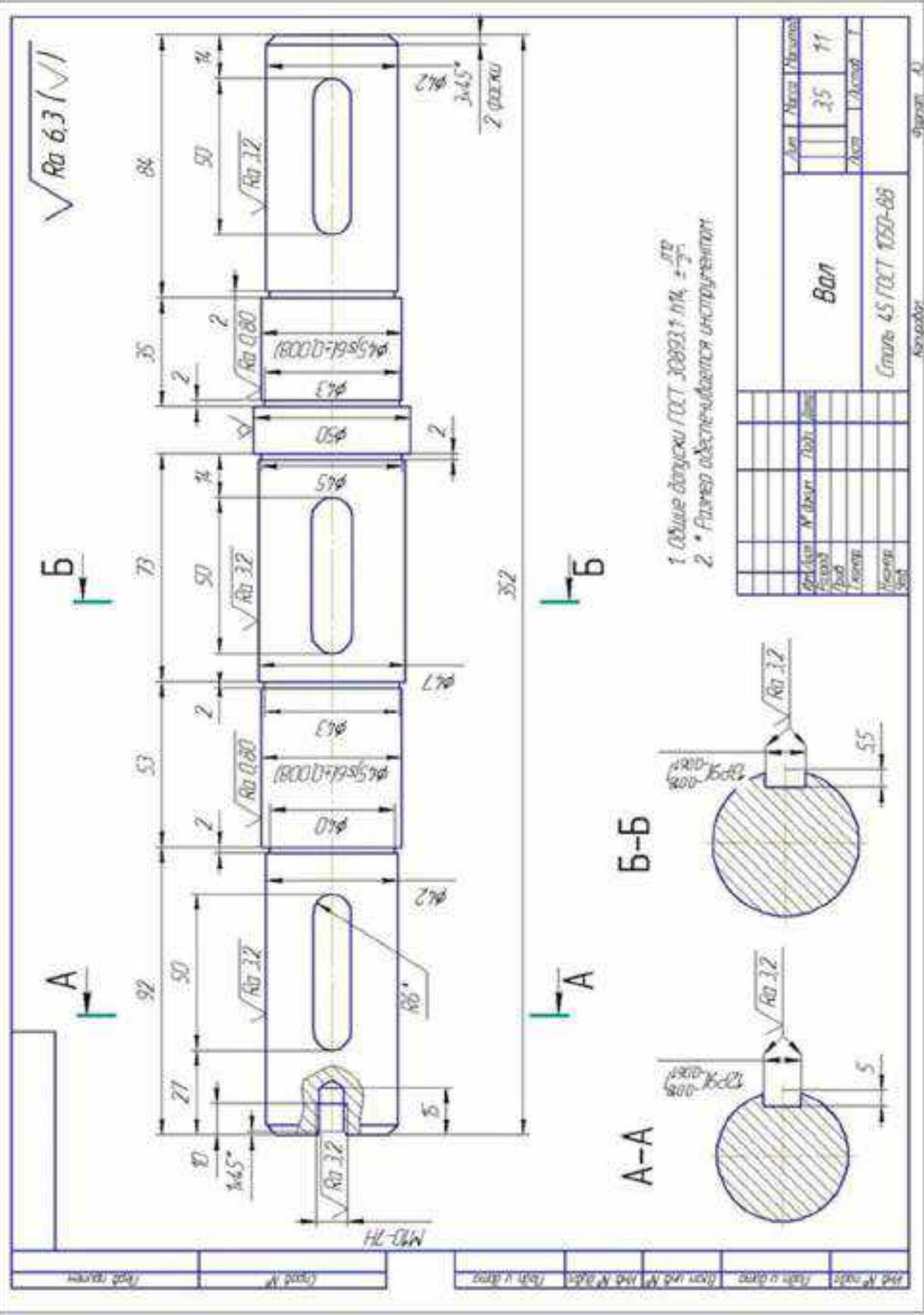
Несмотря на то, что фирма «РИАЛ» имеет долгосрочные договорные обязательства с потребителями, руководство фирмы понимает сложность ситуации и необходимость принятия срочных мер. Постепенно накопившиеся проблемы в организации непосредственно производственного процесса, периодически возникающие трудности в обеспечении работоспособности оборудования и ряд других проблем могут в скором времени ощутимо сказаться на экономической стабильности фирмы и ее вытеснении конкурентами с рынка сбыта данной продукции.

Чувствуя свою экономическую стабильность, из-за отсутствия конкурентов, руководство фирмы упустило из виду необходимость постоянного совершенствования выпускаемой продукции, а также своевременной модификации и замены оборудования. Что привело к ситуации, когда фирма не защищена в ситуации неожиданного появления конкурентов.

Руководство фирмы приняло решение о замене и модификации устаревшего оборудования, а также улучшение технологии производства продукции, при этом обязательным условием является снижение стоимости продукции, за счет уменьшения издержек на ее производство.

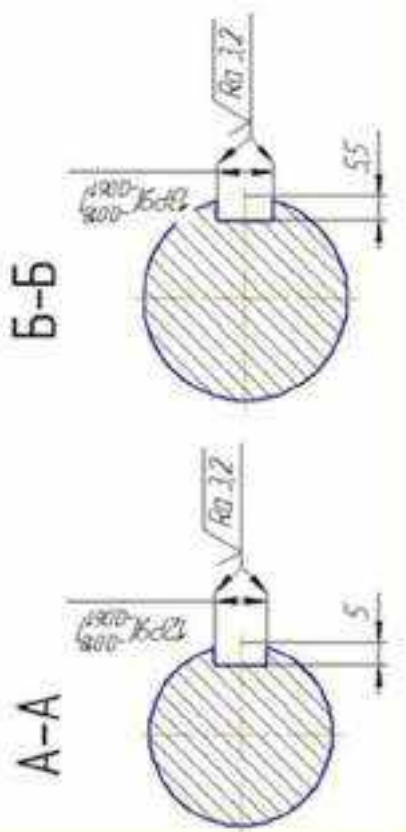
Ожидается скорая поставка двух современных обрабатывающих центров DMC V 635 ecoline.

Начальник цеха основного производства Семенов К.П. получает Техбюро цеха в сжатые сроки разработать новые управляющие программы для станков. Начальник Техбюро цеха Демьянов С.В. поручает Вам, технологу Бюро, разработать управляющие программы под новое оборудование для изготовления детали «Вал».



√ Ra 6.3 (√/)

1. Общие детали ГОСТ 30893.1 или 30893.2
2. * Размер определяется конструктивно.



№№ деталей	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали	№ детали

Вид		Материал	
Диаметр	№ детали	Диаметр	№ детали
18	35	14.5	71
Вал			
Сталь 45 ГОСТ 1590-88			

Кейс-задание №4

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Вал ведомый»

Описание ситуации

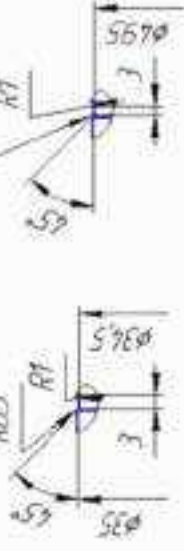
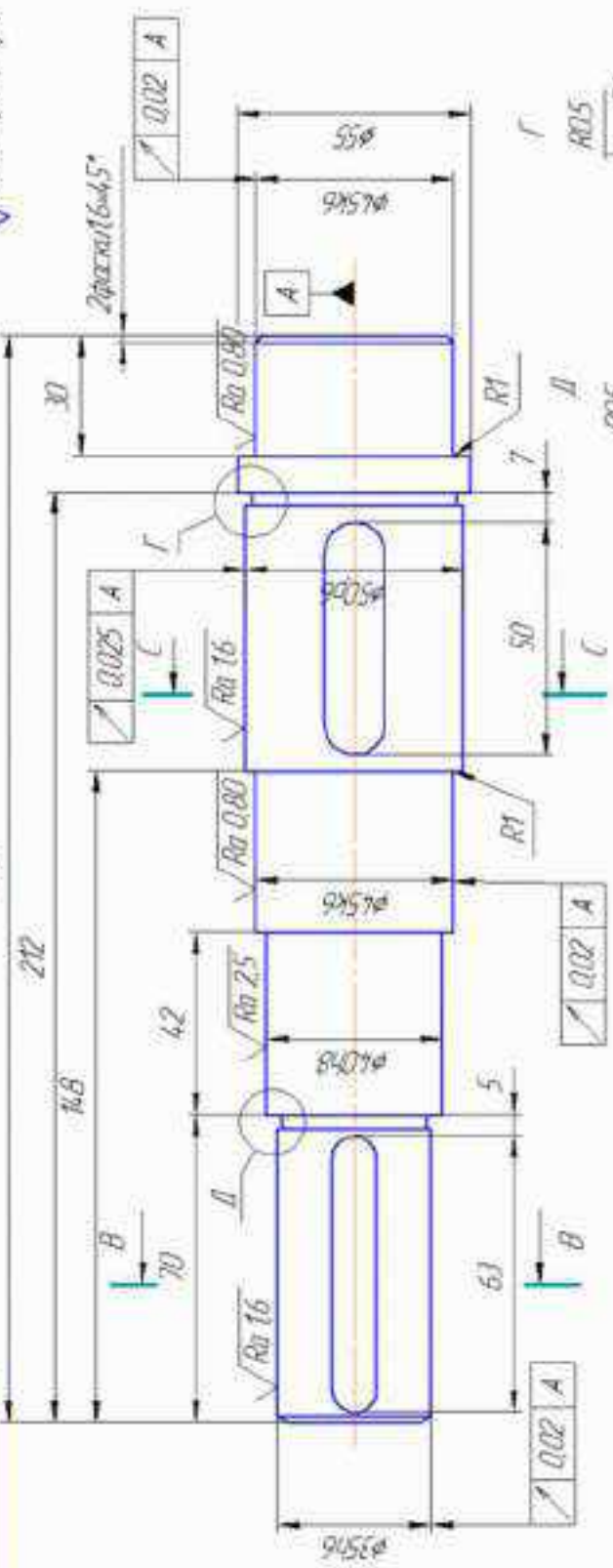
Металлообрабатывающая компания КМК (г. Климовск) успешно работает на рынке металлообработки и изготовления деталей из металла и других материалов. Имеет отдел технического проектирования, предоставляющий заказчику услуги по проектированию конструкторской документации и разработке управляющих программ для станков с ЧПУ.

В компанию обращается частный заказчик с просьбой разработать документацию и УП для изготовления детали «Вал ведомый».

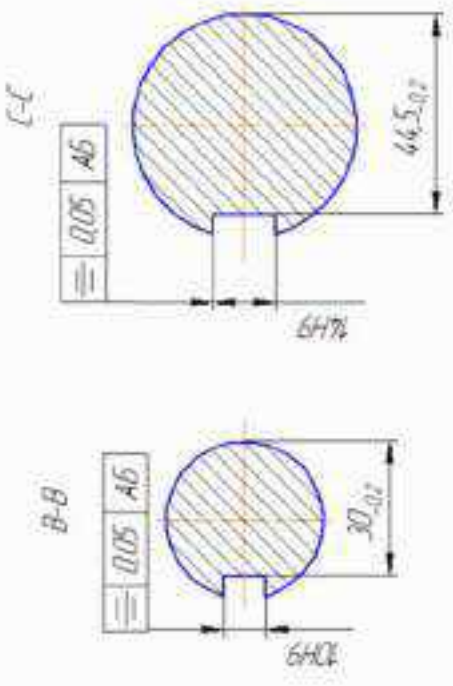
Начальник отдела технического программирования Казаков С.О. поручает эту работу Вам, технологу отдела.

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (\checkmark)

248



1. 190.20048
2. Детские чертёжки прилагать. R=0.3mm
3. Общие допуски по ГОСТ 30893.1 h16, H16, ±IT16/2



ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)
-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)
ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)	ИД № (ИД)

Вал ведомый

Лист 45 ГОСТ 1050-88

Контур А3

Кейс-задание №5

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Вал»

Описание ситуации

Вы технолог отдела программирования станков с ЧПУ на крупном машиностроительном предприятии, в сферу Вашей деятельности входит разработка технологической документации для производства деталей машиностроительной отрасли и управляющих программ для станков с ЧПУ.

Коллега, технолог Вашего отдела Смирнов Ф.Р. рассказал Вам о бирже фриланса в сфере машиностроения Freelance, зарегистрировавшись на которой в качестве исполнителя можно выполнять заказы на разработку документации и управляющих программ. Вы прислушались к совету коллеги и зарегистрировались на бирже. Через некоторое время к Вам обращается заказчик с просьбой разработать документацию и УП для изготовления детали «Вал».

Кейс-задание №6

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

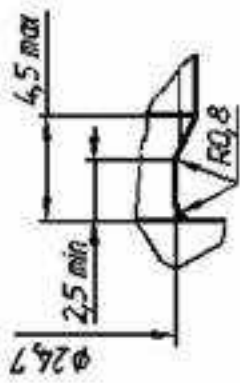
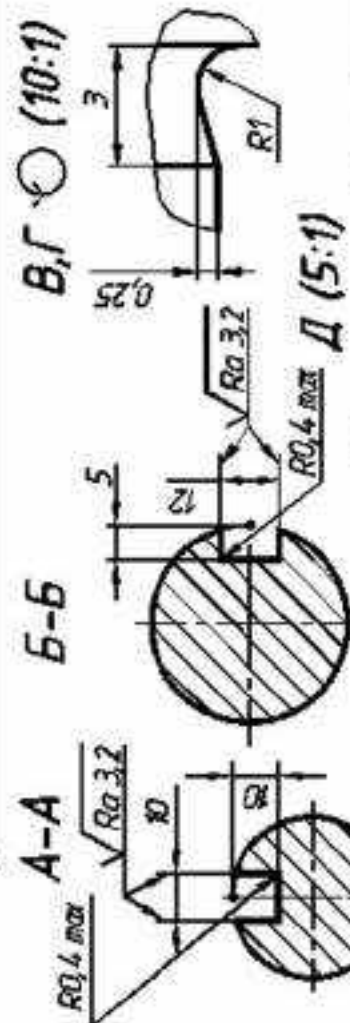
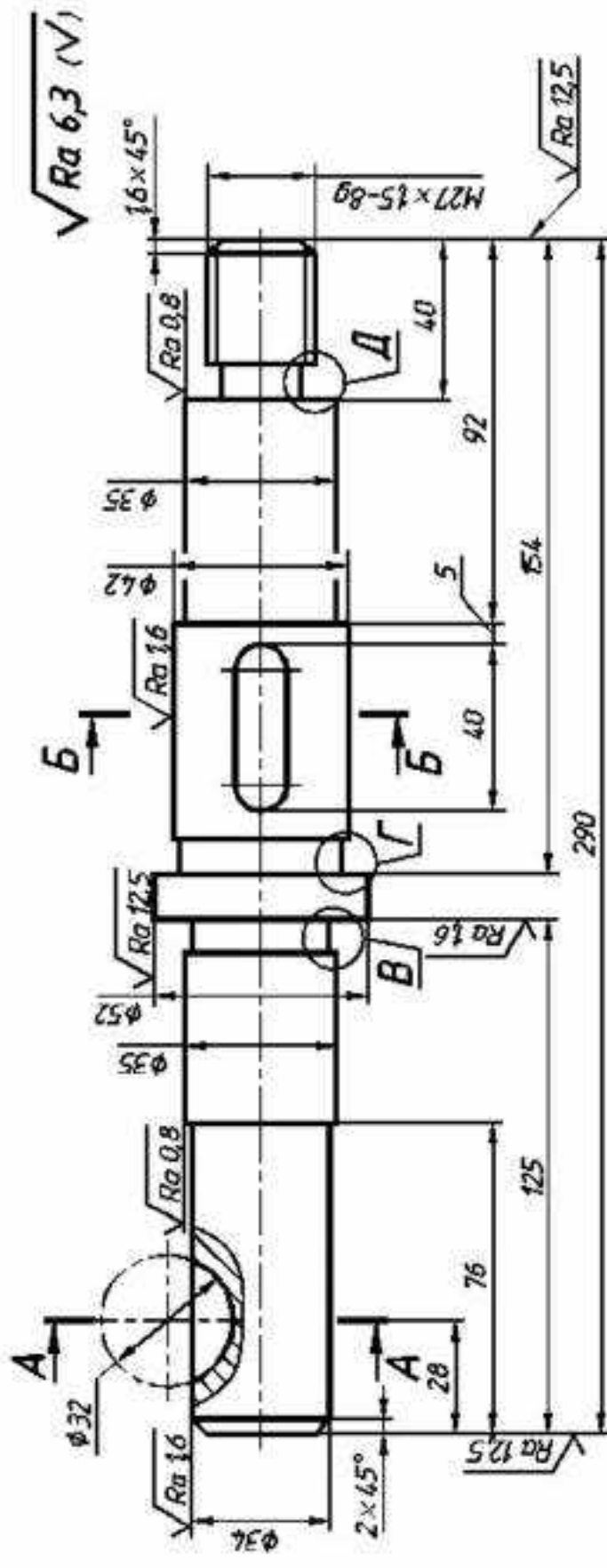
Заголовок кейса

Изготовление детали «Вал»

Описание ситуации

ООО "ПредМет УЗЛ" занимается токарной и фрезерной обработкой металла, выполняет сварочные и сборочные работы, плазменный раскрой металла, а также порошковую окраску металлических изделий.

Вы работаете техником-технологом в Техбюро цеха основного производства. В цех поступил заказ на изготовление партии деталей «Вал». Начальник Техбюро Власов В.П. дает Вам задание разработать техдокументацию и управляющую программу для станка с ЧПУ, имеющегося в цехе.



$\sqrt{Ra 6.3 (V)}$

Исполн.	Провер.	Масштаб	1:1
Дизайн	Л. С. ШИВА	Лист	1
Конт. №	45 ГДЕТ 850-88	Дата	

Вал

Лист 45 ГДЕТ 850-88

Кейс-задание №7

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

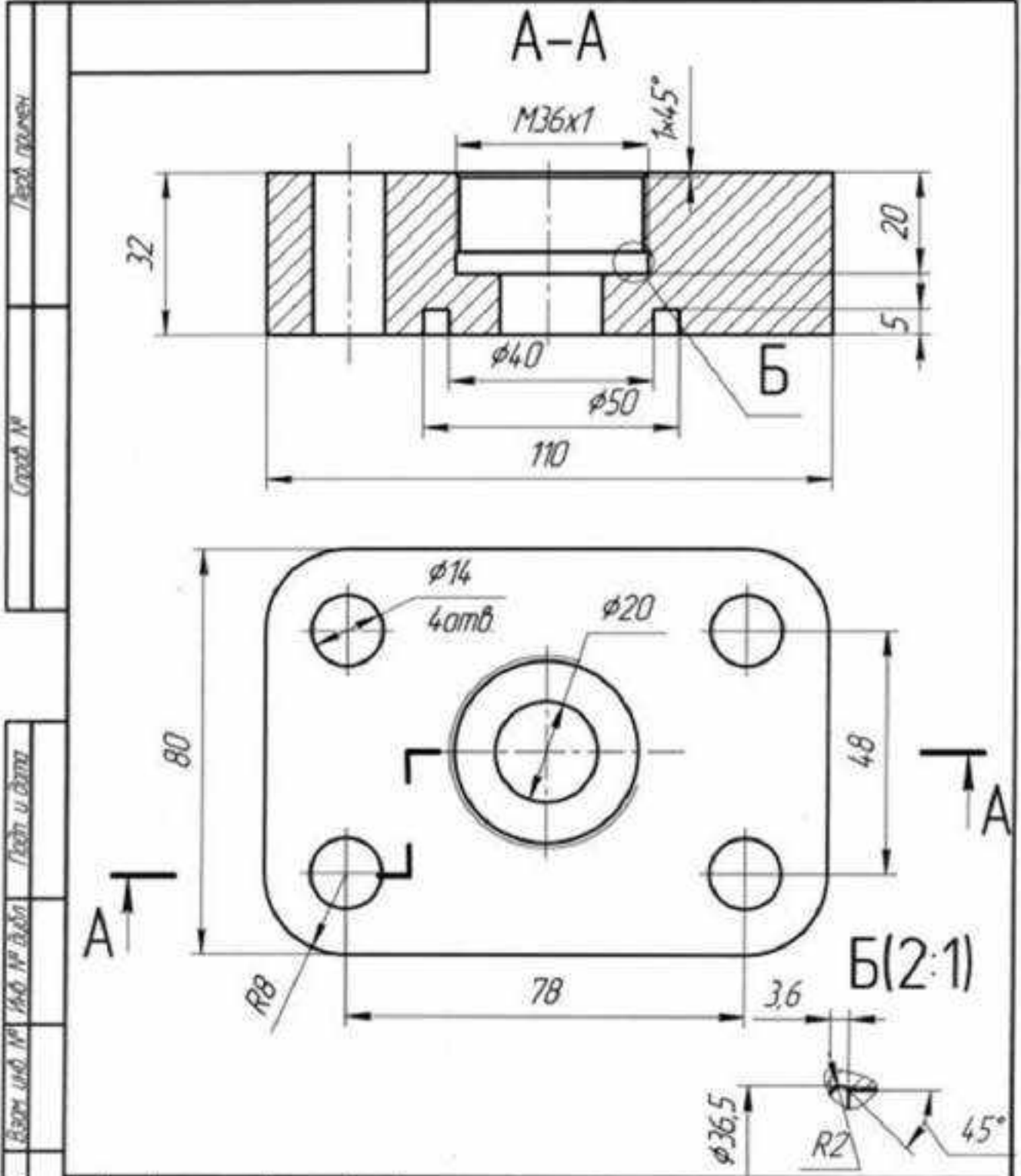
Заголовок кейса

Изготовление детали «Корпус»

Описание ситуации

ООО "Механик-Туламаш", являясь дочерним предприятием АК «Туламашзавод», специализируется на изготовлении зубчатых колес: прямозубых, косозубых, конических с круговым зубом; базовых корпусных деталей.

Вы работаете техником в Техбюро цеха предприятия. Поступил заказ на изготовление партии деталей «Корпус». Начальник Техбюро Пименов В.В. дает Вам задание разработать техдокументацию и управляющую программу для станка с ЧПУ, имеющегося в цехе.



Лист пружин				Лист и дата			Лист и дата			Лист и дата		
Сред. №				Взам. инв. №			Инв. №			Инв. №		
Лист №				Лист №			Лист №			Лист №		
Исполн.				Исполн.			Исполн.			Исполн.		
Провер.				Провер.			Провер.			Провер.		
Контр.				Контр.			Контр.			Контр.		
Исполн.				Исполн.			Исполн.			Исполн.		
Сред.				Сред.			Сред.			Сред.		
<p style="text-align: center; font-size: 24px;">Корпус</p> <p style="text-align: center; font-size: 18px;">Сталь 45 ГОСТ 1050-88</p>							Лист	Масса	Масштаб			
							1	1,78	1:1			
							Лист	Листов	1			

Копировал

Формат А4

Кейс-задание №8

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Корпус вала шкива»

Описание ситуации

ООО «ТЕХОСНОВА» является производственной компанией, изготавливает изделия производственно-технического назначения, отдельные узлы и сложные механизмы в соответствии с техническим заданием. От ООО «ПрофКомплект» поступило техническое задание на изготовление детали «Корпус вала шкива». Вы – технолог – программист отдела программирования компании. Начальник отдела Быков А.Д. поручает Вам разработку этого проекта. Обязательным условием является подбор оптимальной заготовки, обеспечивающий высокий Ким, и использование инструмента отечественной фирмы «Специнструмент».

Кейс-задание №9

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Корпус»

Описание ситуации

Общество с ограниченной ответственностью "Гипромаш" - образовано в г.Тула в 1998 году, предприятие специализируется на разработке и производстве нестандартного оборудования и оснастки, а также запасных частей к различным механизмам и оборудованию.

С целью расширения номенклатуры запасных частей к насосному оборудованию руководство предприятия приняло решение внедрить изготовление детали «Корпус». Начальник технологического отдела Селиверстов А.Д. поставил перед Вами, технологом отдела, разработать электронную модель детали, подготовить комплект технической документации в САПР ТП и создать управляющую программу для токарно-фрезерной обработки детали. Вам предложено разработать два типа программы – 1) совмещенную токарно-фрезерную обработку и 2) разделить токарную и фрезерную обработки; произвести подбор режущего инструмента, оборудования и оснастки. По результатам ПЭО проведет экономические расчеты с целью выявления наиболее выгодного варианта техпроцесса в зависимости от программы выпуска деталей.

Кейс-задание №10

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Стакан»

Описание ситуации

Производственное предприятие «Мехмаш» первоначально было ориентировано на оказание широкого спектра услуг по механической обработке металлов резанием по чертежам заказчика.

По мере развития предприятие освоило производство продукции общего назначения, а затем и продукции для нефтегазовой отрасли.

Вы – технолог данного малого предприятия. Директор Васнецов П.П. поручает Вам разработку техдокументации и УП для обработки детали «Стакан», рабочий чертеж прилагается.

Кейс-задание №11

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

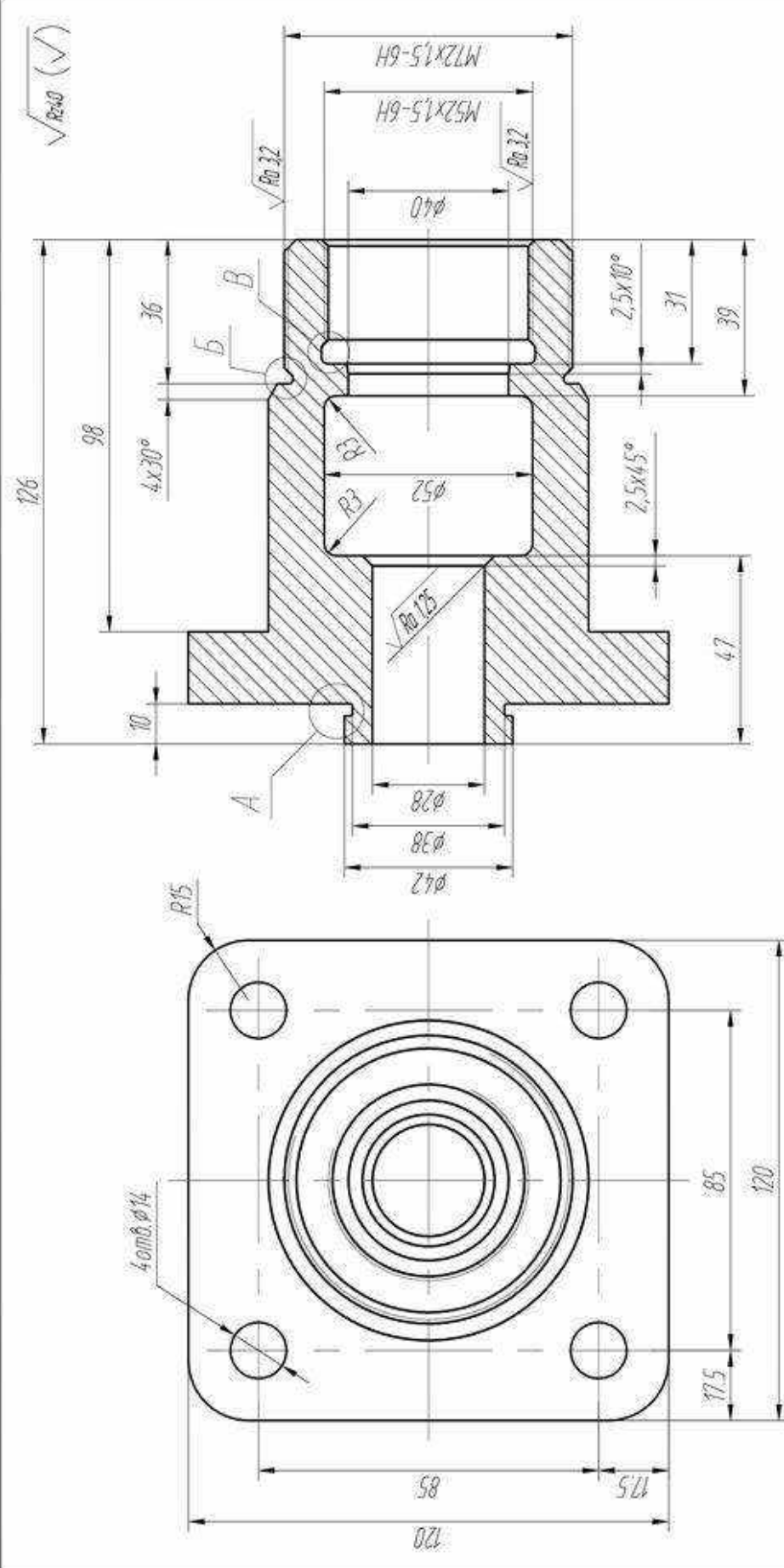
Заголовок кейса

Изготовление детали «Корпус»

Описание ситуации

ЗАО «Инженер» специализируется на выпуске комплектующих для специализированного оборудования и производстве нестандартной оснастки.

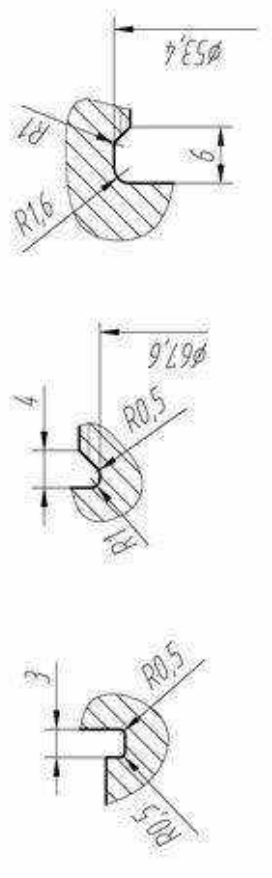
Вы техник-программист технологического отдела подготовки производства. Начальник отдела Севостьянов А.О. поручает Вам разработку проекта внедрения в производство изготовления детали «Корпус»



A(2:1)

B(2:1)

B(2:1)



H14, h14, IT14.

Копије

Слика 121089711001 977-88

Име	Место	Место	Место
			11
Име	Место	Место	Место

Кейс-задание №12

Код и наименование специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Кейс выполняется по профессиональному модулю ПМ 1. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин

Сроки выполнения:

Сентябрь 2020 – апрель 2021

Заголовок кейса

Изготовление детали «Втулка»

Описание ситуации

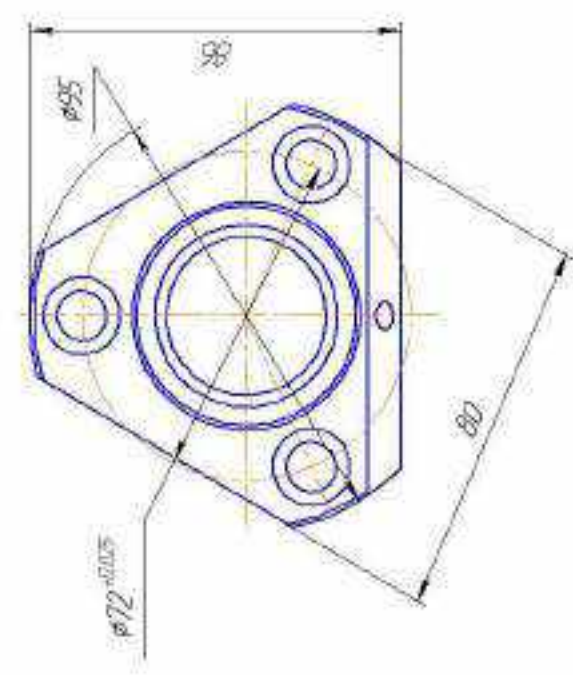
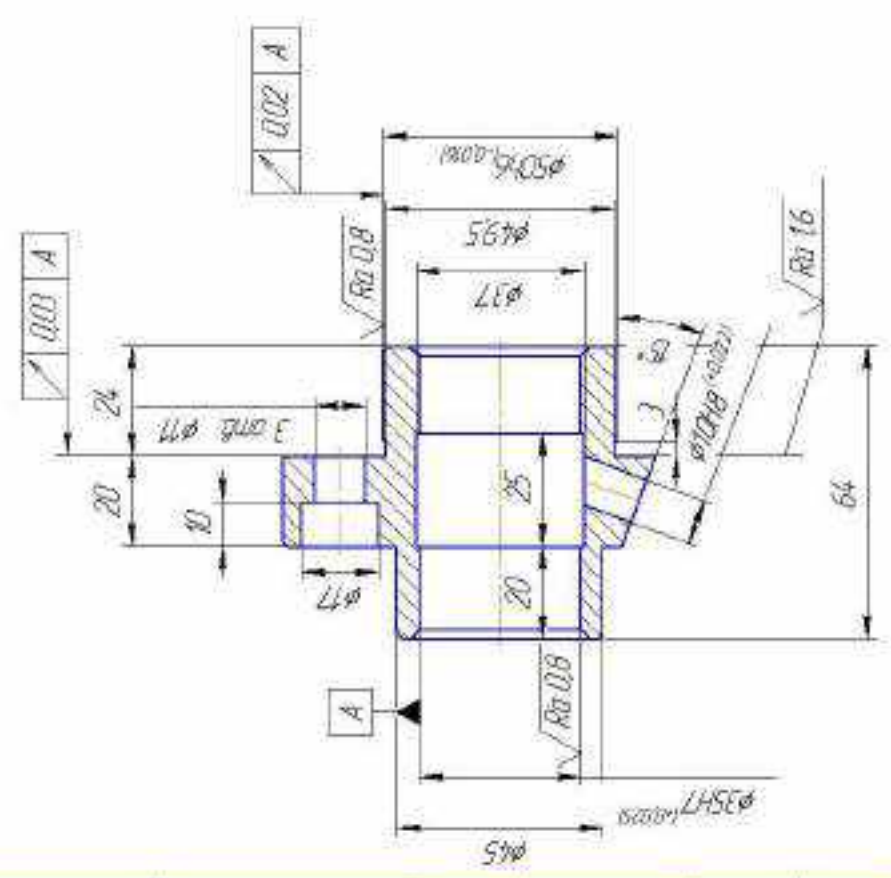
Завод Алькор специализируется на производстве запасных частей для всего комплекса оборудования по производству мороженого, молочной и масложировой продукции, по выпечке вафельных изделий.

В структуре предприятия имеется конструкторско-технологический отдел, который помимо собственных изделий разрабатывает конструкторскую документацию и по техническим заданиям, и по образцам заказчиков. Помимо технологической подготовки собственного производства отдел осуществляет совместно с заказчиком технологическую экспертизу конструкторской документации заказчика.

Вы техник данного отдела. Начальник отдела Сидоров К.С. поручает Вам разработку конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Втулка» по чертежу заказчика, предварительно Вам необходимо провести технологическую экспертизу чертежа и предоставить свои выводы заказчику. После одобрения стратегии обработки Вы можете приступить к составлению управляющей программы для станка с ЧПУ.

0022423142001353021000

$\nabla Ra 6.3 (\sqrt{1})$



1 Деталька 2 класса группы "а" по ГОСТ 2665-85

- 2 Категория поверхностей-2
- 3 Фаски 1:45
- 4 Маркировка 4

№ Изв. Измен.	№ Дата Измен.	Исполн.	Провер.	Масштаб	Материал
				1:1	11
0022423142001353021000			Втулка		
СС2022140026			СССТ		
СЧ 20 ГОСТ 1412-85			СССТ		

Изд. № докум.	Изд. № изм.	Изм. № докум.	Изд. № изм.	Изд. № докум.	Изд. № изм.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ПРОЕКТНОЙ РАБОТЫ

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

Проектная работа

по

по междисциплинарным курсам

**МДК 1.1 Технологические процессы изготовления деталей машин
и МДК 1.4 «Подготовка автоматизированного производства изготовления
деталей для высокоточных изделий»**

**Тема: создание конструкторской и технологической документации и
управляющей программы на деталь**

« _____ »

**Разработал,
студент гр. 4-150208-2**

А. А. Петров

Руководители

**Преподаватель
преподаватель**

**Б.Н. Илюшин
А.В. Веселова**

Тула 2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения лабораторно-практических работ
по МДК 01.01 «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»

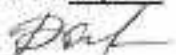
по специальности
15.02.08 *Технология машиностроения*

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

на заседании цикловой комиссии машиностроения

Протокол от «14» сентября 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии  Т.В. Валуева

Составители: Илюшин Б.Н.

Методические указания для выполнения лабораторно-практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин». – Тула: ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Технический колледж имени С.И. Мосина, 2022. - 101 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторно-практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин» студентами, обучающимися по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	7
Лабораторно-практическая работа № 1 Наполнение дерева КТЭ. Получение планов обработки. Создание ТП. Подключение 3D-модели и чертежа детали. Настройка связей между деревом КТЭ и 3D-моделью.....	13
Лабораторно-практическая работа № 2 Работа со справочными базами данных. Поиск информации в УТС.....	30
Лабораторно-практическая работа № 3 Наполнение дерева ТП с использованием справочников	44
Лабораторно-практическая работа № 4 Проектирование ТП формированием дерева ТП	56
Лабораторно-практическая работа № 5 Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ	60
Лабораторно-практическая работа № 6 Проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога	75
Лабораторно-практическая работа № 7 Создание конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Ось».....	82
Лабораторно-практическая работа № 8 Создание конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Плита».....	91
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	100

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения лабораторно-практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин» для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- использования конструкторской документации для проектирования технологических процессов изготовления деталей;
- выбора методов получения заготовок и схем их базирования;
- составления технологических маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций;

уметь:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- проводить технологический контроль конструкторской документации с выработкой рекомендаций по повышению технологичности детали;
- определять виды и способы получения заготовок;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок;

- рассчитывать коэффициент использования материала;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;
- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- рассчитывать штучное время;
- оформлять технологическую документацию.

Выполнение практических работ влияет на формирование общих и профессиональных компетенций.

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)
ПК 1.1.	Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.
ПК 1.2.	Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.
ПК 1.3.	Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.
ПК 1.4.	Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.
ПК 1.5.	Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей

ВВЕДЕНИЕ

ВЕРТИКАЛЬ – САПР технологических процессов нового поколения, предназначенная для автоматизации процессов технологической подготовки производства.

Настоящий сборник лабораторно-практических работ знакомит студентов с основными правилами работы в среде САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ и методами создания технологических процессов. Сборник ориентирован на приобретение практических навыков, требуемых для эффективной работы в системе ВЕРТИКАЛЬ.

Используемые в сборнике термины и определения приведены ниже.

Типовая технологическая операция – технологическая операция, характеризующаяся единством содержания и последовательности технологических переходов для группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Типовая технологическая операция – технологическая операция, характеризующаяся единством содержания и последовательности технологических переходов для группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Основной переход – законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предметов труда, но необходимы для выполнения технологического перехода.

Операция – законченная часть технологического процесса, выполняемого на одном рабочем месте.

Единичный технологический процесс – технологический процесс изготовления или ремонта изделия одного наименования, типоразмера и исполнения, независимо от типа производства.

Типовой технологический процесс – технологический процесс изготовления группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

Групповой технологический процесс – технологический процесс изготовления группы изделий с разными конструктивными, но общими технологическими признаками.

Подготовительно-заключительное время – интервал времени, затрачиваемый на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технологического оснащения к выполнению

технологической операции и приведению последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда.

Штучное время – интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготавливаемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции.

Основное время – часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда.

Вспомогательное время – часть штучного времени, затрачиваемая на выполнение приемов, необходимых для обеспечения изменения и последующего определения состояния предмета труда.

Оперативное время – часть штучного времени, равная сумме основного и вспомогательного времени.

Время обслуживания рабочего места – часть штучного времени, затрачиваемая исполнителем на поддержание средств технологического оснащения в работоспособном состоянии и уход за ними и рабочим местом.

Время на личные потребности – часть штучного времени, затрачиваемая человеком на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых.

Норма времени – регламентированное время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации.

Норма подготовительно-заключительного времени – норма времени на подготовку рабочих и средств производства к выполнению технологической операции и приведение их в первоначальное состояние после её окончания.

Норма штучного времени – норма времени на выполнение объема работы, равной единице нормирования, при выполнении технологической операции.

Норма оперативного времени – норма времени на выполнение технологической операции, являющаяся составной частью нормы штучного времени и состоящая из суммы норм основного и неперекрываемого им вспомогательного времени.

Норма основного времени – норма времени на достижение непосредственной цели данной технологической операции или перехода по качественному и (или) количественному изменению предмета труда.

Норма вспомогательного времени – норма времени на осуществление действий, создающих возможность выполнения основной работы, являющейся целью технологической операции или перехода.

Единица нормирования – количество производственных работ или число работающих, на которое устанавливается техническая норма.

Средства технологического оснащения – совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Технологическое оборудование – средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка.

Технологическая оснастка – средства технологического оснащения, дополняющее технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса.

Приспособление – технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции.

Инструмент – технологическая оснастка, предназначенная для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния.

Материал – исходный предмет труда, потребляемый для изготовления изделия.

Основной материал – материал исходной заготовки.

Вспомогательный материал – материал, расходуемый при

выполнении технологического процесса дополнительно к основному материалу.

Используемые принятые сокращения, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сокращения	Полное название аббревиатуры
БД	база данных
ВТП	ведомость деталей к типовому (групповому) технологическому процессу
ДСЕ	деталь, сборочная единица
ЕТП	единичный технологический процесс
ИИ	извещение об изменении
КД	конструкторская документация
КТКД	конструкторско-технологический код детали
КТЭ	конструкторско-технологический элемент
ПК	персональный компьютер
ПО	программное обеспечение
САПР	система автоматизированного проектирования
ТД	технологическая документация
ТП	технологический процесс
ТП/ГТП	типовой / групповой технологический процесс
УТС	Универсальный технологический справочник

Лабораторно-практическая работа № 1

Тема ЛПР:	Наполнение дерева КТЭ. Получение планов обработки. Настройка связей между деревом КТЭ
Цели ЛПР:	Освоить формирование дерева КТЭ, создание планов обработки поверхностей. Освоить процедуру создания нового технологического процесса и подключение к нему графических файлов. Освоить особенности установления связей между элементами дерева КТЭ и поверхностями 3D-модели детали.
Количество часов:	2
Оборудование:	1 Компьютер 2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

Дерево КТЭ отображает состав и иерархию элементарных поверхностей, конструкторско-технологических элементов и групп КТЭ детали. Формирование дерева КТЭ осуществляется с помощью специальной библиотеки, в которой конструктивные элементы

связаны с типовыми технологическими планами их обработки.

Рассмотрим создание дерева КТЭ и планов обработки на примере детали «Стопор».

Перед началом заполнения дерева КТЭ следует:

- 1) проанализировать форму детали с позиций ее разделения на типовые конструкторско-технологические элементы и группы КТЭ;
- 2) оценить иерархию конструкторско-технологических элементов и групп, исходя из оптимальной последовательности состояний, в которые переходит заготовка в процессе изготовления детали.

В ВЕРТИКАЛЬ пользователь может создавать техпроцессы трех видов:

- технологический процесс изготовления детали;
- технологический процесс изготовления сборочной единицы;
- типовой/групповой технологический процесс.

Во всех случаях алгоритм создания нового техпроцесса одинаков (рисунок 1.):

1. Выполните команду **Файл — Создать** (или нажмите кнопку **Создать** на инструментальной панели).

2. В открывшемся меню (рисунок 1.1) выберите пункт ТП на деталь (если требуется создать ТП изготовления детали), ТП на сборку (если требуется создать ТП изготовления сборочной единицы) или ТПП/ГТП (если требуется создать типовой или

групповой ТП).



Рисунок 1.1 - Создание нового ТП изготовления детали

Подключение 3D-модели к техпроцессу

Процедура подключения 3D-модели к техпроцессу проста:

1. Нажмите кнопку  **Подключить 3D-модель** на инструментальной панели вкладки 3D-модель.

2. В открывшемся окне Модуль связи КОМПАС 3D и ВЕРТИКАЛЬ (рисунок 1.2) нажмите кнопку **Да**, если 3D-модель детали необходимо сохранить в файле ТП. Нажмите кнопку **Нет**, если 3D-модель детали необходимо подключать по ссылке.



Рисунок 1.2 - Сохранение файла 3D-модели в ТП

3. В окне **Открыть** выберите нужный файл 3D-модели детали (*.m3d) и нажмите кнопку **Открыть**.

Чтобы удалить подключенную 3D-модель из вкладки, нажмите



кнопку **Удалить 3D-модель** на инструментальной панели вкладки.


Подключение чертежа к техпроцессу

Процедура подключения чертежа к техпроцессу аналогична подключению 3D-модели:

1. Нажмите кнопку  **Подключить чертеж** на инструментальной панели вкладки **Чертеж**.

2. В окне **Открыть** выберите нужный файл чертежа (*.cdw – КОМПАС-Документы или *.bmp; *.jpg; *.emf – графические файлы) и нажмите кнопку **Открыть**.

При подключении чертежа к ТП данные из файла графики всегда копируются в файл техпроцесса.

Чтобы удалить подключенный чертеж из вкладки, нажмите кнопку  **Удалить чертеж** на инструментальной панели вкладки.

Пользователь может к одному технологическому процессу подключить несколько чертежей.

3D-модель уже подключена к нашему ТП. Мы можем начать просмотр дерева КТЭ.

Перейдите в окно дерева КТЭ. Мы можем раскрыть дерево КТЭ, воздействуя на +.

Чтобы выполнить операции для формирования дерева КТЭ, чтобы добавить в дерево какой-либо конструкторско-технологический элемент, выполните следующие действия:

1. Встаньте на наименование детали.
2. Щелчком правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Добавить КТЭ** (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 - Добавление КТЭ в дерево

3. В библиотеке КТЭ (рисунок 1.4) укажите требуемый КТЭ и нажмите кнопку **Применить**. Порядок работы с библиотекой такой же, как и с другими справочниками

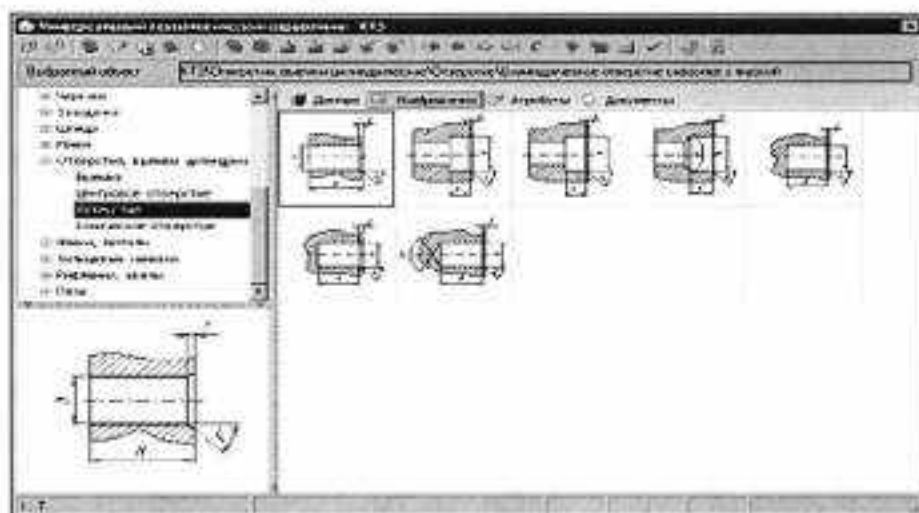


Рисунок 1.4 - Выбор КТЭ в библиотеке

4. Заполните таблицу параметров КТЭ, размещенную на вкладке **План обработки** под изображением КТЭ (рисунок 1.5). Ввод параметров возможен как непосредственно в сетке таблицы, так и в окне **Редактирование размера**.

5. Нажмите кнопку **Получить план обработки**, расположенную под таблицей параметров (рисунок 1.5). На основе значений введенных параметров система сформирует подходящие планы обработки конструкторско-технологического элемента и отобразит их в окне **Планы обработки**.

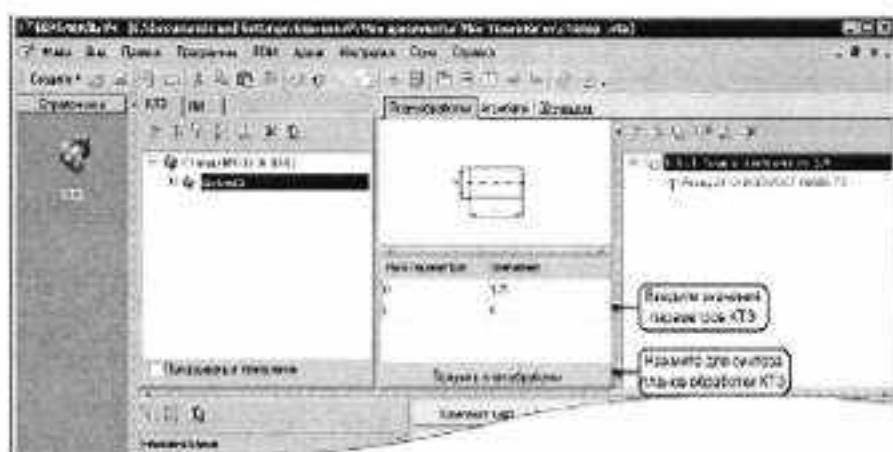


Рисунок 1.5 - Ввод параметров КТЭ

6. Выберите наиболее оптимальный, на Ваш взгляд, план обработки КТЭ в окне **Планы обработки** (установите курсор на заголовке выбранного плана) и нажмите кнопку **Применить** (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 - Окно Планы обработки

Содержимое выбранного плана (переходы, оснастка и пр.) скопируется на правую часть вкладки План обработки (рисунок 1.7).

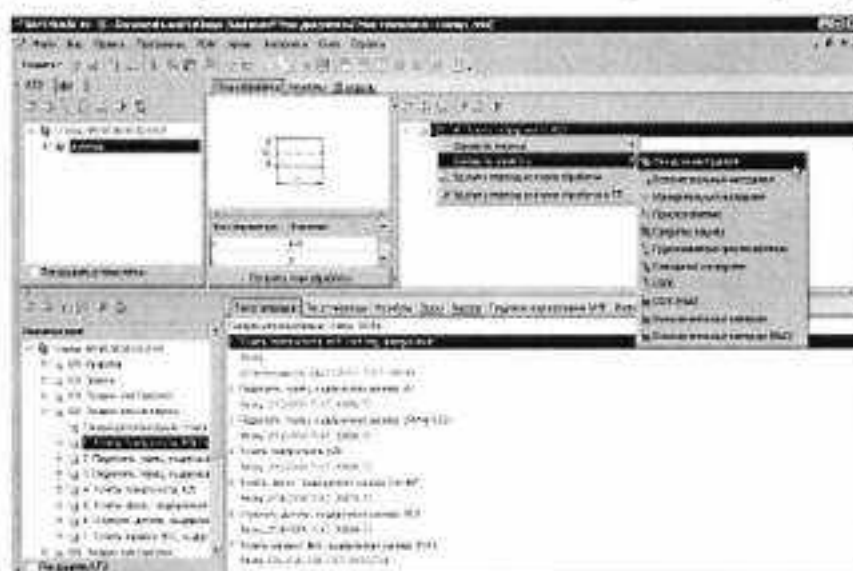


Рисунок 1.7 - Редактирование плана обработки

7. При необходимости отредактируйте сгенерированный план обработки. Процедуры редактирования плана обработки идентичны наполнению других компонентов «дерево» ВЕРТИКАЛЬ. Например, чтобы к переходу механообработки добавить режущий инструмент (рисунок 1.7), установите курсор на

нужный переход, с помощью контекстного меню выполните команду **Добавить оснастку — Режущий инструмент** и выберите необходимый РИ из справочника.

Отредактировать текст перехода можно двумя способами:

- выбором из справочника переходов — нажмите кнопку **Справочник** на инструментальной панели вкладки;
- вводом текста перехода с клавиатуры — нажмите кнопку **Редактировать переход** на инструментальной панели вкладки. В этом случае редактирование перехода осуществляется в отдельном окне, идентичном вкладке **Текст перехода** дерева ТП. Для выхода из режима редактирования нажмите кнопку **Заккрыть** в правом нижнем углу окна.

Следует отметить, что в практике изложенный метод проектирования обычно применяется не для всего техпроцесса, а для формирования некоторых его частей, ориентированных на обработку отдельных конструкторско-технологических элементов (отверстий, шпоночных пазов, лысок и т.д.).

Кроме того, дерево КТЭ широко применяется при формировании ТП на основе обобщенных техпроцессов и техпроцессов-аналогов.

Ценной особенностью КТЭ является возможность получения планов обработки поверхностей. Для получения такого плана

необходимо вручную или путем импортирования параметров с чертежа или 3D-модели заполнить необходимые данные на вкладке

План обработки.

1. Установите курсор на элементе **Фаска** и откройте вкладку **План обработки**. Для получения плана необходимо указать ширину и угол фаски.

2. Перейдите на вкладку **Чертеж**. Нажмите кнопку **Импортировать параметры**, укажите курсором-ловушкой размер фаски $2 \times 45^\circ$.

3. В открывшемся окне установите курсор в ячейку параметра **В** и нажмите кнопку **Связать**. В ячейке появилось значение $2 \times 45^\circ$. Параметр **F** указан по умолчанию 45° . Нажмите кнопку **ОК**.

4. Нажмите кнопку **Получить план обработки**. В открывшемся окне системой сформирован только один план обработки (рисунок 1.8). Нажмите кнопку **Применить**.



Рисунок 1.8

Можно решать обратную задачу и наполнять планы обработки, используя дерево ПП.

В этом случае надо установить курсор на элемент КТЭ.

Открыть вкладку **План обработки**. Установить курсор на переходе операции. Нажать левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащить переход на вкладку **План обработки** (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9

Поставьте галочки в ячейках **Показывать в технологии** и **Показывать КТЭ**.

Перейдите на вкладку **3D-модель**. Подведите курсор к названию вкладки и, нажав левую кнопку мыши, перетащите вкладку на свободное место. Перемещаясь по дереву ТП, убедитесь, что выбираемые переходы отображаются в дереве КТЭ, а соответствующие поверхности подсвечиваются красным цветом.

Для того чтобы вернуть вкладку на место, просто закройте её,

нажав на стандартную кнопку, расположенную вверху справа экрана.


Настройка связей между деревом КТЭ, деревом ТП и 3D-моделью (чертежом) позволяет легко ориентироваться в сложных техпроцессах, оперативно редактировать их содержание и выявлять допущенные ошибки, а также значительно повысить скорость проектирования техпроцессов.

Настройка связей между элементами дерева КТЭ и 3D-моделью обеспечивает наглядное «проецирование» технологического процесса на геометрию детали, что также способствует повышению качества проектирования ТП.

Установление связей между элементами дерева КТЭ и поверхностями 3D-модели детали осуществляется по следующему алгоритму.

Алгоритм настройки связи между элементами дерева КТЭ и поверхностями детали:

1. Перейдите на вкладку **3D-модель**. Нажмите кнопку 


Включить/выключить режим подсветки и кнопку 

Включить/выключить режим связывания.

2. В дереве КТЭ установите курсор на элемент *Торец*. В окне 3D-модели выделите щелчком левой клавиши мыши *Торец* детали. Он будет подсвечен зеленым цветом.

Для удобства работы воспользуйтесь возможностью вращения модели. Для того, чтобы выделить несколько поверхностей, следует

держат нажатой клавишу <Ctrl>. Чтобы вращать модель, нажмите колесо мыши и, удерживая его в нажатом положении, перемещайте мышь.

3. После этого нажмите кнопку  **Связать с текущим элементом дерева КТЭ**. В результате связывания цвет *Торца* изменится на красный.

4. Установите курсор в дереве КТЭ на элементе *Цилиндр*. На 3D-модели выделите наружный *Цилиндр*. Установите связь между элементами, нажав кнопку **Связать с текущим элементом дерева КТЭ**.

5. Установите курсор на элемент *Отверстие*. Выделите на 3D-модели поверхность *Отверстия*. Нажмите кнопку **Связать с текущим элементом дерева КТЭ**.

6. Установите курсор на элементе *Фаска*. Выделите на 3D-модели поверхности, принадлежащие *Фаске*. Нажмите кнопку **Связать с текущим элементом дерева КТЭ**.

Для проверки полноты связывания поверхностей с элементами дерева КТЭ нажмите кнопку  **Показать несвязанные грани**. Несвязанные поверхности будут подсвечены красным цветом.

После выполнения связывания, перемещайтесь с помощью мыши или стрелок дополнительной клавиатуры по дереву КТЭ. Убедитесь, что выбираемые в дереве КТЭ поверхности подсвечиваются на 3D-модели красным цветом.

Практическая часть

1. Создайте техпроцесс «Вал».
2. Подключите к техпроцессу чертеж и 3D-модель.
3. Проанализируйте форму детали с позиций ее разделения на типовые конструкторско-технологические элементы и группы КТЭ;
4. Сформируйте дерево КТЭ детали «Вал», используя Библиотеку КТЭ.
5. Для каждого КТЭ заполните таблицу параметров КТЭ, размещенную на вкладке **План обработки**
6. Выберите оптимальный план обработки в окне **Планы обработки**
7. При необходимости отредактируйте планы обработки КТЭ
8. Сохраните ТП
9. Открыть техпроцесс детали «Вал».
10. Проверить наличие дерева элементов КТЭ и 3D-модели.
11. Настроить связи между элементами КТЭ и 3D-моделью детали «Вал», используя алгоритм настройки.
12. Сохранить ТП

1. Создаем новый ТП на деталь:

Выберите в основном меню **Файл – Создать – ТП на деталь** (рисунок 1.10) или нажмите **Создать – ТП на деталь** на инструментальной панели (рисунок 1.11).



Рисунок 1.10



Рисунок 1.11

После создания ТП ваш экран должен выглядеть так, как показано на рисунке 1.12.



Рисунок 1.12.

2. Сохраните созданный ТП в папке **Мои технологии** под именем **ТП на вал.vtp**.

3. Перейдите к вкладке **3D-модель** в окне вкладок дерева КТЭ.


Нажмите кнопку  **Загрузить модель с диска**. В открывшемся окне запроса (рисунок 1.13.) можно выбрать способ подключения модели.



Рисунок 1.13

4. Если, в дальнейшем, модель не будет подвергаться конструктивным изменениям, то лучше создать копию файла модели внутри техпроцесса. В этом случае вам не придется заботиться о том, чтобы файл модели не был перемещен или удален. Если в модели детали возможны изменения, имеет смысл подключить её как ссылку, тогда все изменения будут передаваться в ТП автоматически.

Если модель вставлена как копия, то в случае изменения оригинала следует повторно подключить файл с моделью.

5. Нажмите кнопку **Да**, и в открывшемся окне выберите файл модели.


6. Нажмите кнопку  **Получить данные с модели**. Поставьте галочку в ячейке **Атрибуты детали** и нажмите **ОК** (рисунок 1.14.). Если какой-либо атрибут не нужен, достаточно снять галочку в соответствующей ячейке.



Рисунок 1.14.

7. Перейдите на вкладку **Атрибуты** в окне вкладок дерева ТП.
8. Нажмите на Панели вызова справочников и программ на кнопку справочника **МиС**. В открывшемся окне последовательно выберите **Металлы черные – Стали – Стали легированные – Сталь 40Х – Круг (г/катаный) Ø120**, выберите первый из предложенного сортамента и нажмите кнопку **Применить**. Убедитесь, что выбранный вами материал отображается в строке атрибута **«Основной материал»** (рисунок 1.15.).




Рисунок 1.15.

9. Нажмите на Панели вызова справочников и программ на справочник **Тип производства**. В открывшемся окне УТС выберите **Среднесерийное** и нажмите кнопку **Применить**.
10. Нажмите на Панели вызова справочников и программ на

справочник **Дополнительная обработка**. В открывшемся окне УТС выберите *Закалка* и нажмите кнопку **Применить**. Выберите атрибут «**Вид доп. Обработки**» и убедитесь, что в строке появилась соответствующая запись. Заполнение всех атрибутов детали необязательно.

Габаритные размеры детали в атрибутах могут быть введены вручную (в случае отсутствия модели или чертежа детали), могут быть получены путем измерений модели либо импортированы с чертежа детали.

11. Перейдите на вкладку **Чертеж** в окне вкладок дерева ТП.

Нажмите кнопку  **Открыть чертеж** и выберите файл чертежа.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под конструкторско-технологическим элементом КТЭ или сочетанием КТЭ?
2. Каков алгоритм формирования дерева КТЭ?
3. Как производится выбор или создание плана обработки КТЭ?
4. Назовите способы редактирования текста перехода.
5. Каков порядок создания нового техпроцесса в САПР Вертикаль?
6. Алгоритмы подключения к ТП Чертежа и 3D-модели.
7. Как и где осуществляется внесение данных о детали и техпроцессе?

8. Почему настройка связей между элементами КТЭ и 3D-моделью способствует повышению качества проектирования ТП?
9. Каков алгоритм настройки связей между элементами КТЭ и 3D-моделью детали?
10. Как проверить наличие несвязанных поверхностей детали?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю.

Лабораторно-практическая работа № 2

Тема ЛПР:	Работа со справочными базами данных. Поиск информации в УТС.
Цели ЛПР:	Изучить операции добавления в текст ТП оборудования, оснастки, инструмента и др., а также применение возможностей фильтрации данных и многокритериального поиска для получения необходимой информации в УТС.
Количество часов:	2
Оборудование:	1 Компьютер 2 Пакет программы ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

В этой работе на примере техпроцесса изготовления **Зубчатого колеса** рассматривается:

- Добавление оборудования;
- Добавление оснастки;
- Добавление режущего инструмента и выбор режущего материала;
- Автоматизированный подбор инструмента по параметрам перехода;
- Быстрый доступ к часто используемым данным справочника через вкладку **Избранное**;
- Использование многокритериального поиска для выбора необходимых данных.

Оборудование добавляется к операции в целом, а оснастка и инструмент добавляется к переходам. Если переход один, то добавление оснастки и инструмента возможно к операции в целом.

Добавление оборудования, оснастки и режущего инструмента производится из контекстного меню. Содержание этого меню зависит от выбранного элемента. Для содержания контекстного меню также имеет значение вид технологического процесса – например, механообработка, сборка или штамповка.

Контекстное меню операции показано на рисунке 2.1, перехода на рисунке 2.2, оборудования на рисунке 2.3, а режущего

инструмента на рисунке 2.4.



Рисунок 2.1



Рисунок 2.2



Рисунок 2.3



Рисунок 2.4

Откройте файл технологии **зубчатое колесо.vtr**.

Из всех операций ТП оборудование и оснастка полностью указаны только у операции 005 *Абразивно-отрезная*.

1. Установите курсор на переходе 1 операции 010 *Токарная с ЧПУ* и, нажав правую кнопку мыши, выберите из контекстного меню **Режущий инструмент**.

2. На вкладке **Объекты фильтрации** поставьте галочки напротив объектов *16K20Ф3* и *Точить наружную поверхность, выдерживая размер*. Это позволит сократить список инструмента. В нем будет показан только тот, который может применяться на данном оборудовании.

3. В открывшемся окне справочника последовательно выберите *Режущий инструмент – Резец проходной упорный – Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82*.

В списке три одинаковых наименования. При этом резцы отличаются типом используемой режущей пластины. Это видно из эскиза инструмента на соответствующей вкладке (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5

При выборе оснастки и инструмента пользуйтесь вкладками с эскизами. Они позволяют составить представление о применяемой оснастке.

4. Выберите резец с главным углом в плане 95° . В списке данных по резцам этого типа выберите *PCLNR 2525M16*. Нажмите кнопку **Применить**.

5. Установите курсор на наименование режущего инструмента в переходе 1 операции *010 Токарная с ЧПУ*. Одновременно нажмите клавишу <Ctrl> и левую кнопку мыши и, не отпуская их, перетащите

название инструмента на переход 2 этой же операции.

6. В результате ваших действий в переходе 2 появится информация об инструменте.

7. Установите курсор на переход 3 операции *010 Токарная с ЧПУ*. Выберите из контекстного меню **Добавить – Режущий инструмент**.

В открывшемся справочнике предлагаются три типа сверл. При этом каждый тип содержит большое количество типоразмеров. Для уменьшения количества инструмента служит вкладка **Объекты фильтрации**. Убедитесь, что напротив объекта *16K20Ф3* стоит галочка.

8. Выберите в справочнике последовательно *Сверло спиральное – Сверло P18 ГОСТ 10903-77*.

По умолчанию справочник показывает только часть инструмента. Для того, чтобы был показан весь инструмент, нажмите кнопку




На последнюю запись.

9. Для выбора конкретного типоразмера сверла установите курсор на любой записи в колонке *D (мм)* и введите с клавиатуры значение 17. Курсор переместится на запись, соответствующую или ближайшую к введенной.

10. Если в тексте перехода указаны необходимые параметры, то удобнее воспользоваться возможностью **автоматизированного**

подбора инструмента. Для этого необходимо, чтобы размеры были введены как параметры перехода или импортированы с чертежа или модели.

11. Перейдете на вкладку **Текст перехода** и введите диаметр отверстия 17 мм через окно **Редактирование размеров**.

12. В нашем переходе указан диаметр отверстия, по которому следует вести подбор инструмента. Для этого, находясь в окне справочника режущего инструмента, нажмите  кнопку **Фильтрация**. В результате системой будут отобраны только те сверла, которые удовлетворяют размерам, указанным в переходе, и параметрам на вкладке **Объекты фильтрации**. Выполните двойной щелчок на названии *Сверло P18 ГОСТ 10903-77* на вкладке **Данные** и убедитесь, что показаны только сверла диаметром 17 мм (рисунок 2.6).

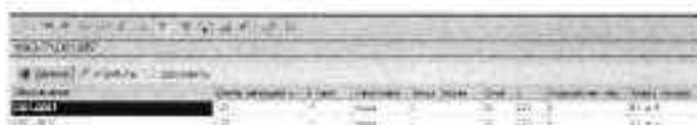


Рисунок 2.6

13. Выберите первую запись и нажмите кнопку **Применить**.

14. Установите курсор на переход 4 операции *010 Токарная с ЧПУ*. Добавьте режущий инструмент *Резец расточной для сквозных отверстий – Резец T15K6 ТУ 2-035-1040-86 – К.01.4981.000-00*.

15. Установите курсор на переход 3 операции *015 Токарная с ЧПУ*. В справочнике выберите *Резец – Резец сборный*.

16. В списке сборных резцов имеется огромное количество типоразмеров инструмента, который может быть применен на станке *16K20Ф3*. Для поиска необходимого инструмента можно воспользоваться вкладкой **Изображения**.

17. Если вам известны все или некоторые параметры резца, удобнее использовать возможности многокритериального поиска.

Для этого:


17.1 Нажмите кнопку  **поиск** на Панели инструментов или сочетание клавиш <Ctrl>+<F>. Открывшееся окно (рисунок 2.7) служит для задания критериев поиска инструмента. В левой части перечислены все возможные критерии всех видов режущего инструмента. В правой части – критерии, отобранные пользователем для поиска. Ниже правой части расположена ячейка, включающая/выключающая поиск инструмента в конкретной группе.



Рисунок 2.7

17.2 Щелчком на значке «+» рядом с названием «Типоразмер» разверните список критериев. Нам известно, что резцедержатель,

установленный на нашем станке, позволяет применять резцы с размерами державки 25x25. Кроме того, резец должен быть правым и иметь главный и вспомогательный угол в плане 45° для получения фасок.

Для добавления критерия в список поиска установите курсор на этот критерий в общем списке и выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши. Если критерий выбран неверно, установите курсор на него в списке поиска и выберите из контекстного меню команду **Удалить критерий**.

17.3 Установите курсор в списке на критерии **Высота державки [мм], Н** и двойным щелчком левой клавиши мыши добавьте его в список поиска.

17.4 В списке поиска в ячейке **Условие** выберите знак равенства.

17.5 В ячейке **Значение** введите с клавиатуры «25».

*Следует писать значения критериев так, как они указываются в справочнике. У разного инструмента одни и те же (с точки зрения геометрии) критерии обозначаются по-разному. Прежде чем выбирать критерии в списке, следует посмотреть в справочнике на вкладке **Атрибуты** написание и обозначение критериев у требуемого инструмента.*

17.6 Установите курсор в списке критериев на критерий Лев./прав и добавьте его в список условий. В ячейке **Условие**

выберите знак равенства, а в ячейке **Значение** введите слово «прав.».

17.7 Аналогичным образом добавьте в список для поиска следующие критерии и их значения (рисунок 2.8):



Рисунок 2.8

- Вспомогательный угол в плане [град] $\phi_1 = 45$
- Угол в плане [], $\phi = 45$
- Ширина фрезы, державки резца [мм], $B = 25$

17.8 Нажмите кнопку **Поиск**.

Часто применяемые варианты поиска инструмента и оснастки можно сохранить и использовать, заменяя только условия и значения.

17.9 Нажмите на кнопку **Добавить вариант поиска** и введите во вновь открывшемся окне название варианта По державке и углам в плане (рисунок 2.9). Вновь наполните список критериев так, как это было сделано выше. Теперь этот вариант поиска будет храниться в системе и вы сможете использовать его при необходимости.



Рисунок 2.9

Отобранные системой резцы показаны на вкладке **Результаты поиска** (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10

17.10. Установите курсор на найденный в результате поиска *Резец 2102-1231 ГОСТ 24996-82* и нажмите кнопку **Применить** либо выполните двойной щелчок левой кнопкой мыши.

17.11. Установите курсор на название операции *010 Токарная с ЧПУ* и выберите из контекстного меню **Добавить – СОЖ**.

17.12. В справочнике последовательно выберите *Эмульсии из эмульсола – 5% ЭТ-2*.

Для быстрого доступа к наиболее часто используемым объектам справочника служит вкладка **Избранное**. Для помещения

объекта в **Избранное** выполните следующее:

17.13. Установите курсор на наименовании *эмульсола 5% ЭТ-2*, нажмите правую кнопку мыши и выберите из контекстного меню **Добавить в избранное**. На вкладке появилась соответствующая запись.

17.14. Выполните двойной щелчок мышью на записи в избранном. Откроется вкладка с данными по этому объекту. Нажмите кнопку **Применить**.

17.15. Установите курсор на названии операции *010 Токарная с ЧПУ* и выберите из контекстного меню **Добавить – Приспособление**.

Операция	Переход	Станок	СОЖ	Приспособление	Инструмент
005	1		5% ЭТ-2	Тиски 7201-0001 ГОСТ 14904-80	Круг 400x4,0x32 14A 40- Н 27 Б 80м/с 2кл ГОСТ 21963-82
015	1		5% ЭТ-2	Патрон ГОСТ 2675-80 – 7100-0017	Резец T15K6 ТУ 2-035- 892-82 PCLNR 2525M16
	2				Резец T15K6 ТУ 2-035- 892-82 PCLNR 2525M16
	3				Резец T15K6 ТУ 2-035- 892-82 PCLNR 2525M16
	4				Резец 2140-0001 ГОСТ 18882-73
025	1	7Б55	Керосин ГОСТ 4573-68		Протяжка 2402-1211 ГОСТ 24820-81
040	1	53A20	Сульфозфрезол		Фреза 2510-4018 ГОСТ

			ГОСТ 122-84		9324-80
045	1		Сульфифрезол ГОСТ 122-84		Фреза Р6М5 2223-0007 ГОСТ 17026-71
055	1				Напильник трехгранный ГОСТ 1465-80
060	1	ИЗУВ 80/500-402			
065	1	ЗМ151Ф2		Оправка 7150-0369 ГОСТ 18437-73	Круг 1 500x50x305 92А 40-П С1 К 35 м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83

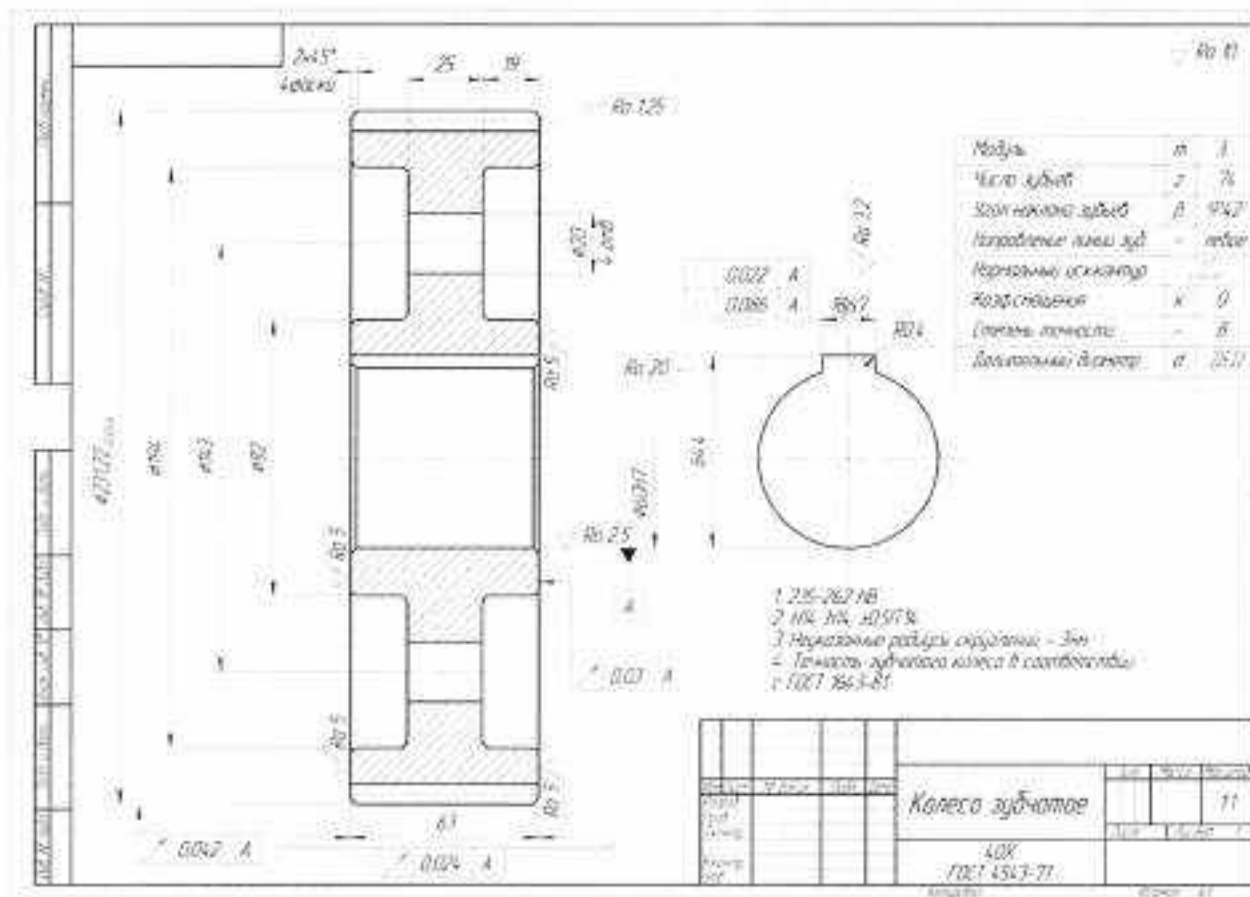
17.16. В справочнике приспособлений последовательно выберите *Патроны – самоцентрирующиеся – Патрон ГОСТ 2675-80 – 7100-0017* и нажмите кнопку **Применить**.

Практическая часть

1) Добавьте резцы: *Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82 PCLNR 2525М16* и *Резец 2102-1231 ГОСТ 24996-82* на вкладку **Избранное** в УТС.

2) Руководствуясь примерами лабораторной работы, самостоятельно добавьте в ТП **зубчатое колесо 1.vtr**, оборудование, оснастку и инструмент согласно нижеприведенной таблице.

3) Сохраните ТП, как **зубчатое колесо-«номер пользователя».vtr**.



Чертеж зубчатого колеса

Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности добавления оборудования, оснастки и режущего инструмента в техпроцесс.
2. С какой целью пользуются вкладкой **Объекты фильтрации**?
3. Какими способами можно ускорить поиск режущего или мерительного инструмента?
4. Как осуществляется автоматизированный подбор инструмента?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю

Лабораторно-практическая работа 3

Тема ЛПР: Наполнение дерева ТП с использованием справочников.

Цели ЛПР: Освоить навыки по формированию дерева ТП и добавлению в операции оборудования, переходов, оснастки.
Ознакомиться с заполнением операционных карт.

Количество часов: 2

Оборудование : 1 Компьютер
2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

Для проектирования техпроцесса используется метод наполнения дерева ТП. В этом случае рекомендуется скрыть окно дерева КТЭ, передвинув слиттер, разделяющий окна дерева ТП и дерева КТЭ, в крайнее верхнее положение.

В этой работе необходимо использовать следующие действия:

- Создание нового техпроцесса
- Добавление новой операции в ТП
- Добавление в операцию оборудования и оснастки
- Добавление в операцию вспомогательного перехода
- Добавление в операцию основного перехода обработки
- Создание текста перехода с использованием справочников
- Добавление режущего и мерительного инструмента

										ГОСТ 3.1408-86		Формат 20		
Д.бп.														
В.бп.														
Г.бп.														
											2.			
											АБВ-00.000.00.01		000	
Р	Т	В	Д	С	В	В	В	В	В	В	В	В	В	
101	Шланговидный ДСН-150-0.1 ГОСТ 168-89													
102														
000	4. Сила боя и убой в тону													
104	Толщина 21 ГОСТ 13188-67													
05														
06														
07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
OK											Операционная карта			

Рисунок 3.2

ГОСТ 3.1424-88										Форм 3			
Дата													
Взам													
Год													
Код	Мушкетер Н.Е.	27.03.08	АО "АСКОН"	АБВ.00.000.00.01							1	1	
Наим.	Деталь 1										2	2	030
	Глинистый азбест	Метрел	Терясть	ЭВ	МД	Пробка и концы		МД	СМД				
	Торцеводрезная-центровальная			МД									
	Оборудована устройством ПП	Обозначение прибора	Тс	Тс	Тс	Тс	Тс	СМД					
	2911							Масло индустриальное 12					
Р		ПМ	В или В	С	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	
001	7-10% УКРИНОЛ-1	ТУ38-101197-76											
002	1. Установить и закрепить деталь												
100	Лазер 7102-0008 ГОСТ 14903-69												
104													
003	2. Подравнять терец, выдерживая размер 42												
106	Резец 2112-0103 ГОСТ 18880-73												
107	Шланцеворудь ШЦ-М-125-0,05 ГОСТ 188-69												
108													
004	3. Центровка отверстия, выдерживая размер согласно рисунку												
110	Сверло 2317-0029 ГОСТ 14920-75												
111													
012	4. Снять деталь и уложить в яру												
11													
OK Операционная карта													

Рисунок 3.3

ГОСТ 3-140-88 форма 1										
Обл.										
Шифр										
Табл.										
Разр.	Металлическая н.е.	22.05.88	АО "АСКОН"	АВВ.00.000.00.01					2	1
Истор.	Дополн.							3	3	040
	Положение изделия	Материал	Технология	СД	МД	Положение и размеры		МД	СД	
	Горизонтально-фрезерная			ст						
	Оборудование, устройство и т.п.	Обозначение стандарта	Тр	Тр	Тр	Тр	СД			
	БРЭДТ									
В			ГД	С.Кл.В	Л	Т	Т	Т	В	В
001	1. Листы установочной системы наружной ф. отливки и заливки									
002										
003	2. Установка заливки в литей									
104	Табл. 7300-0042 ГОСТ 21165-75 Иск 2, А-250									
109	Очи. лопатки, заливка ЗЛ1-80-У ГОСТ 124013-80									
106	Может, устье, литей Мл Ву 7У 17 РСФСР 06-6415-84									
107	Полусфера, литей Мл 100 Мл ГОСТ 124164-85									
108										
004	3. Фрезерная обработка поверхности									
110	Табл. 6191-0034 ГОСТ 21954-75									
111	Брза 2214-0211 ГОСТ 22087-76									
112										
013	4. Фрезерная литей, выборки размер 15, 12,4, 8									
OK	Операционная карта									

Рисунок 3.4

Дата		Дробь		Год		ГОСТ 31404-98		Формы 2а	
									2
AGB.00.000.00.01									040
Р	№	О	И	В	И	В	И	В	В
101	Отрезки 6224-0239 ГОСТ 15069-75								
102	Фреза 2223-0114 ГОСТ 17026-71								
103									
004	Б. Фрезеровка бобышек, шероховатость $Ra24$								
105	Фреза ГОСТ 3305-83								
106									
007	Б. Фрезеровка по контуру, выборочная размерами 20, 22,5, 40,8								
108	Фреза 2644-0093 ГОСТ 18043-73								
109									
010	Г. Сверла сверления, выборочная размерами 12,5, 4, 16,3								
111	Сверло 2301-4001 ГОСТ 2092-77								
112									
013	В. Профильная контролю ОТК								
14									
15									
16									
17									
18									
OK	Операционная карта								

Рисунок 3.5

ГОСТ 3.1454-86 Форма 3										
Обл.										
Район										
Дата										
									2	1
Базис	Иркутская обл.	22.03.91	АО "АСКОН"	А58 00.000.00/01						
Масштаб	Деталь 1							3	2	050
Наименование детали		Материал		Термита	СВ	МД	Точность в размерах		МД	КСД
Примечание				КС						
Обработка, инструмент		Обозначение программы		Тр	Тв	Тн	Тр	С04		
ОЦМ22										
Р				М	В	С	Т	В	В	В
001	1 Установить и записать детали									
00										
000	2 Определить длину выходящего диаметра D _н на блочке 4									
104	Справка 4725-0138 ГОСТ 15067-78									
105	Листок 6151-0034 ГОСТ 21654-75									
106	Фронт 2844-0632 ГОСТ 18937-73									
107										
008	3 Определить диаметр выходящего диаметра d _н в 75									
108	Фронт 2214-0011 ГОСТ 22067-78									
110	Калибр-сфера ГОСТ 18383-73									
111										
012	4 Определить отверстие в размер 20									
112	Справка 4724-0297 ГОСТ 18070-75									
113										
OK	Операционная карта									

Рисунок 3.6

		ГОСТ 3.1406-99 форма 29									
Дубль											
Изм.											
Год											
											2
АВР.00.000.00.01											000
Р	И	О	В	В	И	С	И	С	И	С	В
Т01	Фреза 2262-0203 ГОСТ 7063-72										
Т02	Штангенциркуль ШГ-160-0,06 ГОСТ 162-90										
Т03											
С04	8. Центровка в отверстиях, выдерживая размер согласно эскизу										
Т05	Сверло 2317-0124 ГОСТ 14952-75										
Т06											
С07	6. Сверлите в сквозных отверстиях под резьбу										
Т08	Сверло 2300-0415 ГОСТ 4010-77										
Т09											
С10	7. Переустанавливать деталь										
Т11											
С12	8. Фрезеровать по контуру, выдерживая размеры: 21, 44, 35										
Т13	Фреза 2210-0061 ГОСТ 9304-88										
Т14											
С15	9. Фрезеровать паз, выдерживая размеры согласно эскизу										
Т16	Фреза 2245-0007 ГОСТ 6469-69										
Т17											
С18	10. Склеить деталь и установить в пару										
OK	Операционная карта										

Рисунок 3.7

Дат		Год		Год		ГОСТ 3.1404-86		Форм 3	
1	1								
Исполн	Мушкетер П.Е.	102.03.06	АО "АСКОН"	ABB.00.000.00.01					
Исполн			Деталь 1					3	1
Положительный контроль		Измерен		Твердость	EP	MH	Профиль и размеры		MO
Координатно-сверлильный					40				КОМ
Оборудованн. устройство ЧПУ		Объемные размеры		Pa	Pa	Тра	Тра	СОК	
201507404									
Р		1	2	3	4	5	6	7	8
001	1. Установить деталь на оправку								
101	Приспособление Исп 1, А-140								
102									
004	2. Сверлить ступенчатое отверстие одновременно								
105	Сверло 2301-4012 ГОСТ 2092-77								
106	Глубиномер ГЗБДР-1 ГОСТ 1470-92								
107									
008	3. Снять деталь и уложить в лоток								
09									
10									
11									
12									
13									
OK	Операционная карта								

Рисунок 3.8

Рисунок 3.9

OK		Операционная карта											
01													
02													
03													
04													
05													
06													
07													
08													
09													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													
35													
36													
37													
38													
39													
40													
41													
42													
43													
44													
45													
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													
61													
62													
63													
64													
65													
66													
67													
68													
69													
70													
71													
72													
73													
74													
75													
76													
77													
78													
79													
80													
81													
82													
83													
84													
85													
86													
87													
88													
89													
90													
91													
92													
93													
94													
95													
96													
97													
98													
99													
100													
101													
102													
103													
104													
105													
106													
107													
108													
109													
110													
111													
112													
113													
114													
115													
116													
117													
118													
119													
120													
121													
122													
123													
124													
125													
126													
127													
128													
129													
130													
131													
132													
133													
134													
135													
136													
137													
138													
139													
140													
141													
142													
143													
144													
145													
146													
147													
148													
149													
150													
151													
152													
153													
154													
155													
156													
157													
158													
159													
160													
161													
162													
163													
164													
165													
166													
167													
168													
169													
170													
171													
172													
173													
174													
175													
176													
177							</						

ГОСТ 9.140-88 форма 3										
Дробь										
Слага										
Число										
Поряд.	Мушкетер П.В.	22.05.05	АО "АСКОН"	ASB.00.000.00.01					1	1
Иллюр.			Деталь 1						2	100
Технологический процесс		Материал	Твердость	CP	HD	Профиль, к. диаметр		M3	COR3	
Консервация и транспортировка		Обозначение программы		T0	Ta	T0c	T0p	COR		
Оборудование, устройство ЧПУ										
У										
001	1. Установить детали в лату по лоринг									
002	2. Переместить лату с деталями на стол									
103	Толщина 11 ГОСТ 13168-67									
104	Тара Q=52 кг									
05										
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
OK	Операционная карта									

Рисунок 3.10

Контрольные вопросы:

1. Каков порядок добавления применяемого оборудования и исполнителя?
2. Каков алгоритм добавления операций и переходов техпроцесса?
3. Опишите последовательность выбора режущего инструмента.
4. Как осуществляется автонумерация операций и переходов?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю.

Лабораторно-практическая работа 4

Тема ЛПР: Проектирование ТП формированием дерева ТП

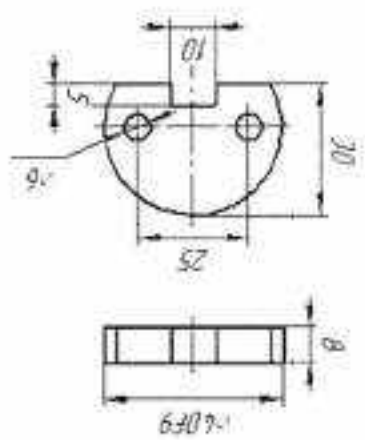
Цели ЛПР: Освоить проектирование ТП по чертежу методом формирования дерева ТП.

Количество часов: 4

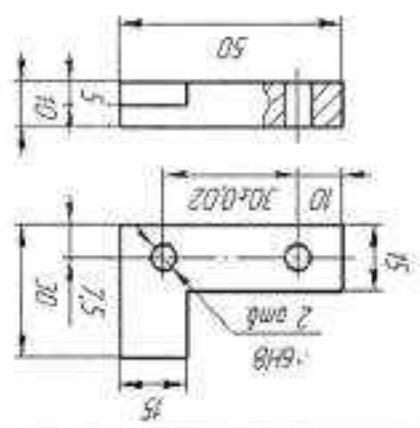
Оборудование: 1 Компьютер
2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Практическая часть

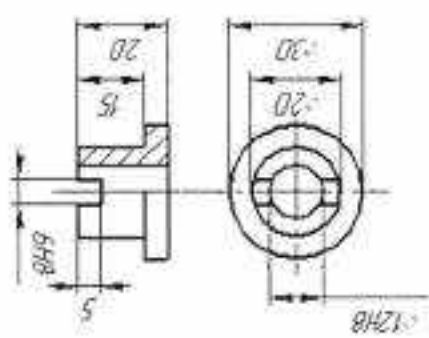
1. Создать ТП механической обработки детали по чертежу согласно варианту задания (рисунок 4.1) методом формирования дерева ТП:
 - Создать ТП на деталь;
 - Заполнить атрибуты ТП;
 - Создать дерево ТП (операции и переходы);
 - Провести автономерацию операций и переходов;
 - Добавить оборудование, приспособление, вспомогательные материалы, режущий и мерительный инструмент;
 - Создать и подключить эскиз к операции по выбору.
2. Сохранить ТП.



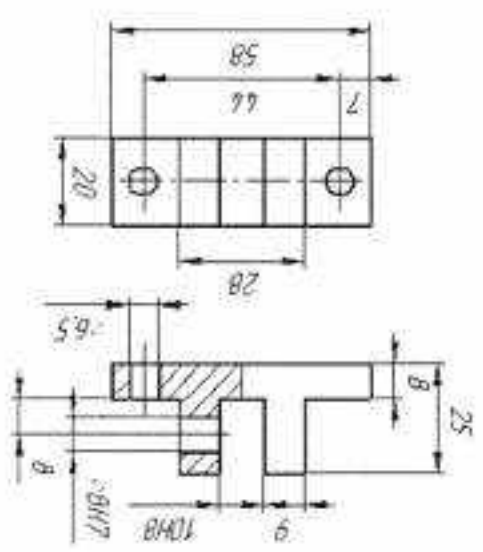
Вариант 6



Вариант 7



Вариант 2



Вариант 1

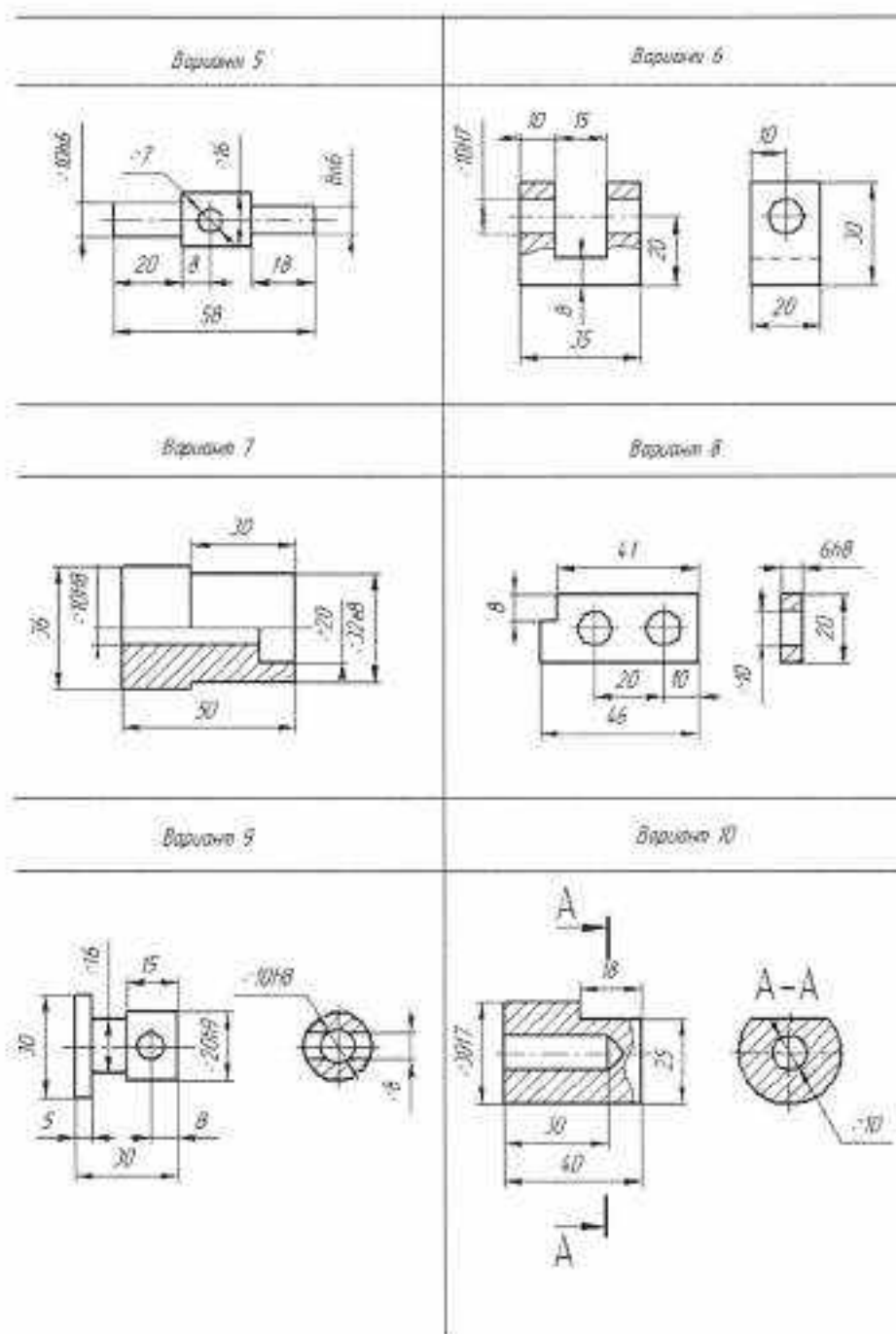


Рисунок 4.1 – Варианты заданий

Контрольные вопросы:

1. Как осуществить ускоренный поиск применяемого оборудования?
2. Каков алгоритм подключения эскиза к операции?
3. С какой целью можно использовать вкладку **Объекты фильтрации**?
4. Какими вкладками пользуются для более полного представления о применяемой оснастке, режущем инструменте, вспомогательных средствах защиты и т.д.?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю

Лабораторно-практическая работа № 5

Тема ЛПР: Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ

Цели ЛПР: Освоить:

- формирование дерева КТЭ и планов обработки КТЭ;
- формирование операций в дереве ТП;
- распределение переходов из дерева КТЭ (вкладка **План обработки**) по операциям дерева ТП;
- окончательное редактирование текста ТП (уточнение оснастки, вспомогательных материалов, расчет режимов обработки и пр.) и оформление ТП (подключение необходимых графических документов).

Количество часов: 4

Оборудование 1 Компьютер

2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

Формирование дерева КТЭ осуществляется с помощью специальной библиотеки, в которой конструктивные элементы связаны с типовыми технологическими планами их обработки.

Конструкторско-технологический элемент (КТЭ) или сочетание КТЭ – элементарная поверхность (плоскость, цилиндр и

др.) или совокупность элементарных поверхностей, имеющих общее конструктивное назначение (фаска, канавка и т.п.) и характеризующихся общим маршрутом изготовления.

Перед проектированием ТП с использованием дерева КТЭ следует:

1) проанализировать форму детали с позиций ее разделения на типовые конструкторско-технологические элементы и типовые группы КТЭ;

2) оценить иерархию конструкторско-технологических элементов и групп, исходя из оптимальной последовательности состояний, в которые переходит заготовка в процессе изготовления детали.

Проектирование ТП с использованием дерева КТЭ в ВЕРТИКАЛЬ состоит из четырех основных этапов:

- формирование дерева КТЭ и планов обработки КТЭ;
- формирование операций в дереве ТП;
- распределение переходов из дерева КТЭ (вкладка **План обработки**) по операциям дерева ТП;
- окончательное редактирование текста ТП (уточнение оснастки, вспомогательных материалов, расчет режимов обработки и пр.) и оформление ТП (подключение необходимых графических документов).

Формирование дерева КТЭ

Операции, выполняемые в процессе формирования дерева КТЭ, аналогичны операциям наполнения дерева ТП. Например, чтобы добавить в дерево какой-либо конструкторско-технологический элемент, выполните следующие действия:

1. В дереве КТЭ укажите элемент, которому будет подчинен добавляемый КТЭ.
2. Щелчком правой кнопки мыши откройте контекстное меню и выберите пункт **Добавить КТЭ** (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 - Добавление КТЭ в дерево

3. В библиотеке КТЭ (рисунок 5.2) укажите требуемый КТЭ и нажмите кнопку **Применить**. Порядок работы с библиотекой такой же, как и с другими справочниками

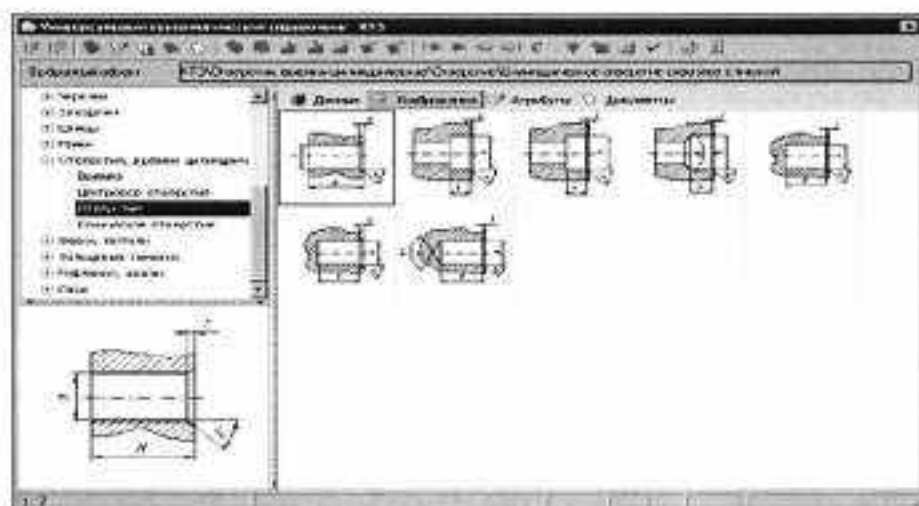


Рисунок 5.2 - Выбор КТЭ в библиотеке

4. Заполните таблицу параметров КТЭ, размещенную на вкладке **План обработки** под изображением КТЭ (рисунок 5.3). Ввод параметров возможен как непосредственно в сетке таблицы, так и в окне **Редактирование размера**.

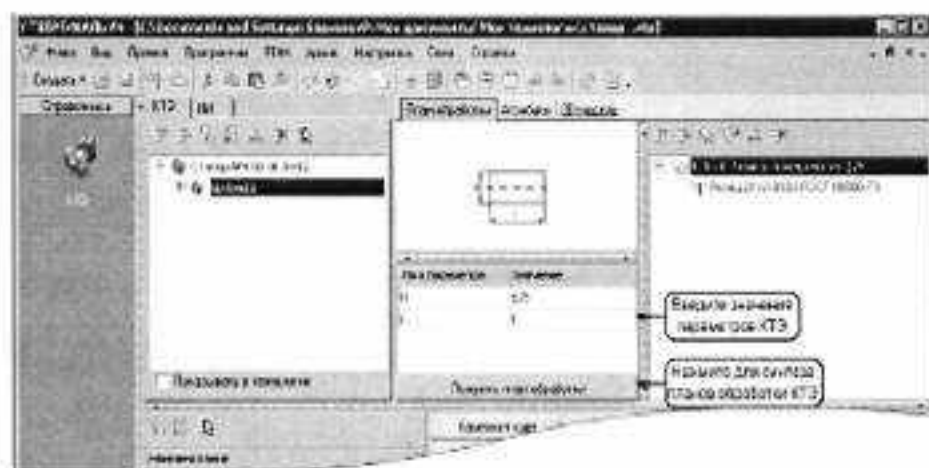


Рисунок 5.3 - Ввод параметров КТЭ

5. Нажмите кнопку **Получить план обработки**, расположенную под таблицей параметров. На основе значений

введенных параметров система сформирует подходящие планы обработки конструкторско-технологического элемента и отобразит их в окне **Планы обработки**.

6. Выберите наиболее оптимальный, на Ваш взгляд, план обработки КТЭ в окне **Планы обработки** (установите курсор на заголовке выбранного плана) и нажмите кнопку **Применить** (рисунок 5.4).



Рисунок 5.4 - Окно **Планы обработки**

Содержимое выбранного плана (переходы, оснастка и пр.) скопируется на правую часть вкладки **План обработки**.

7. При необходимости отредактируйте сгенерированный план обработки. Процедуры редактирования плана обработки идентичны наполнению других компонентов «дерева» **ВЕРТИКАЛЬ**. Например, чтобы к переходу механообработки добавить режущий инструмент (рисунок 5.5), установите курсор на нужный переход, с помощью контекстного меню выполните команду

Добавить оснастку — Режущий инструмент и выберите необходимый РИ из справочника.

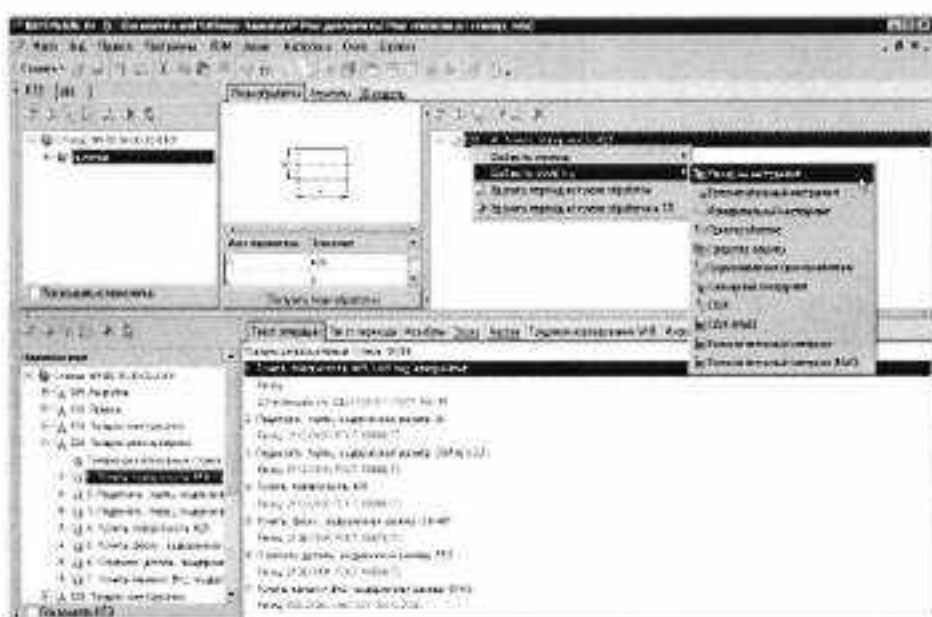


Рисунок 5.5 - Редактирование плана обработки

Отредактировать текст перехода можно двумя способами:

- выбором из справочника переходов — нажмите кнопку **Справочник** на инструментальной панели вкладки;
- вводом текста перехода с клавиатуры — нажмите кнопку **Редактировать переход** из инструментальной панели вкладки. В этом случае редактирование перехода осуществляется в отдельном окне, идентичном вкладке **Текст перехода** дерева ТП. Для выхода из режима редактирования нажмите кнопку **Заккрыть** в правом нижнем углу окна.

После того, как построено дерево КТЭ и сформированы

планы обработки всех конструкторско-технологических элементов и групп КТЭ, необходимо **наполнить соответствующими операциями дерево ТП**. Процедура добавления операций в дерево ТП рассмотрена в занятии «Добавление операций и переходов в текст ТП».

На следующем этапе проектирования техпроцесса проводится **распределение переходов из дерева КТЭ по операциям дерева ТП**.

Основные правила распределения:

- переход из плана обработки КТЭ можно добавить только к операции соответствующего вида обработки. Например, нельзя добавить переход «Сверлить отверстие...» к операции сварки;
- если последовательность переходов в техпроцессе и в плане обработки КТЭ различаются, то текст неверно расположенного перехода выделяется красным цветом на вкладке **План обработки** и в дереве ТП.

На заключительном этапе формирования ТП следует уточнить оснастку, материалы, рассчитать (при необходимости) режимы обработки и трудозатраты, подключить файлы графики (3D-модель, чертежи, эскизы).

Следует отметить, что в практике изложенный метод проектирования обычно применяется не для всего техпроцесса, а для формирования некоторых его частей, ориентированных на

обработку отдельных конструкторско-технологических элементов
(отверстий, шпоночных пазов, лысок и т.д.).

Наполнение библиотеки КТЭ

Потребность в наполнении библиотеки КТЭ возникает в случаях, если требуемый КТЭ отсутствует в библиотеке, либо необходимо изменить алгоритм формирования его плана обработки. Наполнение библиотеки КТЭ проводится в специальном приложении «Редактор планов обработки».

Общий порядок ввода данных о новом КТЭ в библиотеку состоит из следующих операций:

1. В окне ВЕРТИКАЛЬ выполните команду **Файл — Открыть план обработки**.

2. В библиотеке КТЭ, автоматически открывшейся в окне УТС, выберите нужный раздел библиотеки. Стандартными средствами УТС добавьте запись о новом КТЭ в выбранный раздел — нажмите кнопку **Добавить запись** на инструментальной панели справочника и заполните атрибуты конструкторско-технологического элемента согласно таблице 1:

Таблица 1

Атрибут	Комментарий
Наименование КТЭ	Наименование конструкторско-технологического элемента, используемое для его идентификации пользователем в справочнике.
Описание КТЭ	Текстовый комментарий к конструкторско-технологическому элементу.

3. Сохраните изменения и вернитесь на вкладку **Данные**. Щелчком правой кнопки мыши в окне изображения откройте

контекстное меню и выполните команду **Загрузить из файла**.

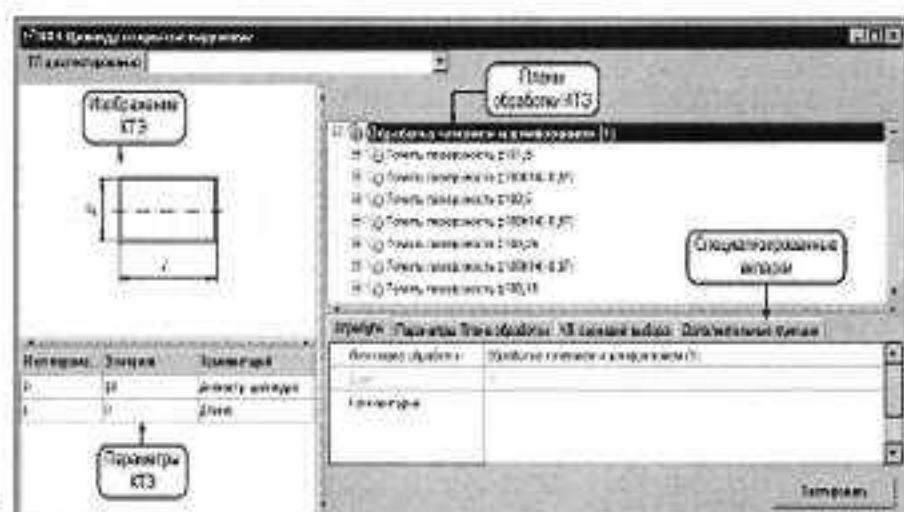
4. В окне **Открыть** выберите файл с изображением КТЭ и нажмите кнопку **Открыть**. Подключение изображения к КТЭ является необязательной, но рекомендуемой процедурой, так как изображения значительно облегчают поиск требуемого КТЭ в библиотеке и чтение дерева КТЭ в техпроцессе.

5. Нажмите кнопку **Применить** на инструментальной панели справочника — добавленный КТЭ откроется в **Редакторе планов обработки**.

6. Введите необходимые параметры КТЭ, возможные планы его обработки и алгоритмы выбора планов и элементов планов (переходов). Проверьте корректность работы VB сценариев, сохраните данные (команда **Файл — Сохранить план обработки**) и закройте окно **Редактора**.

Подробные рекомендации по формированию планов обработки КТЭ приведены ниже.

Главное окно **Редактора планов обработки** показано на рисунке



5.6.

Рисунок 5.6 - Главное окно Редактора планов обработки

Подвижными сплиттерами окно разделено на четыре области (таблица 2):

Таблица 2

Окно	Данные
Изображение КТЭ	Изображение, подключенное к КТЭ в Универсальном технологическом справочнике.
Параметры КТЭ	Таблица с параметрами КТЭ, определяющими его геометрию и точность обработки.
Планы обработки КТЭ	Дерево планов обработки КТЭ. Каждый план обработки может содержать произвольное количество переходов, включающих данные по оснастке, приспособлениям, вспомогательным материалам и т.д.
Специализированные вкладки	Вкладки, содержащие атрибуты и алгоритмы выбора элемента, указанного в плане обработки. Перечень вкладок меняется в зависимости от типа элемента, выбранного в плане обработки.

Рассмотрим порядок работы с данными в каждом из окон

Редактора.

Изображение КТЭ подключается только средствами Универсального технологического справочника. В окне **Редактора** управлять изображением КТЭ (кроме масштабирования с помощью сплиттеров) нельзя.

Таблица с параметрами КТЭ формируется также, как и таблица с параметрами перехода. Как и для перехода, в качестве параметров КТЭ могут использоваться линейные и угловые размеры (с указанием квалитетов), шероховатости, целые и вещественные числа, маркеры и строки. Ввод и удаление параметров осуществляется с помощью контекстного меню.

Параметры, указанные в таблице, являются общими для КТЭ и могут использоваться во всех вариантах планов обработки. Параметры, используемые только внутри какого-либо одного плана обработки, регистрируются на вкладке **Параметры Плана обработки** (подробнее вкладка рассмотрена ниже).

Планы обработки КТЭ наполняются командами контекстного меню по аналогии с основными компонентами «дерево» техпроцесса (дерево ТП, дерево КТЭ). Корневым элементом дерева всегда является элемент «план обработки».

Например, чтобы добавить новый план обработки КТЭ, установите курсор в окно планов и выполните команду **Новый план обработки** из контекстного меню. Если для КТЭ уже имеются сформированные планы обработки, то перед открытием

контекстного меню установите курсор на заголовке любого из ранее введенных планов (рисунок 5.7).



Рисунок 5.7 - Добавление нового элемента «План обработки»

Редактирование текста и параметров перехода, добавленного в план обработки, выполняется на вкладке **Текст перехода Редактора** (рисунок 5.8). Интерфейс и правила работы на вкладке идентичны правилам работы на вкладке **Текст перехода** дерева ТП



Рисунок 5.8 - Редактор планов обработки. Вкладка **Текст перехода**

Практическая часть

1. Создать ТП на деталь «Втулка» согласно чертежу (рисунок 5.9).
2. Проанализировать форму детали с точки зрения разделения ее на типовые конструкторско-технологические элементы и типовые группы КТЭ.
3. Оценить иерархию конструкторско-технологических элементов и групп, исходя из последовательности состояний, в которые переходит заготовка в процессе изготовления детали.

Сформировать дерево КТЭ.

4. Сформировать планы обработки КТЭ.
5. Произвести формирование операций в дереве ТП.
6. Распределить переходы из дерева КТЭ (вкладка **План обработки**) по операциям дерева ТП.
7. Окончательно редактировать текст ТП (ввести атрибуты ТП, уточнить оснастку, вспомогательные материалы, СОЖ и пр.)
8. Сохранить ТП.

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под конструкторско-технологическим элементом КТЭ или сочетанием КТЭ?
2. Каков алгоритм формирования дерева КТЭ?
3. Как производится выбор или создание плана обработки КТЭ?
4. Назовите основные правила распределения переходов из дерева КТЭ по операциям дерева ТП.

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю.

Лабораторно-практическая работа № 6

Тема ЛПР: Проектирование ТП на основе техпроцесса-аналога

Цели ЛПР: Освоить порядок проектирования ТП на основе техпроцесса-аналога

Количество часов: 2

Оборудование : 1 Компьютер
2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

1 Проектирование ТП на основе одного техпроцесса-аналога

Если проектируемый ТП имеет один техпроцесс-аналог, то формирование ТП рекомендуется организовать следующим образом:

1.1 Загрузите техпроцесс-аналог в ВЕРТИКАЛЬ

1.2 Внесите в техпроцесс-аналог изменения, соответствующие новому (проектируемому) ТП — добавьте или удалите требуемые операции, переходы и т.д.

1.3 Выполните команду **Файл — Сохранить как** и сохраните измененный ТП под новым именем файла в локальный архив.

2 Проектирование ТП на основе нескольких

техпроцессов-аналогов. **Дерево технологий**

Если проектируемый ТП имеет несколько техпроцессов-аналогов, то для создания ТП рекомендуется воспользоваться специальным приложением «Дерево технологий»:

2.1 Загрузите техпроцессы-аналоги в ВЕРТИКАЛЬ.

2.2 Создайте новый техпроцесс.

2.3 Выполните команду **Программы — Дерево технологий**.

2.4 В одном окне приложения (например, левом окне) выберите проектируемый ТП.

2.5 В другом окне выберите один из загруженных ТП-аналогов (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 - Выбор ТП-аналога

2.6 В дереве техпроцесса-аналога выделите элементы (операции, переходы, оснастка и др.), подлежащие копированию в проектируемый ТП. Если требуется скопировать сразу несколько элементов, то при выделении элементов удерживайте клавишу <Ctrl>. Если выделяемые элементы расположены в дереве один под другим (группой), то для их выделения достаточно указать первый (верхний) и последний (нижний) элементы группы, удерживая при этом клавишу <Shift>.

2.7 Скопируйте выделенные элементы в проектируемый ТП.

Для этого установите указатель мыши на выделенных элементах, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопки, переместите указатель в дерево проектируемого ТП. Если требуется переместить (а не скопировать) выделенные элементы, то в процессе копирования следует нажать и удерживать клавишу <Ctrl>.

Копирование элементов осуществляется по следующим правилам:

- копирование элементов дерева возможно как из одного техпроцесса в другой, так и внутри одного ТП;
- нельзя выделить группу разнородных элементов. Например, нельзя выделить одновременно операцию и основной переход, принадлежащий другой операции;
- нельзя копировать элементы ТП с нарушением их иерархии;
- элементы копируются вместе с подчиненными уровнями. Так, при копировании операции «Вертикально-фрезерная» (рисунок 6.2) она будет помещена в проектируемый ТП вместе с подчиненными переходами и оснасткой;



Рисунок 6.2 - Копирование операций в конец дерева проектируемого ТП

- при копировании фрагментов дерева вставка происходит выше элемента, на котором установлен курсор с изображением значка перетаскивания;
- для добавления элемента (группы элементов) дерева в конец раздела установите курсор на первый элемент этого раздела. Например, если группу операций, выделенных на рисунке 6.2., требуется скопировать в конец ТП, то при перемещении выделенных операций установите курсор на наименование детали (корневой элемент дерева проектируемого ТП).

2.8 При необходимости отредактируйте положение скопированных элементов внутри проектируемого ТП. Для этого воспользуйтесь функцией перемещения «drag&drop» или кнопками инструментальной панели

2.9 Повторите п. 2.5 – 2.8 алгоритма для копирования данных

из других техпроцессов-аналогов.

2.10 Закройте приложение «Дерево технологий».

2.11 При необходимости внесите дополнительные изменения в проектируемый ТП (добавьте недостающие операции, переходы, оснастку и т.д.).

2.12 Подключите 3D-модель к ТП. Настройте связи между элементами 3D-модели и дерева КТЭ

2.13 Подключите чертежи и эскизы к ТП.

2.14 Сохраните спроектированный ТП в локальном или серверном архиве.

Код операции	Описание операции	Инструмент	Оборудование
005	Токарно-револьверная	Удалить переходы 2, 5	1Г325П
010	Вертикально-сверлильная	Сверлить отверстие Ø18 на длину 12	2Н135
015	Фрезерная с ЧПУ	1.Фрезеровать поверхность в размер 12h12-0,35 2.Сверлить 2 отверстия под резьбу М12-7Н 3. Нарезать резьбу М12-7Н	654Ф3
020	Токарно-винторезная		
025	Токарно-винторезная	3. Точить канавку, выдерживая размеры 5, Ø25, 17	Закрепить канавочный резец
030	Слесарная		
035	Бесцентрово-шлифовальная		
040	Маркирование		
045	Контроль	Контролировать деталь	Плита

Практическая часть

Спроектировать технологический процесс на деталь *Деталь2* АБВ.00.000.00.02 (таблица) на основе техпроцесса-аналога на деталь

Стопор по алгоритму, приведенному в теоретической части.

Таблица

В операциях 015 фрезерная с ЧПУ, 010 Вертикально-сверлильная ввести СОЖ.

Контрольные вопросы:

1. В какой последовательности происходит формирование технологического процесса на основе одного ТП-аналога?
2. В какой последовательности происходит формирование технологического процесса на основе нескольких ТП-аналогов?
1. Как пользоваться приложением «Дерево технологий»?
2. По каким правилам осуществляется копирование элементов техпроцесса?
3. Как сохранить сформированный ТП?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Представить результаты выполнения работы преподавателю

Лабораторно-практическая работа № 7

Тема ЛПР: Формирование конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Ось».

Цели ЛПР: Освоить процедуры формирования комплекта технологической документации, порядок выбора форм технологических документов и редактирования их параметров.

Количество часов: 2

Оборудование: 1 Компьютер
2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

При окончании процесса проектирования ТП необходимо сформировать комплект технологической документации, куда будут входить операционные и маршрутные карты, ведомости оборудования и оснастки.

Для этого необходимо освоить:

- Добавление шаблонов технологических документов в комплект ТД;
- Настройка шаблонов технологических документов;
- Исключение операций из технологических документов;

- Работу с Мастером формирования технологической документации ВЕРТИКАЛЬ.

Практическая часть

Сформировать комплект технологических документов на ТП «Ось».

Откройте техпроцесс «Ось».

Выбор набора документов, составляющих комплект, производится на вкладке **Комплект карт**. По умолчанию во всех ТП изготовления детали предлагается набор документов, показанный на рисунок 7.1.

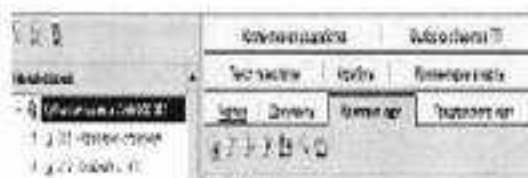


Рисунок 7.1:


1. Установите курсор на корневом элементе дерева ТП «Вал выходной» и перейдите на вкладку **Комплект карт**.

2. Нажмите кнопку  **Добавить шаблон**. В открывшемся справочнике выберите ведомость оснастки ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-1б) и нажмите кнопку **Применить**.

3. Установите курсор на строку ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-

1б) и, нажимая кнопку **Переместить выше**, поместите ведомость оснастки сразу за титульным листом.

4. Нажмите кнопку **Добавить шаблон**. В открывшемся справочнике выберите ОК контроля (ГОСТ 3.1502-85 форма 2-2а) и нажмите кнопку **Применить**. Поместите добавленный шаблон операционной карты перед картой эскизов.

В случае, если нужно удалить шаблон карты, следует на вкладке **Комплект карт** установить курсор на название шаблона и нажать  кнопку **Удалить**.

Не все операции должны быть упомянуты в тексте технологического документа. Список карт, расположенный на вкладке **Комплект карт**, распространяется на все операции ТП. Исключение операций из карт техпроцесса производится на вкладке **Карты**, которая есть у каждой операции. Исключим из операционных карт операции транспортирования и термической обработки, так как они производятся силами других подразделений предприятия.

5. Установите курсор на операции **Транспортирование** и перейдите на вкладку **Карты**.

6. Снимите галочку напротив строки ОК (ГОСТ 3.1404-86 Форма 3-2а), как показано на рисунок 7.2.



Рисунок 7.2


7. Повторите действия пунктов 1–6 для операций 065 Транспортирование и 105 Промывка.

На вкладке **Предпросмотр карт** (рисунок 7.3) можно посмотреть, как будет выглядеть текст операции в технологических картах до их окончательного формирования.



Рисунок 7.3


После того как определены операции, входящие в те или иные технологические документы, можно приступить к последнему этапу - **настройке параметров карт** и получению комплекта документов.

8. Перейдите на вкладку **Комплект карт** и установите курсор на строке ОК (ГОСТ 3.1404-86 форма 3-2а). Нажмите кнопку  **Параметры**.

9. В открывшемся окне установите количество строк, которые необходимо оставлять пустыми после текста перехода (рисунок 7.4). Укажите 1, поставьте галочку в ячейке **Условное обозначение** и нажмите кнопку **ОК**.



Рисунок 7.4

10. Установите курсор на строке с шаблоном КЭ (ГОСТ 3.1105-84 форма 7-7а) и нажмите кнопку  **Перетасовка карт**.

11. При нажатии на эту кнопку шаблон карты помечается как перемещаемый, при повторном нажатии на данную кнопку метка снимается. При включенном режиме **Перетасовка карт** карты, в которых установлен переключатель (операционная), группируются вместе для каждой операции (например, Операционная карта (ОК) и Карта эскизов (КЭ)), в противном случае карты формируются отдельно для всех операций ТП (например, сначала формируется карта ОК для всех операций, потом карта КЭ для всех операций и т.д.).

12. Примените режим **Перетасовка карт** к шаблонам ОК (ГОСТ 3.1404-80 форма 3-2а) и ОК контроля (ГОСТ 3.1502-85 форма

2-2а).

13. Установите курсор на строке с шаблоном МК гор. (ГОСТ 3.1118-82 форма 1-1б) и нажмите кнопку **Параметры**.

14. В открывшемся окне установите параметры так, как показано на рисунке 7.5 и нажмите кнопку **ОК**.



Рисунок 7.5

15. Установите курсор на строке с шаблоном ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-1б) и нажмите кнопку **Параметры**.

Установите параметры ведомости оснастки так, как показано на рисунке 7.6.



Рисунок 7.6

16. Нажмите кнопку **Формировать...** на вкладке **Комплект карт** или кнопку **Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ** на главной панели инструментов.

17. В открывшемся окне Мастера формирования технологической документации (рисунок 7.7) установите галочки в необходимых ячейках. Нажмите кнопку **Старт**.



Рисунок 7.7

18. Сформированный комплект документов следует сохранить под именем «Ось» Комплект документов.vtr.

Для этого нажмите кнопку **Сохранить** на главной панели, укажите нужную папку и нажмите кнопку **Сохранить**. Полученный комплект можно вывести на печать (команда **Файл – Печать**) или отправить на согласование в электронном виде.

Контрольные вопросы:

1. На какой вкладке производится выбор набора документов ТП?
2. Каков порядок формирования комплекта технологических карт на деталь?
3. Для какой цели применяется режим **Перегасовка карт**?

Оформление отчёта

1. Ответить на контрольные вопросы.
2. Результаты выполнения работы предъявить преподавателю.

Лабораторно-практическая работа № 8

Тема ЛПР: Формирование конструкторской и технологической документации для изготовления детали «Плита».

Цели ЛПР: Освоить процедуры формирования комплекта технологической документации, порядок выбора форм технологических документов и редактирования их параметров.

Количество часов: 2

Оборудование: 1 Компьютер
2 Пакет программ ВЕРТИКАЛЬ

Теоретическая часть

При окончании процесса проектирования ТП необходимо сформировать комплект технологической документации, куда будут входить операционные и маршрутные карты, ведомости оборудования и оснастки.

Для этого необходимо освоить:

- Добавление шаблонов технологических документов в комплект ТД;
- Настройка шаблонов технологических документов;
- Исключение операций из технологических документов;
- Работу с Мастером формирования

технологической документации ВЕРТИКАЛЬ.

Практическая часть

Сформировать комплект технологических документов на ТП «Плита».

Откройте техпроцесс «Плита».

Выбор набора документов, составляющих комплект, производится на вкладке **Комплект карт**. По умолчанию во всех ТП изготовления детали предлагается набор документов, показанный на рисунок 8.1.



Рисунок 8.1.


1. Установите курсор на корневом элементе дерева ТП «Вал выходной» и перейдите на вкладку **Комплект карт**.

2. Нажмите кнопку  **Добавить шаблон**. В открывшемся справочнике выберите ведомость оснастки ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-16) и нажмите кнопку **Применить**.

3. Установите курсор на строку ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-16) и, нажимая кнопку **Переместить выше**, поместите ведомость

оснастки сразу за титульным листом.

4. Нажмите кнопку **Добавить шаблон**. В открывшемся справочнике выберите ОК контроля (ГОСТ 3.1502-85 форма 2-2а) и нажмите кнопку **Применить**. Поместите добавленный шаблон операционной карты перед картой эскизов.

В случае, если нужно удалить шаблон карты, следует на вкладке **Комплект карт** установить курсор на название шаблона и нажать  кнопку **Удалить**.

Не все операции должны быть упомянуты в тексте технологического документа. Список карт, расположенный на вкладке **Комплект карт**, распространяется на все операции ТП. Исключение операций из карт техпроцесса производится на вкладке **Карты**, которая есть у каждой операции. Исключим из операционных карт операции транспортирования и термической обработки, так как они производятся силами других подразделений предприятия.

5. Установите курсор на операции **Транспортирование** и перейдите на вкладку **Карты**.

6. Снимите галочку напротив строки ОК (ГОСТ 3.1404-86 Форма 3-2а), как показано на рисунок 8.2.



Рисунок 8.2


7. Повторите действия пунктов 1–6 для операций 065 Транспортирование и 105 Промывка.

На вкладке **Предпросмотр карт** (рисунок 8.3) можно посмотреть, как будет выглядеть текст операции в технологических картах до их окончательного формирования.



Рисунок 8.3

После того как определены операции, входящие в те или иные технологические документы, можно приступить к последнему этапу - **настройке параметров карт** и получению комплекта документов.


8. Перейдите на вкладку **Комплект карт** и установите курсор на строке ОК (ГОСТ 3.1404-86 форма 3-2а). Нажмите кнопку  **Параметры**.

9. В открывшемся окне установите количество строк, которые необходимо оставлять пустыми после текста перехода (рисунок 8.4). Укажите 1, поставьте галочку в ячейке **Условное обозначение** и

нажмите кнопку **ОК**.



Рисунок 8.4

10. Установите курсор на строке с шаблоном КЭ (ГОСТ 3.1105-84 форма 7-7а) и нажмите кнопку  **Перетасовка карт**.

11. При нажатии на эту кнопку шаблон карты помечается как перемещаемый, при повторном нажатии на данную кнопку метка снимается. При включенном режиме **Перетасовка карт** карты, в которых установлен переключатель (операционная), группируются вместе для каждой операции (например, Операционная карта (ОК) и Карта эскизов (КЭ)), в противном случае карты формируются отдельно для всех операций ТП (например, сначала формируется карта ОК для всех операций, потом карта КЭ для всех операций и т.д.).

12. Примените режим **Перетасовка карт** к шаблонам ОК (ГОСТ 3.1404-80 форма 3-2а) и ОК контроля (ГОСТ 3.1502-85 форма 2-2а).

13. Установите курсор на строке с шаблоном МК гор. (ГОСТ 3.1118-82 форма 1-1б) и нажмите кнопку **Параметры**.

14. В открывшемся окне установите параметры так, как

показано на рисунке 8.5 и нажмите кнопку **ОК**.



Рисунок 8.5

15. Установите курсор на строке с шаблоном **ВО (ГОСТ 3.1118-82 форма 2-1б)** и нажмите кнопку **Параметры**.

Установите параметры ведомости оснастки так, как показано на рисунке 8.6.



Рисунок 8.6

16. Нажмите кнопку **Формировать...** на вкладке **Комплект карт** или кнопку **Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ** на главной панели инструментов.

17. В открывшемся окне Мастера формирования технологической документации (рисунок 8.7) установите галочки в необходимых ячейках. Нажмите кнопку **Старт**.



Рисунок 8.7

18. Сформированный комплект документов следует сохранить под именем «Плита» Комплект документов.vtr.

Для этого нажмите кнопку **Сохранить** на главной панели, укажите нужную папку и нажмите кнопку **Сохранить**. Полученный комплект можно вывести на печать (команда **Файл – Печать**) или отправить на согласование в электронном виде.

Контрольные вопросы:

4. На какой вкладке производится выбор набора документов ТП?
5. Каков порядок формирования комплекта технологических карт на деталь?
6. Для какой цели применяется режим **Перетасовка карт**?

Оформление отчёта

3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Результаты выполнения работы предъявить преподавателю

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для среднего профессионального образования / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. — 16-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 409 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10937-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/456887>
2. Пахомов, Д. С. Технология машиностроения. Изготовление деталей машин : учебное пособие / Д. С. Пахомов, Е. А. Куликова, А. Б. Чуваков. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 412 с. — ISBN 978-5-4497-0170-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89502.html>
3. Балла, О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ. Оборудование. Оснастка. Технология : учебное пособие / О. М. Балла. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-4640-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123474>

**Илюшин Борис Николаевич,
Выскубова Татьяна Викторовна**

Методические указания для выполнения лабораторно-практических работ по
МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин».

По специальности

15.02.08 Технология машиностроения

Ответственный за выпуск Миляева И.В.

ФГБОУ ВО

«Тульский государственный университет»

Технический колледж имени С.И. Мосина

18 проезд, д. 94, п. Мясново, г.Тула

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практических работ
по МДК 01.01
«Технологические процессы изготовления деталей машин»

по специальности
15.02.08 *Технология машиностроения*

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

на заседании цикловой комиссии машиностроения

Протокол от 14 апреля 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии *В.А.Ф.* *Т. В. Фалеева /*

Составитель Илюшин Б.Н.

Методические указания для выполнения практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин». Тула: ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» Технический колледж имени С.И. Мосина, 2021. – 130 с.

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин» студентами, обучающимися по специальности 15.02.08 Технология машиностроения.

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин	6
Практическая работа №1.....	6
Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин	28
Практическая работа № 2.....	28
Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин	55
Практическая работа № 3.....	55
Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин	102
Практическая работа № 4.....	102

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин» для специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- использования конструкторской документации для проектирования технологических процессов изготовления деталей;
- выбора методов получения заготовок и схем их базирования;
- составления технологических маршрутов изготовления деталей и проектирования технологических операций;

уметь:

- читать чертежи;
- анализировать конструктивно-технологические свойства детали, исходя из ее служебного назначения;
- определять тип производства;
- проводить технологический контроль конструкторской документации с выработкой рекомендаций по повышению технологичности детали;
- определять виды и способы получения заготовок;
- рассчитывать и проверять величину припусков и размеров заготовок ;
- рассчитывать коэффициент использования материала;
- анализировать и выбирать схемы базирования;
- выбирать способы обработки поверхностей и назначать технологические базы;
- составлять; технологический маршрут изготовления детали;
- проектировать технологические операции;
- разрабатывать технологический процесс изготовления детали;

- выбирать технологическое оборудование и технологическую оснастку: приспособления, режущий, мерительный и вспомогательный инструмент;
- рассчитывать режимы резания по нормативам;
- рассчитывать штучное время;
- оформлять технологическую документацию;

Выполнение практических работ влияет на формирование общих и профессиональных компетенций.

ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей)
ПК 1.1.	Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.
ПК 1.2.	Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.
ПК.1.3.	Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.
ПК 1.4.	Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин

Практическая работа №1

Тема работы: Проектирование техпроцессов изготовления валов

Цель работы: *уметь:*
разрабатывать технологический процесс механической обработки деталей типа «вал» ;
рассчитывать режимы резания для механической обработки детали ;
рассчитывать время необходимое для механической обработки детали.

**Материально -
техническое оснащение:** Чертеж детали.

Количество часов: 6 часов.

Теоретическая часть

Проектирование технологических процессов состоит из следующих взаимосвязанных этапов: анализа исходных данных, технологического контроля детали, выбора типа производства, выбора заготовки, выбора баз, установления маршрута обработки отдельных поверхностей, проектирования технологического маршрута изготовления детали с выбором типа оборудования, расчета припусков, расчета промежуточных и исходных размеров заготовки; построения операций, расчета режимов обработки, технического нормирования

операций, оценки технико-экономических показателей процесса, оформления технологической документации.

Под технологическим маршрутом изготовления детали понимается *последовательность выполнения технологических операций* (или уточнение последовательности операций по типовому или групповому технологическому процессу) с выбором типа оборудования. На этапе разработки технологического маршрута припуски и режимы обработки не рассчитывают, поэтому рациональный маршрут выбирают с использованием справочных данных и руководящих материалов по типовым и групповым методам обработки.

Технологические маршруты весьма разнообразны и зависят от конфигурации детали, ее размеров, требований точности, программы выпуска, однако при проектировании маршрута следует руководствоваться следующей примерной схемой.

1. Сначала выявляют необходимость расчленения процесса изготовления детали на операции черновой, чистовой и отделочной обработки.
2. Операцию черновой обработки целесообразно отделить от чистовой, чтобы уменьшить влияние деформации заготовки после черновой обработки. Однако если заготовка жесткая, а обрабатываемые поверхности незначительны по длине, то такое расчленение не обязательно.
3. Отделочная обработка, как правило, выполняется на конечной стадии процесса. Но от этого положения в отдельных случаях приходится отступать. Например, если окончательная обработка поверхности связана с возможным отходом заготовок в брак, то эту операцию не следует выполнять последней, чтобы не иметь лишних затрат труда.
4. При формировании операций следует учесть, что

определенная группа поверхностей потребует обработки с одной установки. К таким поверхностям относятся соосные поверхности вращения и прилегающие к ним торцовые поверхности, а также плоские поверхности, обрабатываемые в несколько позиций.

5. В самостоятельные операции выделяются обработка зубьев колес, нарезание шлицев, обработка пазов, сверление отверстий с применением многошпиндельных головок и др.

6. При формировании операций следует иметь в виду следующее: а) на первой операции необходимо обработать те поверхности, которые будут использованы в качестве установочных баз на второй, а возможно и на последующих операциях механической обработки; б) наличие термической или химико-термической обработки.

7. При формировании технологического маршрута устанавливается тип применяемого оборудования (станок токарный, фрезерный, сверлильный и т. д.).

8. Выполненная наметка технологического маршрута оформляется в виде операционных эскизов заготовок с указанием схемы их базирования и с выделением линиями двойной толщины обрабатываемых поверхностей.

9. В маршрут технологического процесса включают опущенные второстепенные операции (обработку крепежных отверстий, снятие фасок, зачистку заусенцев, промывку и др.), а также указывают место контрольных операций.

На основании документации типовых, групповых или единичных технологических процессов и классификатора технологических операций составляют последовательность переходов в каждой операции, выбирают средства технологического оснащения (СТО), в том числе средства контроля и испытаний (используют стандарты, каталоги, альбомы).

На этом же этапе выбирают средства механизации и автоматизации процесса и внутрицеховые средства транспортирования. Назначают и рассчитывают режимы обработки на основании технологических нормативов.

Выбор технологического оборудования. Этот этап начинают с анализа формирования типовых поверхностей деталей для определения наиболее эффективных методов их обработки, учитывая при этом назначение и параметры изделия. Результаты анализа представляют в виде отношений затрат основного и штучного времени и приведенных затрат на выполнение работ различными методами. Лучшим вариантом считается тот, значения показателей которого минимальные.

Выбор оборудования осуществляют по главному параметру, в наибольшей степени выявляющему его функциональное значение и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером изготавливаемого изделия.

При выборе оборудования учитывают также минимальный объем приведенных затрат на выполнение технологического процесса при максимальном сокращении периода окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию. Годовая потребность в оборудовании определяется по годовому объему работ, устанавливаемому статистическим анализом затрат средств и времени на изготовление изделий. Годовые приведенные расходы на использование оборудования определяются размерами затрат на его эксплуатацию.

Производительность оборудования определяют на основании анализа времени изготовления изделия заданного качества.

Для среднесерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном

оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда.

Выбор технологической оснастки и средств контроля. При выборе технологической оснастки и средств контроля предусматривается проведение следующего комплекса работ:

- анализ конструктивных характеристик изготавливаемого изделия (габаритные размеры, материалы, точность, геометрия и шероховатость поверхностей и т. д.), организационных и технологических условий изготовления изделия (схема базирования и фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса изготовления и т. д.)
- группирование технологических операций для определения наиболее приемлемой системы технологической оснастки и повышения коэффициента ее использования
- определение исходных требований к технологической оснастке
- отбор номенклатуры оснастки, соответствующей установленным требованиям
- определение исходных расчетных данных для проектирования и изготовления новых конструкций оснастки
- выдача технического задания на разработку и изготовление технологической оснастки

Конструкцию оснастки определяют на основе стандартов и типовых решений для данного вида технологических операций с учетом габаритных размеров изделий, вида и материала заготовок, точности параметров и конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей, влияющих на конструкцию оснастки, технологических схем базирования и фиксации заготовок, характеристик оборудования и объемов производства.

При разработке процессов контроля выявляют характеристики объекта контроля; показатели процесса контроля, определяющие выбор

средств; уточняют методы и схемы измерений, для чего требуется конструкторская документация на изделие, технологическая документация на его изготовление и контроль, методика расчета показателей контроля.

Состав средств контроля должен обеспечивать заданные показатели с учетом метрологических и эксплуатационных характеристик (используются государственные, отраслевые стандарты и стандарты предприятий на средства контроля, классификаторы и каталоги средств контроля). Произведенный выбор средств контроля обосновывается экономически выдаются исходные данные и технические задания для проектирования недостающих средств. Затем составляют ведомости отобранных средств. По результатам выбора средств контроля оформляют технологическую документацию согласно требованиям стандартов.

Формы организации технологических процессов. Форма организации технологических процессов изготовления изделия зависит от установленного порядка выполнения операций, расположения технологического оборудования, числа изделий и направления их движения в процессе изготовления.

Необходимо осуществить нормирование ТП: установить исходные данные для расчета норм времени и расхода материалов, рассчитать затраты труда и расход материалов, определить разряд работ и профессии исполнителей операций

(используют нормативы времени и расхода материалов, классификаторы разрядов работ и профессий).

По методике расчета экономической эффективности процессов (просчитывается несколько вариантов) выбирают оптимальный ТП.

На заключительном этапе на основании стандартов ЕСТД технологический процесс оформляется документально, осуществляется

нормоконтроль технической документации.

Вал - круглый стержень, длина которого превышает три диаметра.

Длинный вал – вал, длина которого превышает 12 диаметров

Валы бывают гладкие, ступенчатые, с участками сложной формы, пустотелые.

Технологический маршрут обработки валов:

1. Подрезание торцов заготовки в размер длины и центрование с двух сторон
2. Черновое обтачивание в патроне и заднем центре с припуском на чистовую обработку точных поверхностей 1 – 2 мм на диаметр
3. Чистовое обтачивание точных поверхностей в центрах.
4. Фрезерование шпоночных пазов.
5. Шлифование поверхностей, имеющих определенные требования по чистоте.

Режимы резания характеризуются числовыми значениями глубины резания, подачи (или скорости движения подачи) и скорости резания, а также геометрическими параметрами и стойкостью инструментов, силами резания, мощностью и другими параметрами процесса резания, от которых зависят его технико-экономические показатели.

Существует два метода определения режимов резания: аналитический и статистический.

При определении режимов обработки аналитическим методом сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технологических требований на изготовление детали.

После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительности труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу. После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учетом жесткости технологической системы.

При определении режимов обработки статистическим (табличным) методом используют нормативные в зависимости от выбранного типа производства и установленного вида обработки заготовки. Табличный метод определения режимов резания сравнительно прост. Определение режимов резания табличным методом широко применяют в производственных условиях, т.к. этот метод дает возможность ускорить разработку технологических процессов и сократить сроки подготовки к запуску изготовления данного изделия.

Глубина резания при точении равна полуразности диаметров обрабатываемой и обработанной детали (при точении).

$$T=(D-d)/2$$

Она связана с припуском, оставляемым для выполнения данной технологической операции. На операциях окончательной обработки припуск составляет не более 0,5 мм. На промежуточных операциях припуск на обработку изменяется в пределах 0,5... 5 мм. На операциях предварительной обработки заготовок в зависимости от их размеров и способа изготовления припуск может быть более 5 мм.

Подача S – это величина перемещения резца за один оборот заготовки.

Значение подачи S определяют в зависимости от вида технологической операции, геометрических параметров инструмента по справочнику. Выбранное значение

корректируют на поправочный коэффициент K , зависящий от обрабатываемого материала.

$$S = S_{\text{табл}} \times K$$

Операции окончательной обработки ведут при подаче на оборот $S_o < 0,1$ мм/об. При полустачковых операциях подачу назначают в пределах $S_o = 0,1 \dots 0,4$ мм/об. Операции предварительной обработки для сокращения времени стремятся вести при подаче $S_o = 0,4 \dots 0,7$ мм/об. При обработке заготовок на тяжелых станках можно применять глубину резания до 30 мм и подачу до 1,5 мм/об.

Рабочую подачу выбирают из числа имеющихся в коробке подач станка, причем это значение должно находиться в пределах интервала предварительно выбранных значений подач.

Режимы обработки (V , t , S) на черновых переходах необходимо проверять по следующим значениям: наибольшие усилия подачи не должны превышать значений, допускаемых механизмами станка; крутящий момент, возникающий при резании, не должен превышать момента, передаваемого механизмами станка и зажимным устройством приспособления.

Скорость резания равна: $V = V_{\text{табл}} K_1 K_2 K_3$ м/мин, где K_1 , K_2 , K_3 - коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, от стойкости и марки твердого сплава, а также от вида обработки соответственно. Скорость резания определяют по эмпирическим формулам. Например, для точения

$$V_s = \frac{C_v}{T_m^{x_s} S^{y_s}} k_v$$

где C_v - коэффициент, зависящий от обрабатываемого и инструментального материалов и условий резания;

T – стойкость резца в минутах;
 m - показатель относительной
стойкости; k_v – поправочный
коэффициент
 X_v, Y_v –показатели степеней.

Рабочую частоту вращения шпинделя выбирают из числа значений, обеспечиваемых коробкой скоростей станка, с учетом того, что она должна находиться в интервале частот для меньшей и большей скоростей.

С помощью установленных рабочих значений основных параметров режимов резания — глубины резания t , подачи S и частоты вращения шпинделя n — проводят расчет остальных рабочих режимов и соответствующих технико- экономических показателей.

Рабочую скорость резания V , м/мин, при известной частоте вращения шпинделя n , об/мин, и заданном диаметре заготовки D , мм, можно рассчитать по формуле

$$V = \pi \cdot Dn/1000.$$

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования.

При нормировании операций технологического процесса время можно определить следующими методами:

- расчетом по отдельным элементам на основе анализа последовательности и содержания действий рабочего и станка;
- приближенно по типовым нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства;

- на основе хронометража фактических затрат времени. Время работы состоит:
- из подготовительно-заключительного времени, которое рабочий затрачивает на подготовку рабочего места к обработке партии заготовок и приведение его в исходное состояние по окончании обработки этой партии заготовок;
- основного времени, затрачиваемого непосредственно на изменение формы, размеров и качества поверхности заготовки, превращая ее в деталь;
- вспомогательного времени, затрачиваемого рабочим на действия, способствующие выполнению основной работы, а именно: на установку и закрепление заготовки, снятие детали, изменение режимов работы станка, измерения и др.;
- времени обслуживания рабочего места.

Основное время зависит от режимов обработки: глубины резания, подачи и скорости резания, которые зависят в основном от свойства обрабатываемого материала, формы и жесткости заготовки, материала режущей части инструмента и мощности станка.

Число проходов зависит от величины припуска и глубины резания. Глубину резания выбирают исходя из мощности станка, жесткости заготовки и системы обработки в целом. При наличии черновой обработки целесообразно припуск снимать за один проход. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Следует иметь в виду, что нормативные данные предусматривают усредненные значения глубины резания, подачи и скорости резания, поэтому практически их можно

несколько или увеличивать, или уменьшать.

Таблица 1. Алгоритм определения параметров токарной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение длины L обработки и снимаемого припуска Z	Рабочие чертежи детали и заготовки
2	Определение оборотной подачи $S_{об}$ мм/об, заготовки	Справочник
3	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
4	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v / (\pi D)$
5	Определение фактического числа оборотов в минуту шпинделя станка n	По паспорту станка
6	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi D n / 1000$
7	Определение минутной подачи $S_{мин}$ мм/мин	$S_{мин} = S_{об} n$
8	Определение длины врезания $L_{вр}$ и длины перебега резца $L_{п}$	По справочнику
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{вр} + L + L_{п}$

10	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi} / S_{импн}$
11	Определение основного времени t_o для всей операции (i переходов)	$t_o = \sum t_{oi}$
12	Определение вспомогательного времени t_b	По справочнику
13	Определение оперативного времени $t_{оп}$	$t_{оп} = t_o + t_b$
14	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{т.о.}$	По справочнику $t_{т.о.} = 2,5t_o / 100$
15	Определение времени на физические потребности t_n	По справочнику $t_n = 2,5t_{оп} / 100$
16	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$	По справочнику $t_{орг} = 4,6t_{оп} / 100 - t_{т.о.} - t_n$
17	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_o + t_n + t_{орг} + t_{т.о.} + t_b$
18	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{парт} = 5N_n / 254$
19	Определение подготовительно-заключительного времени $t_{п-з}$	По справочнику
20	Определение штучно-калькуляционного	$t_{шт-к} = T_{шт} + t_{п-з} / q_{парт}$

	времени	
21	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Таблица 2. Алгоритм определения параметров фрезерной операции

Номер действия		Источник получения результата
1	Определение вида производства	Годовая программа выпуска деталей N_p
2	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{\text{парт}} = 5N_p / 254$
3	Выбор алгоритма для расчета штучно-калькуляционного времени	$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{п-з}} / q_{\text{парт}}$
4	Выбор алгоритма для расчета штучного времени	$T_{\text{шт}} = t_o + t_b + t_{\text{орг}} + t_{\text{т.о}} + t_n$
5	Выбор алгоритма для расчета основного (технологического времени)	$t_o = L_p i / (S_{\text{мин}} a)$
6	Выбор алгоритма для определения расчетной длины	$L_p = L_{\text{вр}} + L + L_n$
7	Выбор алгоритма для определения длины L обработки и снимаемого припуска z	Схема фрезерования и эскиз заготовки

8	Выбор алгоритма для определения длины врезания $L_{вр}$ и длины перебега резца $L_{п}$	Схема фрезерования
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{вр} + L + L_{п}$
10	Определение оборотной подачи $S_{об}$ мм/об, заготовки	$S_{об} = S_x z$
11	Определение минутной подачи $S_{мин}$ мм/об, заготовки	$S_{мин} = S_{об} n$
12	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
13	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v / (\pi D)$
14	Определение фактического числа n оборотов в минуту шпинделя станка	По паспорту станка
15	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi D n / 1000$
16	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi} / S_{i мин}$
17	Определение основного времени t_o для всей операции (i переходов)	$t_o = \sum t_{oi}$
18	Определение вспомогательного	По справочнику

	времени t_B	
19	Определение оперативного времени $t_{оп}$	$t_{оп} = t_o + t_B$
20	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{т.о.}$	По справочнику
21	Определение времени на физические потребности $t_{п.}$	По справочнику
22	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$	По справочнику
23	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_o + t_B + t_{орг} + t_{т.о.} + t_{п.}$
24	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Исходные данные (задание):

Чертёж детали (согласно варианта);

1. Разработать технологический процесс обработки ступенчатого вала.

2. Рассчитать режимы резания для всех операций механической обработки детали типа «вал».

3. Занести рассчитанные режимы резания в технологические процессы (технологическую документацию).

4. Выполнить нормирование всех операций технологического процесса:

- рассчитать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки пооперационно;
- определить вспомогательное и подготовительно – заключительное время;
- рассчитать время на организационное и техническое обслуживание;
- определить норму времени на выполнение каждой операции.

Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы
2. Ответить на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что называется шероховатостью?
 - Какие требования предъявляются к валам?
3. Провести анализ технологичности детали
4. Составить технологический процесс обработки «вала» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;

- выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
4. Записать название операции, выполнить эскиз обработки
 5. Выбирать по справочнику режущий инструмент, установить его марку материала и геометрические параметры
 6. Установить глубину резания для снятия припуска за один проход
 7. Назначить подачу по справочнику
 8. Назначить период стойкости инструмента
 9. Записать формулы для определения скорости резания
 10. Выписать из справочника значения коэффициента C_v и показателей степеней m , X_v , Y_v
 11. Выписать значения поправочных коэффициентов
 12. Сделать вычисления по расчетным формулам
 13. Рассчитать частоту вращения шпинделя
 14. Скорректировать частоту вращения шпинделя по паспорту станка
 15. Рассчитать действительную скорость резания
 16. Рассчитать основное время обработки
 17. Рассчитать мощность, затрачиваемую на резание
 18. Проверить достаточность мощности привода станка для заданного режима резания
 19. Обдумать полученный результат и занести рассчитанные режимы резания в технологические процессы
 20. Выполнить операционные эскизы

21. По алгоритму (таблица 1, таблица 2) определить норму времени на токарную или фрезерную обработку данной детали
22. Занести рассчитанные нормы времени в технологические процессы, выполненные в практической работе
23. Оформить отчет и сдать практическую работу преподавателю в установленный срок
24. Ответить на вопросы для повторения
25. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

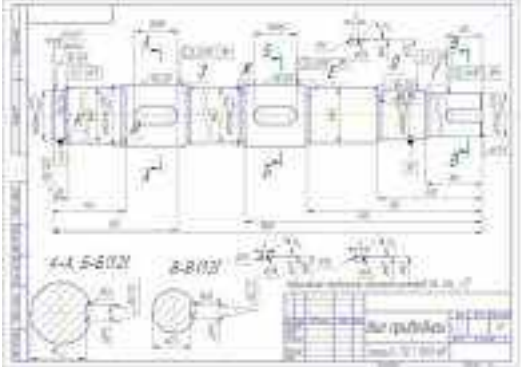
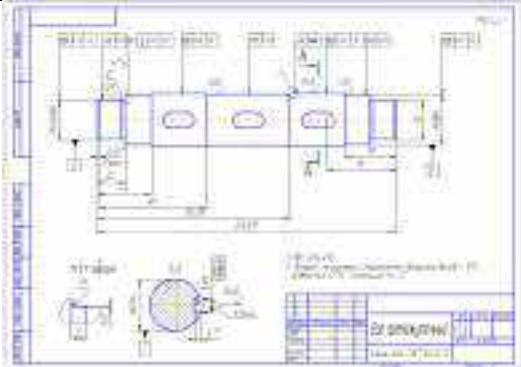
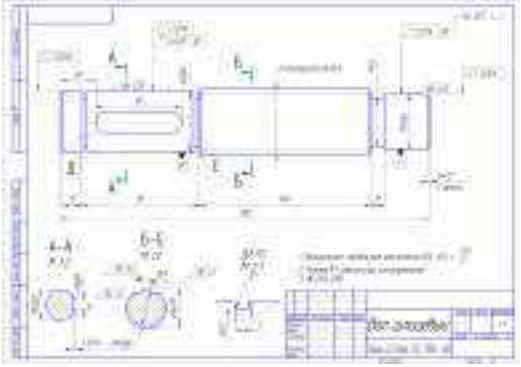
Вопросы для повторения:

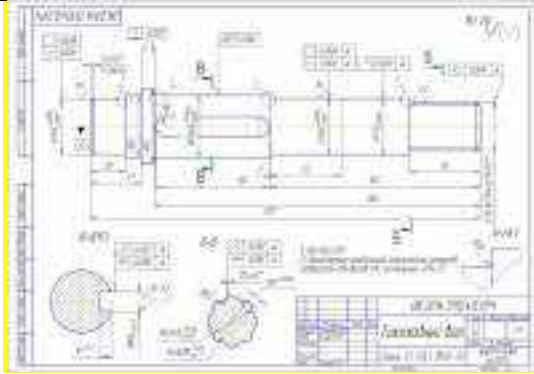
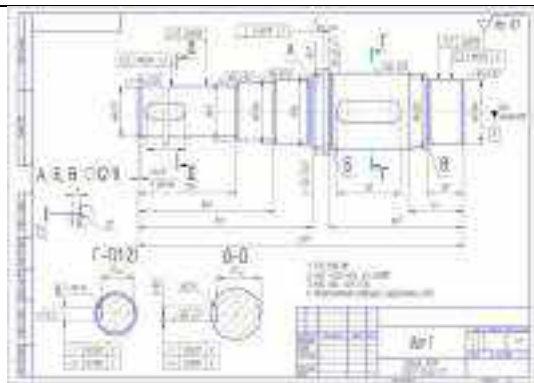
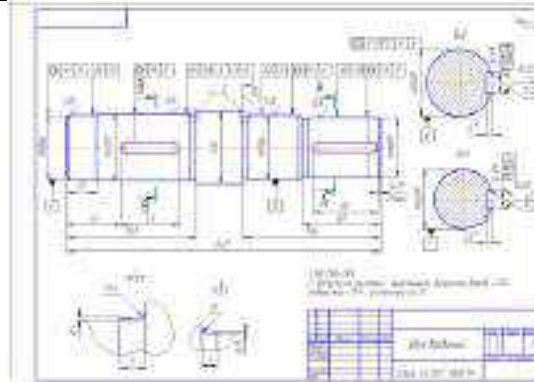
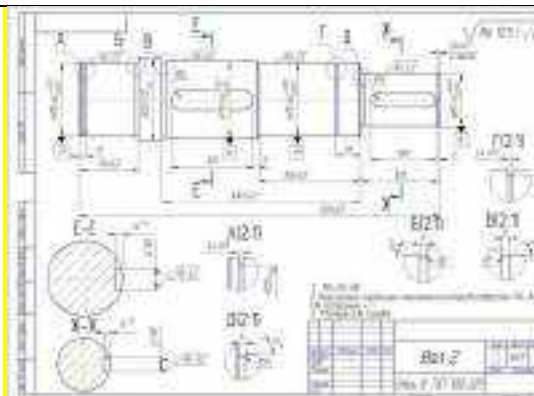
1. Производственный процесс – определение
2. Технологический процесс – определение
3. Состав технологического процесса – дать определения каждого элемента технологического процесса
4. Классификация технологических процессов
5. Порядок разработки технологического процесса механической обработки вала с термообработкой.
6. Что такое норма времени?
7. Назовите известные вам методы определения нормы времени.
8. Что такое штучное время?
9. На какие работы рабочий затрачивает подготовительно-заключительное время?
10. На какие работы затрачивается основное время?
11. На какие работы рабочий затрачивает вспомогательное время?

12. Назовите составляющие расчетной длины обработки.

13. Каким образом учитывают подготовительно-заключительное время при нормировании операций?

Исходные варианты тем практических работ и чертежи деталей

№	темы практической работы	Чертёж
1	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал приводной»	
2	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал промежуточный»	
3	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шлицевой»	

5	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Тихоходный вал»</p>	
7	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 1»</p>	
9	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал ведомый»</p>	
10	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 2»</p>	

11	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал»	
12	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал ведомый»	
13	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал тихоходный»	
14.	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 3»	

Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин

Практическая работа № 2

Тема работы: Проектирование техпроцессов изготовления корпусных деталей

Цель работы: *уметь:*
разрабатывать технологический процесс механической обработки корпусных деталей ;
рассчитывать режимы резания для механической обработки детали .

**Материально -
техническое оснащение:** Чертеж детали.

Количество часов: 4 часов.

I. Теоретическая часть

Основные термины и определения.

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это проработка технологичности изделия, разработка технологических процессов с выдачей заказов на проектирование технологической оснастки и специального режущего инструмента.

Содержание ТПП, используемые термины и определения регламентируются совокупностью стандартов единой системы ТПП (ЕСТПП) и технологической документации (ЕСТД).

Производственный процесс (ПП) – это совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта, выпуска продукции.

Этапы производственного процесса:

1. Получение заготовок – осуществляется в заготовительных цехах: литейном, кузнечном и т.д.
2. Обработка заготовок и деталей на металлорежущих станках – осуществляется в механических цехах.
3. Частичная (узловая) сборка – осуществляется в сборочных цехах.
4. Окончательная сборка – в цехе окончательной сборки или на главном конвейере.
5. Испытание и регулирование – в специальных цехах на стендах.
6. Отделка и окраска.

Технологический процесс (ТП) – это часть ПП, содержащая целенаправленные действия по изменению состояния предмета труда. Применительно к машиностроению ТП – это часть ПП, включающая в себя последовательное изменение формы, размеров, внешнего вида или внутренних свойств материалов или полуфабрикатов для получения изделий с заданными параметрами и их контроль.

Элементы технологического процесса.

1. Технологическая операция (ТО) – это законченная часть ТП, выполняемая на одном рабочем месте над одним или несколькими одновременно обрабатываемыми или собираемыми изделиями одним или несколькими рабочими.

2. Технологический установ – это часть ТО, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемых

изделий.

3. Технологический переход – законченная часть ТО, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных режимах обработки и установки (т.е. выполняется одним инструментом).

4. Вспомогательный переход – это законченная часть ТО, не сопровождаемая обработкой, но необходимая для выполнения данной операции (например, установка или снятие заготовки, замена инструмента, контрольный замер).

Технологическая позиция – это фиксированное положение, которое занимает неизменно закрепленная заготовка относительно неподвижной части оборудования или инструмента для выполнения определенной части операции.

Рабочий ход – это законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки и сопровождаемая изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Вспомогательный ход – это законченная часть перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемая изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки, но необходимая для выполнения рабочего хода.

Порядок проектирования технологического процесса.

Основные положения и классификация.

Разрабатываемый технологический процесс должен:

1. Быть прогрессивным;

2. Обеспечивать повышение производительности труда и качества продукции;
3. Обеспечивать минимальный уровень затрат времени и средств;
4. Оказывать минимальное вредное воздействие на окружающую среду.

При разработке технологического процесса необходима исходная информация, которая подразделяется:

1. Базовая – это чертежи, технические условия, данные о заготовках, программа выпуска.
2. Руководящая – это стандарты, классификаторы применяемого на одном предприятии инструмента, оборудования, приспособлений и др.
3. Справочная – это информация с других предприятий, информация опытного производства, технические справочники и нормативы.

Классификация технологических процессов.

1. По степени унификации:

- а) единичный - тех. процесс изготовления или ремонта определенного изделия независимо от типа производства;
- б) типовой – тех. процесс обработки для группы изделий со сходными конструктивными и технологическими признаками;
- в) групповой – тех. процесс для изготовления или ремонта группы изделий со сходными технологическими признаками.

2. По прогрессивности:

- а) перспективный – это тех. процесс, методы и средства достижения которого предстоит освоить полностью или частично на данном предприятии (т.е. ТП, который необходимо освоить);
- б) рабочий – это ТП, который проверен и изучен на данном предприятии.

3. По стадии разработки:

- а) проектный – ТП, который требует проверки;
- б) временный – ТП, используемый для временной замены существующего ТП (из-за выхода из строя оборудования или оснащения), а так же в аварийных ситуациях;
- в) стандартный – ТП, который регламентирован стандартом (ГОСТом, ОСТом, СТП).

4. По степени детализации описания:

- а) маршрутное описание ТП – это сокращенное описание всех операций в последовательности их выполнения (допускается не указывать ряд технологических параметров, не разделять на переходы). Этот способ применяется в единичном производстве, при разработке временных и простых ТП. При написании используется стандартная форма – маршрутная карта (МК).
- б) операционное описание ТП – это полное описание всех операций с указанием переходов, режимов резания, норм времени; каждая операция разрабатывается на отдельных операционных картах (ОК). Рекомендуется к каждому установу разрабатывать карту эскизов (КЭ) с указанием обрабатываемых поверхностей, выполняемых размеров и шероховатости с элементами базирования и закрепления. Применяется в серийном и массовом производстве.
- в) маршрутно-операционное описание – это сокращенное описание простых операций, как при маршрутном описании и подробное описание сложных или ответственных операций, как при операционном описании. Применяется в мелкосерийном производстве.

Последовательность разработки технологического процесса изготовления машин.

1. Выбор типа производства изготовления машины.

2. Анализ служебного назначения машины, отдельных ее узлов с целью определения размерных зависимостей.
3. Изучение чертежей для проработки на технологичность.
4. Разработка технологического процесса общей сборки для определения сроков изготовления отдельных деталей и выполнения различных технических условий.
5. Выбор метода и формы получения заготовок, исходя из материала и программы выпуска.
6. Разработка экономичных технологических процессов, исходя из программы выпуска. Вносятся коррективы в ТП общей сборки и чертежи.
7. Планировка оборудования или рабочих мест.
8. Проектирование и изготовление специального оснащения (различные приспособления для изготовления, сборки и контроля; специальный режущий и мерительный инструмент).
9. Внедрение, исправление всех недостатков.

Последовательность разработки технологического процесса изготовления деталей.

1. Группирование деталей по сходным конструктивно-технологическим признакам для создания типовых технологических процессов.
2. Изучение размеров с допусками, параметрами шероховатости, отклонениями формы и расположения поверхностей для создания схем базирования. Наиболее ответственно необходимо подходить к выбору первых черновых и чистовых баз и баз для обработки поверхностей, связанных жесткими допусками расположения поверхностей.

3. Разработка маршрута обработки – последовательности обработки поверхностей с определением вида обработки.
4. Расчет припусков с определением межоперационных размеров, при этом определяется целесообразность разделения обработки на черновую и чистовую в отдельные операции.
5. Выбор оборудования и оснащения.
6. Детализация обработки в операции – составление переходов с расчетом режимов обработки и нормирования.
7. Определение технико-экономической эффективности ПТ.
8. Оформление по ГОСТам (ОСТам, СТП) в соответствии с требованиями ЕСТД.

Построение и содержание технологического процесса обработки заготовки корпусной детали, в основном, определяется выбором баз и размерными связями между различными поверхностями.

Маршрут механической обработки корпусных деталей включает следующие основные этапы:

- 1) обработку поверхностей, используемых в качестве технологических баз при последующей обработке;
- 2) обработку взаимосвязанных плоских поверхностей;
- 3) обработку основных и крепежных отверстий;
- 4) отделочную обработку плоских поверхностей;
- 5) отделку основных отверстий (требуется всегда).

Каждый из этапов состоит из нескольких операций в зависимости от вида обрабатываемых поверхностей и требований по точности. В некоторых случаях в маршрут включают старение между черновой и чистовой обработкой.

В условиях единичного и мелкосерийного производства, а также при обработке крупных заготовок обработку корпусных деталей ведут по разметке. Посредством разметки определяют положение осей основных отверстий и других поверхностей детали. Установку и выдержку заготовки на станке осуществляют по рискам.

Необходимо отметить, что разработка маршрута механической обработки корпусных деталей зависит от типа производства.

Рассмотрим типовые маршруты механической обработки корпусных деталей для различных типов производства.

В мелкосерийном и серийном производствах обработка заготовок корпусных деталей осуществляется в такой последовательности:

- 1) разметка основных плоскостей с нанесением горизонтальных и вертикальных рисок;
- 2) черновое фрезерование основных плоскостей;
- 3) разметка отверстий;
- 4) обработка отверстий;
- 5) чистовое фрезерование основных плоскостей;
- 6) координатное растачивание конструкторских базовых отверстий;
- 7) фрезерование второстепенных плоскостей;

8) обработка крепежных отверстий;

9) финишная обработка точных конструкторских базовых отверстий.

В массовом и крупносерийном производствах обработка заготовок корпусных деталей производится в следующей последовательности:

1) обработка установочной базовой плоскости и изготовление 2-х технологических отверстий по 7-му качеству;

2) черновая и чистовая обработка основных плоскостей;

3) черновая и чистовая обработка взаимосвязанных базовых конструкторских отверстий;

4) фрезерование второстепенных плоскостей;

5) обработка крепежных отверстий;

6) финишная обработка конструкторских базовых отверстий.

Применяемое оборудование.

Для обработки корпусных деталей применяют строгание, фрезерование, точение, шлифование, протягивание. В единичном и мелкосерийном производствах используют строгание на продольно-строгальных станках. Однако производительность строгания низкая. Наибольшее распространение при обработке плоскостей корпусных деталей имеет фрезерование. В зависимости от характера и расположения обрабатываемых поверхностей, масштаба выпуска используют консольно-фрезерные, продольно-фрезерные, карусельно-фрезерные, барабанно-фрезерные и другие станки. В автоматических линиях применяют агрегатно-фрезерные станки. Продольно-фрезерные станки общего назначения используют для

чернового и чистового фрезерования в мелкосерийном производстве. В среднесерийном и крупносерийном производстве обработку ведут набором фасонных или стандартных фрез на специализированных многошпиндельных продольно-фрезерных станках. На барабанно-фрезерных станках обрабатывают одновременно две параллельные плоские поверхности предварительно и окончательно. Плоскости фрезеруют на карусельно-фрезерных станках при непрерывном вращении стола с переключением деталей попарно. Черновая и чистовая обработка выполняется последовательно двумя фрезами. На автоматических линиях плоские поверхности обрабатывают торцовыми фрезами с использованием агрегатных продольно-фрезерных автоматов с одной или двух сторон одновременно.

Порядок выбора оборудования.

1. Определяется наиболее эффективный метод обработки поверхности (точение, строгание, фрезерование и т.д.). Выбирают тот метод, который обеспечивает необходимое качество при минимальных совокупных затратах
2. Выбирается конкретная группа оборудования, ориентируясь на его технические характеристики (точность, жесткость, габариты рабочего пространства, мощность, возможность механизации, цена и т.д.). В единичном производстве выбирают станок для обработки группы деталей, свойственных

данному цеху. В массовом производстве станки выбираются на определенную технологическую операцию (как правило специализированные). Их производительность должна быть увязана с тактом поточной линии.

Правила выбора оснащения.

Количество оснащения, уровень его специализации и механизации, стоимость изготовления зависит:

1. От технической сложности выпускаемого изделия. Чем сложнее продукция, тем больше оснастки.
2. От объемов выпуска продукции. Чем больше годовой объем выпуска изделий, тем больше изготавливается оснащения.

Применение специального оснащения должно обосновываться из соображений окупаемости.

Рекомендации по разработке технологических процессов.

Следует стремиться выполнять следующие условия:

1. Операции должны быть равными или кратными друг другу.
2. На первых операциях обрабатываются те поверхности, которые будут первыми чистовыми базами.
3. В первых операциях обрабатываются поверхности, которые имеют большие припуски для уменьшения влияния внутренних напряжений на последующую обработку.
4. По этим же причинам выделяют черновую и чистовую обработку в разные операции, хотя экономически это не выгодно.
5. В начале технологического процесса так же на первой операции следует обрабатывать поверхности, на которых возможно появление скрытых дефектов.
6. Сложные обработки выделяют в отдельные операции (из-за сложности настройки или контроля выполняемых размеров).
7. Количество применяемых инструментов не должно превышать

число одновременно устанавливаемых на станке.

Если поверхности на деталях увязаны допусками расположения поверхностей (соосность, перпендикулярность, биение и т.д.), то обрабатывать их следует одним из трех способов:

1. За одну установку (наиболее экономичный вариант)
2. Обработать поверхности от одних и тех же баз с разных установок. Этот способ применяется в случае, если схема базирования обеспечивает очень малую погрешность базирования.
3. Одна из поверхностей, начисто обработанная, используется в качестве базы при обработке другой.

Режимы резания характеризуются числовыми значениями глубины резания, подачи (или скорости движения подачи) и скорости резания, а также геометрическими параметрами и стойкостью инструментов, силами резания, мощностью и другими параметрами процесса резания, от которых зависят его технико-экономические показатели.

Существует два метода определения режимов резания: аналитический и статистический.

Фрезерование – один из самых производительных методов обработки. Главное движение (движение резания) при фрезеровании – вращательное; его совершает фреза, движение подачи обычно прямолинейное, его совершает фреза. Фрезерованием можно получить деталь точностью по 6-12 качеству шероховатостью до $Ra=0,8$ мкм. Фрезерование осуществляется при помощи многозубого инструмента – фрезы. Фрезы по виду различают: цилиндрические, торцевые, дисковые,

прорезные и отрезные, концевые, фасонные; по конструкции – цельные, составные и сборные.

При торцевом фрезеровании (обработка торцевой фрезой) диаметр фрезы D должен быть больше ширины фрезерования B , т.е. $D=(1,25,1,5)B$.

Для обеспечения производительных режимов работы необходимо применять смещенную схему фрезерования (есть симметричная схема), для чего ось заготовки смещается относительно оси фрезы.

При цилиндрическом фрезеровании различают встречное фрезерование, – когда вектор скорости (направление вращения фрезы) направлен навстречу направлению подачи; и попутное фрезерование, когда вектор скорости и направление подачи направлены в одну сторону. Встречное фрезерование применяют для черновой обработки заготовок с литейной коркой, с большими припусками. Попутное фрезерование применяют для чистовой обработки нежестких, предварительно обработанных заготовок с незначительными припусками.

Глубина резания (фрезерования) t во всех видах фрезерования, за исключением торцевого фрезерования и фрезерования шпонок, представляет собой размер слоя заготовки срезаемой при фрезеровании, измеряемый перпендикулярно оси фрезы. При торцевом фрезеровании и фрезеровании шпонок шпоночными фрезами – измеряют в направлении параллельном оси фрезы.

При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z подачу на один оборот фрезы S и минутную подачу S_m мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \times n = S_z \times z \times n$$

Где n – частота вращения фрезы, об/мин;

z – число зубьев фрезы.

При черновом фрезеровании назначают подачу на зуб; при чистовом фрезеровании – подачу на один оборот фрезы.

Скорость резания – окружная скорость фрезы, определяется режущими свойствами инструмента. Ее можно рассчитать по эмпирической формуле [2], [3], или выбрать по таблицам нормативов [4], [7].

Пример решения задачи.

На вертикально-фрезерном станке 6Р12 производится торцевое фрезерование плоской поверхности шириной $B=80$ мм, длиной $l=400$ мм, припуск на обработку $h=1,8$ мм. Обрабатываемый материал серый чугун СЧ30, НВ220. Заготовка предварительно обработана. Обработка окончательная, параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra=3,2$ мкм. Необходимо: выбрать режущий инструмент, назначить режим резания с использованием таблиц нормативов, определить основное (технологическое) время.

1. Выбор инструмента.

Для фрезерования на вертикально-фрезерном станке заготовки из чугуна выбираем торцевую фрезу с пластинками из твердого сплава ВК6 [2] или [3], диаметром $D=(1,25,1,5) \times B=(1,25,1,5) \times 80=100,120$ мм. Принимаем $D=100$ мм; $z=10$, ГОСТ 9473-71 [2] или [3].

Геометрические параметры фрезы: $j=60^\circ$, $a=12^\circ$, $g=10^\circ$, $l=20^\circ$, $j_1=5^\circ$.

Схема установки фрезы – смещенная.

2. Режимы резания.

2.1 Глубина резания.

Заданный припуск на чистовую обработку срезают за один проход, тогда

$$t=h=1,8 \text{ мм}$$

2.2 Назначение подачи.

Для получения шероховатости $Ra=6,3$ мкм подача на оборот $S_0=1,0,0,7$ мм/об [4].

Тогда подача на зуб фрезы

$$S_z = \frac{S_0}{z} = \frac{1,0}{10} = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

2.3 Период стойкости фрезы.

Для фрез торцевых диаметром до 110 мм с пластинками из твердого сплава применяют период стойкости

$$T=180 \text{ мин [4],}$$

2.4 Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструмента.

Для обработки серого чугуна фрезой диаметром до 110 мм, глубина резания t до 3,5 мм, подаче до 0,1 мм/зуб.

$$V=203 \text{ м/мин [4],}$$

С учетом поправочных коэффициентов $K_{mv}=1$; $K_{nv}=1$;

$$\text{при } \frac{B}{D} = \frac{80}{100} = 0,8; K_{Bv}=1; K_{jv}=1 \text{ [4],}$$

$$V = V \times K_{mv} \times K_{nv} \times K_{bv} \times K_j = 203 \times 1 = 203 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 203}{3,14 \cdot 100} = 643 \text{ об/мин.}$$

Корректируем по паспорту станка

$$n = 630 \text{ об/мин.}$$

Действительная скорость резания

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 630}{1000} = 197,8 \text{ м/мин.}$$

2.5 Минутная подача $S_m = S_z \times z \times n = 0,1 \times 10 \times 630 = 630 \text{ мм/мин.}$ Это совпадает с паспортными данными станка.

3. Мощность, затрачиваемая на резание.

При фрезеровании чугуна с твердостью до HB229, ширине фрезерования до 85 мм, глубине резания до 1,8 мм, подаче на зуб до 0,13 мм/зуб, минутной подаче до 660 мм/мин

$$N_p = 3,8 \text{ кВт [4],}$$

3.1 Проверка достаточности мощности станка

$$\text{Мощность на шпинделе станка } N_{\text{шп}} = N_d \times h$$

$$N_d = 7,5 \text{ кВт; } h = 0,8 \text{ (по паспорту станка)}$$

$$N_{\text{шп}} = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ кВт.}$$

Так как $N_{\text{шт}}=6 \text{ кВт} > N_p=3,8 \text{ кВт}$, то обработка возможна.

4. Основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_{\text{к}}}, \text{ мкм}$$

где $L=l+l_1$.

Для торцового фрезерования фрезой диаметром 100 мм, ширине фрезерования 80 мм

$l_1=23 \text{ мм}$ [4],

$$T_0 = \frac{400 + 23}{630} = 0,67 \text{ мин.}$$

При нормировании операций технологического процесса время можно определить следующими методами:

- расчетом по отдельным элементам на основе анализа последовательности и содержания действий рабочего и станка;
- приближенно по типовым нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства;
- на основе хронометража фактических затрат времени. Время работы состоит:
 - из подготовительно-заключительного времени, которое рабочий затрачивает на подготовку рабочего места к обработке партии заготовок и приведение его в исходное состояние по окончании обработки этой партии заготовок;
 - основного времени, затрачиваемого непосредственно на изменение формы, размеров и качества поверхности заготовки,

- превращая ее в деталь;
- вспомогательного времени, затрачиваемого рабочим на действия, способствующие выполнению основной работы, а именно: на установку и закрепление заготовки, снятие детали, изменение режимов работы станка, измерения и др.;
 - времени обслуживания рабочего места.

Основное время зависит от режимов обработки: глубины резания, подачи и скорости резания, которые зависят в основном от свойства обрабатываемого материала, формы и жесткости заготовки, материала режущей части инструмента и мощности станка.

Число проходов зависит от величины припуска и глубины резания. Глубину резания выбирают исходя из мощности станка, жесткости заготовки и системы обработки в целом. При наличии черновой обработки целесообразно припуск снимать за один проход. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Следует иметь в виду, что нормативные данные предусматривают усредненные значения глубины резания, подачи и скорости резания, поэтому практически их можно несколько или увеличивать, или уменьшать.

Таблица 1. Алгоритм определения параметров фрезерной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
----------------	---------------	-------------------------------

1	Определение вида производства	Годовая программа выпуска деталей $N_{п}$
2	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{\text{парт}} = 5N_{п}/254$
3	Выбор алгоритма для расчета штучно-калькуляционного времени	$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{п-з}}/q_{\text{парт}}$
4	Выбор алгоритма для расчета штучного времени	$T_{\text{шт}} = t_0 + t_a + t_{\text{орг}} + t_{\text{т.о}} + t_{\text{п}}$
5	Выбор алгоритма для расчета основного (технологического времени)	$t_0 = L_p i / (S_{\text{мин}} a)$
	Выбор алгоритма для определения расчетной длины	$L_p = L_{\text{вр}} + L + L_{\text{п}}$
7	Выбор алгоритма для определения длины L обработки и снимаемого припуска z	Схема фрезерования и эскиз заготовки
8	Выбор алгоритма для определения длины врезания $L_{\text{вр}}$ и длины перебега резца $L_{\text{п}}$	Схема фрезерования
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{\text{вр}} + L + L_{\text{п}}$
10	Определение оборотной подачи $S_{\text{об}}$ мм/об, заготовки	$S_{\text{об}} = S_z z$
11	Определение минутной подачи $S_{\text{мин}}$ мм/об, заготовки	$S_{\text{мин}} = S_{\text{об}} n$
12	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
13	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v / (\pi D)$
14	Определение фактического числа n оборотов в минуту шпинделя станка	По паспорту станка

15	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi D n / 1000$
16	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi} / S_{импн}$
17	Определение основного времени t_o для всей операции (i переходов)	$t_o = \sum t_{oi}$
18	Определение вспомогательного времени t_b	По справочнику
19	Определение оперативного времени $t_{оп}$	$t_{оп} = t_o + t_b$
20	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{т.о.}$	По справочнику
21	Определение времени на физические потребности $t_{п.}$	По справочнику
22	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$	По справочнику
23	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_o + t_b + t_{орг} + t_{т.о.} + t_{п.}$
24	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Исходные данные (задание):

Чертёж детали (согласно варианта);

Разработать технологический процесс обработки корпусной детали – типа «плита» или «корпус».

Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы
2. Ответить на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что

называется шероховатостью?

- Какие требования предъявляются к корпусным деталям?
3. Провести анализ технологичности детали.
 4. Составить технологический процесс обработки корпусной детали по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
 5. Выполнить операционные эскизы
 6. Ответить на вопросы для повторения
 7. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска.

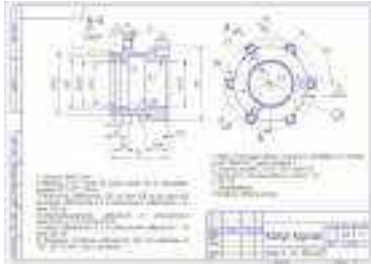

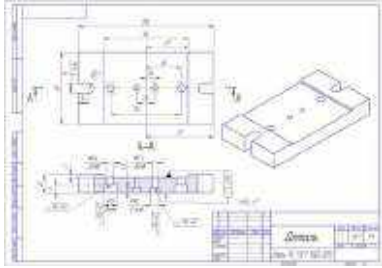
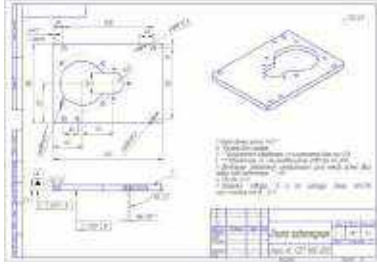
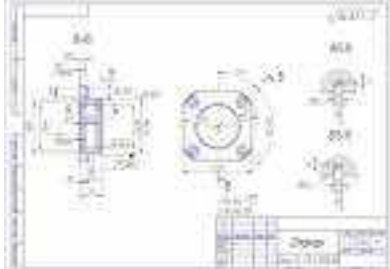
Комплект наглядных пособий: комплект металлических деталей типа «плита», комплект электронных моделей корпусных деталей, чертежи. Штангенциркули ШЦ-I-125-0.1; Штангенциркули ШЦ-II-250-0.05

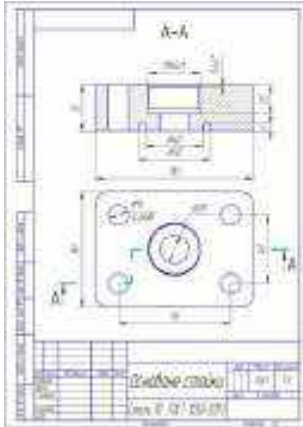
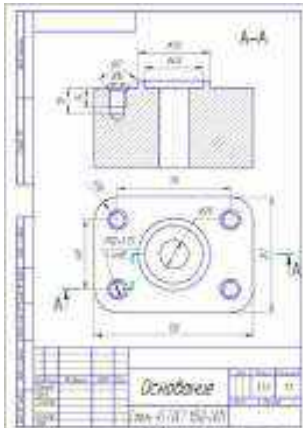
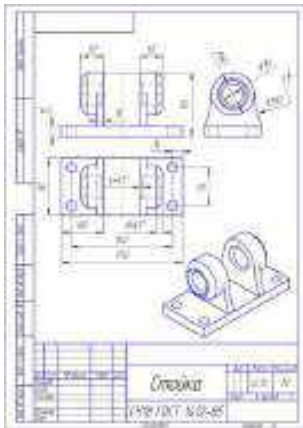
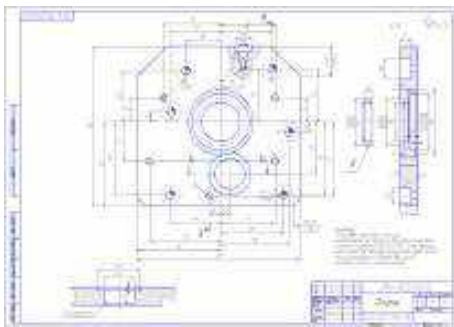
Вопросы для повторения:

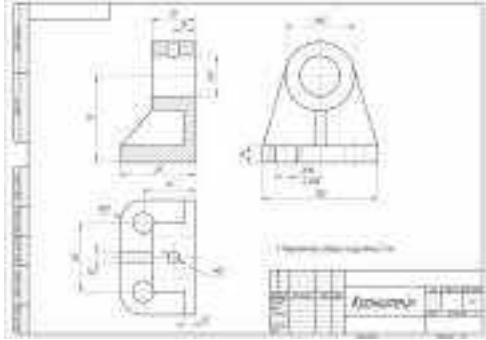
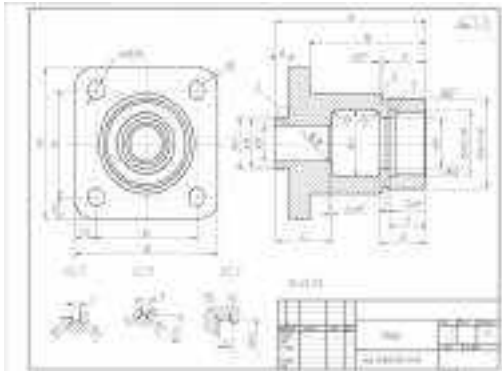
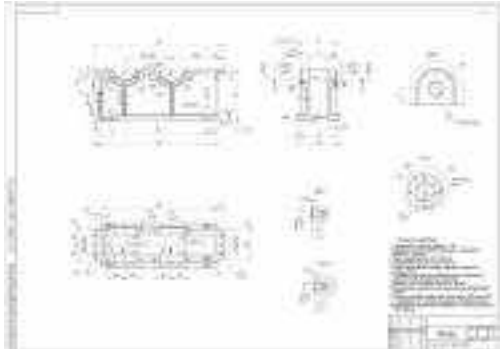
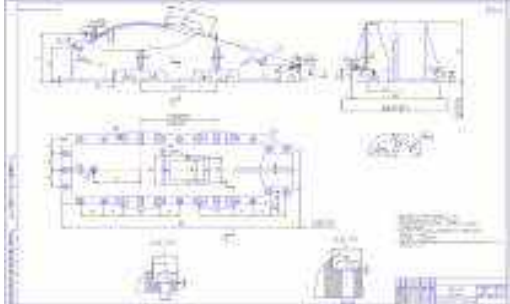
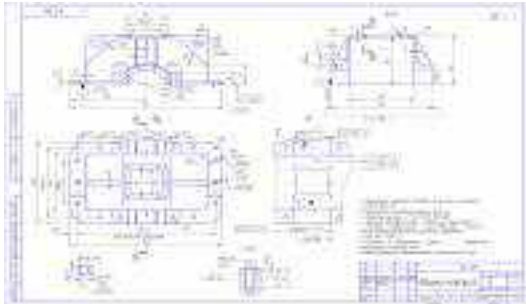
1. Производственный процесс – определение
2. Технологический процесс – определение
3. Состав технологического процесса – дать определения каждого элемента технологического процесса
4. Классификация технологических процессов
5. Порядок разработки технологического процесса механической обработки детали

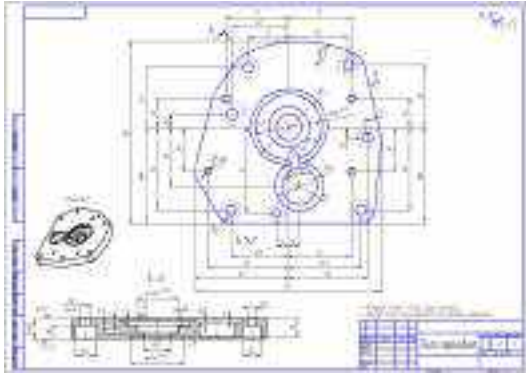
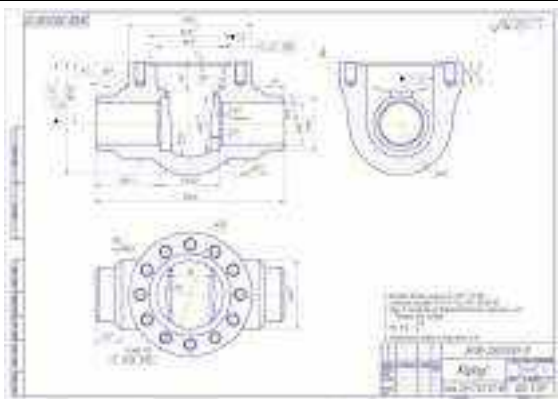
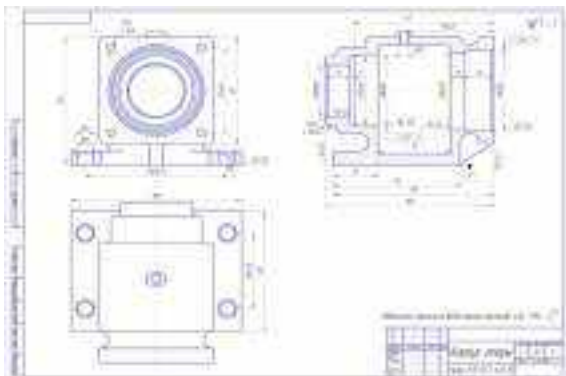
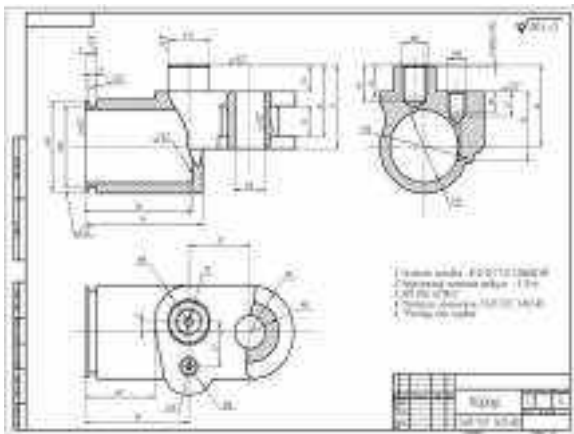
Исходные варианты тем практических работ и чертежи деталей

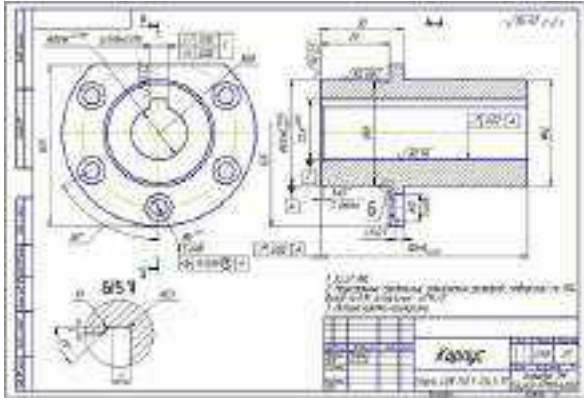
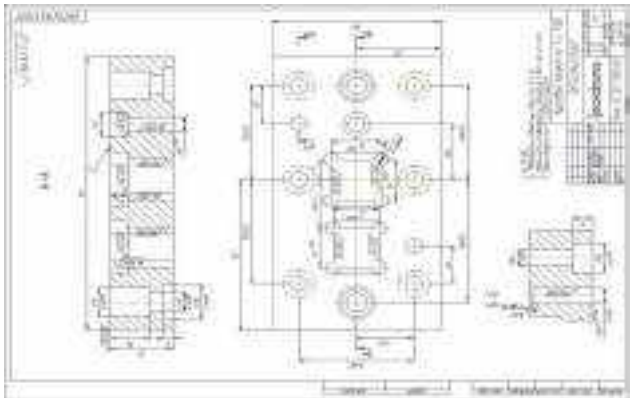
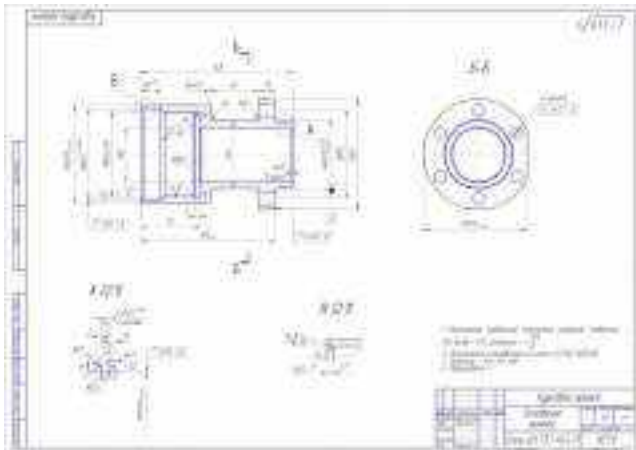
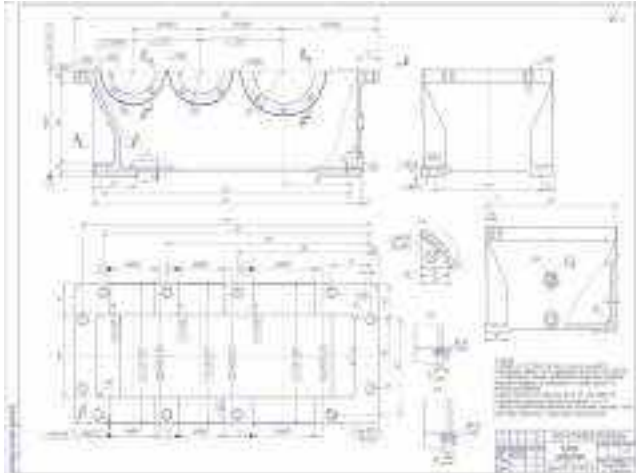
№	Темы практической работы	Чертёж
1	Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита»	
2	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус держателя»	
3	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус конический»	

4	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус круглый»	
5	Разработка технологического процесса изготовления детали «Нижнее основание корпуса»	
6	Разработка технологического процесса изготовления детали «Деталь основания»	
7	Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита подмоторная»	
8	Разработка технологического процесса изготовления детали «Стакан»	

9	Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание стойки»	
10	Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание»	
11	Разработка технологического процесса изготовления детали «Стойка»	
12	Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита 1»	

13	Разработка технологического процесса изготовления детали «Кронштейн»	
14	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 3»	
15	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 4»	
16	Разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка корпуса»	
17	Разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка корпуса 2»	

18	Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита переходная»	
19	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 5»	
20	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус опоры»	
21	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 6»	

22	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 7»	
23	Разработка технологического процесса изготовления детали «Пуансонодержатель»	
24	Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание нижнее»	
25	Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус редуктора»	

Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин

Практическая работа № 3

Тема работы: Проектирование техпроцессов изготовления зубчатых колес

Цель работы: *уметь:*
разрабатывать технологический процесс механической обработки деталей типа «зубчатых колес» ;
рассчитывать режимы резания для механической обработки детали ;
рассчитывать время необходимое для механической обработки детали.

**Материально -
техническое оснащение:** Чертеж детали.

Количество часов: 4 часов.

Теоретическая часть

Проектирование технологических процессов состоит из следующих взаимосвязанных этапов: анализа исходных данных, технологического контроля детали, выбора типа производства, выбора заготовки, выбора баз, установления маршрута обработки отдельных поверхностей, проектирования технологического маршрута изготовления детали с выбором типа оборудования, расчета припусков расчета промежуточных и исходных размеров заготовки; построения операций, расчета режимов

обработки, технического нормирования операций, оценки технико-экономических показателей процесса, оформления технологической документации.

Под технологическим маршрутом изготовления детали понимается *последовательность выполнения технологических операций* (или уточнение последовательности операций по типовому или групповому технологическому процессу) с выбором типа оборудования. На этапе разработки технологического маршрута припуски и режимы обработки не рассчитывают, поэтому рациональный маршрут выбирают с использованием справочных данных и руководящих материалов по типовым и групповым методам обработки.

Технологические маршруты весьма разнообразны и зависят от конфигурации детали, ее размеров, требований точности, программы выпуска, однако при проектировании маршрута следует руководствоваться следующей примерной схемой.

1. Сначала выявляют необходимость расчленения процесса изготовления детали на операции черновой, чистовой и отделочной обработки.
2. Операцию черновой обработки целесообразно отделить от чистовой, чтобы уменьшить влияние деформации заготовки после черновой обработки. Однако если заготовка жесткая, а обрабатываемые поверхности незначительны по длине, то такое расчленение не обязательно.
3. Отделочная обработка, как правило, выполняется на конечной стадии процесса. Но от этого положения в отдельных случаях приходится отступать. Например, если окончательная обработка поверхности связана с возможным отходом заготовок в брак, то эту операцию не следует выполнять последней, чтобы не иметь лишних затрат труда.
4. При формировании операций следует учесть, что определенная группа поверхностей потребует обработки с одной установки. К таким

поверхностям относятся соосные поверхности вращения и прилегающие к ним торцовые поверхности, а также плоские поверхности, обрабатываемые в несколько позиций.

5. В самостоятельные операции выделяются обработка зубьев колес, нарезание шлицев, обработка пазов, сверление отверстий с применением многошпиндельных головок и др.

6. При формировании операций следует иметь в виду следующее: а) на первой операции необходимо обработать те поверхности, которые будут использованы в

качестве установочных баз на второй, а возможно и на последующих операциях механической обработки; б) наличие термической или химико-термической обработки.

7. При формировании технологического маршрута устанавливается тип применяемого оборудования (станок токарный, фрезерный, сверлильный и т. д.).

8. Выполненная наметка технологического маршрута оформляется в виде операционных эскизов заготовок с указанием схемы их базирования и с выделением линиями двойной толщины обрабатываемых поверхностей.

9. В маршрут технологического процесса включают опущенные второстепенные операции (обработку крепежных отверстий, снятие фасок, зачистку заусенцев, промывку и др.), а также указывают место контрольных операций.

На основании документации типовых, групповых или единичных технологических процессов и классификатора технологических операций составляют последовательность переходов в каждой операции, выбирают средства технологического оснащения (СТО), в том числе средства контроля и испытаний (используют стандарты, каталоги, альбомы).

На этом же этапе выбирают средства механизации и автоматизации процесса и внутрицеховые средства транспортирования. Назначают и

рассчитывают режимы обработки на основании технологических нормативов.

Так же, выбор базовых поверхностей зависит от конструктивных форм зубчатых колес и технических требований. У колес со ступицей (одновенцовых и многовенцовых) с достаточной длиной центрального базового отверстия ($l/D > 1$) в качестве технологических баз используют двойную направляющую поверхность отверстия и опорную базу в осевом направлении – поверхность торца.

У одновенцовых колес типа дисков ($l/D < 1$) длина поверхности отверстия недостаточна для образования двойной направляющей базы. Поэтому после обработки отверстия и торца установочной базой для последующих операций служит торец, а поверхность отверстия – двойной опорной базой. У валов-шестерен в качестве технологических баз используют, как правило, поверхности центровых отверстий.

На первых операциях черновыми технологическими базами являются наружные необработанные «черные» поверхности. После обработки отверстия и торца их принимают в качестве технологической базы на большинстве операций. Колеса с нарезанием зубьев после упрочняющей термообработки при шлифовании отверстия и торца (исправление технологических баз) базируют по эвольвентной боковой поверхности зубьев для обеспечения наибольшей соосности начальной окружности и посадочного отверстия.

Для обеспечения наилучшей концентричности поверхностей вращения колеса применяют следующие варианты базирования. При обработке штампованных и литых заготовок на токарных станках за одну установку их закрепляют в кулачках патрона за черную поверхность ступицы или черную внутреннюю поверхность обода. При обработке за две установки заготовку сначала крепят за черную поверхность обода и обрабатывают

отверстие, а при второй установке заготовки на оправку обрабатывают поверхность обода и другие поверхности колеса.

Изготовление зубчатых колес осуществляется в несколько этапов. Каждый из этапов состоит из определенного количества операций, содержание которых может быть разработано таким образом, чтобы обеспечить возможность обработки группы колес с общим или близким конструктивными и технологическими решениями.

В этом случае мы имеем дело с типовыми этапами изготовления зубчатых колес и групповыми операциями. Для изготовления зубчатых колес необходимы следующие типовые этапы:

- 1) обработка наружных и внутренних поверхностей зубчатого колеса до обработки зубьев;
- 2) нарезание зубьев перед термообработкой;
- 3) термическая обработка зубьев или всего зубчатого колеса;
- 4) отделка зубьев и других поверхностей зубчатого колеса.

На первом этапе, как правило, окончательно обрабатывают наружные, торцовые и другие поверхности. Отверстие обрабатывается по 7-му качеству точности, так как оно является базой при обработке зубьев. Точная обработка зубьев (отсутствие радиального биения венца и др. дефектов) позволяет уменьшить величины припусков на отделочные операции зубьев, что в свою очередь, значительно сокращает машинное время этих операций. Например, уменьшение припусков на 0,1 мм сокращает время шлифования колеса с числом зубьев 40 на 20 минут. Если отверстие зубчатого колеса после термообработки (третий этап) подвергается шлифованию, то на первом этапе оно также обрабатывается по 7-му качеству точности, но с припуском на шлифование. Например, если окончательный размер диаметра отверстия $40H7$, то на первом этапе

оно обрабатывается в размер 39,7H7. Припуск 0,3 мм будет удален на внутришлифовальной операции после термообработки. На первом этапе торцы ступиц зубчатых колес также обрабатываются точно, т.е. с обеспечением заданного допуска перпендикулярности к оси отверстия. Торцы ступиц наряду с отверстием также участвуют в базировании колеса при обработке зубьев. Если торцы ступиц окажутся с большими отклонениями от перпендикулярности к оси отверстия зубчатого колеса, а между собой торцы будут непараллельны, то при их закреплении на оправке зубофрезерного или другого станка последняя получит искривление оси, что приведет к большим погрешностям в зубчатом венце. Этап обработки зубьев при отсутствии термообработки зубчатого колеса заключается в обработке зубьев либо окончательно на зуборезных станках, либо с припуском на шлифование, если выполняются по 6, 7-й степеням точности и точнее.

Этап термической обработки, как правило, заключается в закалке токами высокой частоты (ТВЧ) зубчатого венца. При этом зубья получают некоторую деформацию. Если деформация зубьев приводит к недопустимым отклонениям, то прибегают к четвертому этапу – отделке зубьев. Если в процессе термообработки отверстие деформируется настолько, что оно требует дополнительной обработки для восстановления точности и шероховатости поверхности внутренним шлифованием, то эта операция выполняется до отделки зубьев. Вначале шлифуют отверстие с базированием колеса по впадинам деформированных зубьев и одному торцу, затем, базирясь по отверстию и торцу, шлифуют зубья. Такая последовательность выполнения шлифовальной операции четвертого этапа обеспечивает равномерность распределения припуска на деформированных зубьях, что, в свою очередь, сокращает время шлифования зубьев. Это время в десятки раз превосходит время шлифования отверстия. Поэтому выгоднее оставлять

больший припуск на шлифование отверстия для компенсации последствия деформации зубьев, чем увеличивать припуск на шлифование зубьев.

Нарезание зубьев зубчатых колес осуществляется двумя основными методами: обкатки и копирования.

Метод обкатки – основной метод нарезания зубьев колес. В соответствии с ним зубья формируют фрезерованием червячными фрезами, долблением долбяками, строганием гребенками, горячим и холодным накатыванием.

Наиболее широкое применение при нарезании зубьев получил метод обкатки червячными фрезами и долбяками (рис. 1). При этом методу профиль зубьев образуется в результате взаимного зацепления инструмента 1 (червячные фрезы или долбяка) и обрабатываемого колеса 2, что обеспечивает высокую точность.

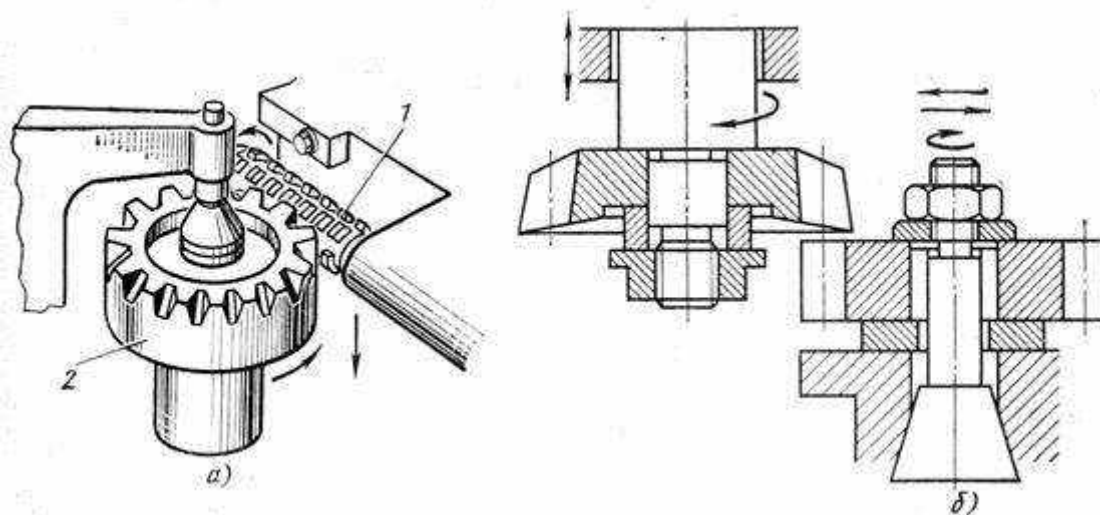


Рис. 1. Схемы нарезания зубьев зубчатых колес методом обкатки:

а– червячными фрезами; б - долбяками

Нарезание зубьев при модулях до 3...4 мм осуществляется за один проход на полную глубину зуба. При больших модулях нарезание зубчатых колес осуществляют за два прохода: черновой и чистовой.

Режимы резания при нарезании зубьев червячной фрезой выбирают исходя из стойкости инструмента и качества материала заготовки. Скорость резания при обработке червячной фрезой, изготовленной из быстрорежущей стали марок P6M5, P6M5K5, P9K10 и др. может достигать 2 м/с (120 м/мин) при подаче $S = 3$ мм/об заготовки.

С помощью круглых долбяков осуществляется нарезание прямозубых зубчатых колес на зубодолбежных станках. На таких станках можно нарезать зубья зубчатого колеса как наружного, так и внутреннего зацепления.

При нарезании зубчатых колес с прямыми зубьями долбяк и нарезаемая заготовка, вращаясь вокруг своих осей, представляет как бы пару зубчатых колес, находящихся в зацеплении. Кроме вращательного движения долбяк совершает поступательно-возвратное движение вдоль своей оси, в результате чего на заготовке формируются зубья заданного профиля. Для устранения преждевременного износа долбяка во время каждого холостого хода создается зазор путем увеличения межосевого расстояния между нарезаемым зубчатым колесом и долбяком.

При нарезании косозубых колес долбяк кроме возвратно-поступательного движения вдоль оси заготовки совершает дополнительное винтовое движение.

Преимуществом метода обработки круглым долбяком на зубодолбежном станке является как простота и удобство обслуживания станка, так и более высокая точность обработки. Поэтому при обработке точных зубчатых колес (7-я степень точности) модулем более 3 мм

предварительное нарезание зубьев осуществляют на зубофрезерных станках, а окончательное нарезание – на зубодолбежных станках.

Метод копирования. При нарезании колес методом копирования *профиль* режущей части инструмента (фрезы, резца, протяжки) полностью соответствует профилю впадины зуба колеса.

Метод копирования применяют главным образом в индивидуальном и мелкосерийном производствах, а также при ремонтных работах ввиду низкой точности обработки зуба и малой производительности. Обработка зубьев методом копирования осуществляется, в основном, путем фрезерования зубьев модульными дисковыми фрезами при модуле нарезаемых зубьев до 20 мм и модульными пальцевыми фрезами при модуле свыше 20 мм на универсально- и вертикально-фрезерных станках с использованием делительных головок. Получаемая точность – 10-я степень и грубее. Обрабатываемую заготовку закрепляют на оправке, установленной в центрах делительной головки и задней бабки (рис. 2). Во время работы модульная фреза совершает вращательное движение (движение резания), а стол станка поступательно перемещение (движение подачи). После прорезания одной впадины зуба заготовку с помощью делительной головки поворачивают на угол $\alpha = 360^\circ/Z$, где Z – число зубьев колеса, и прорезают следующую впадину.

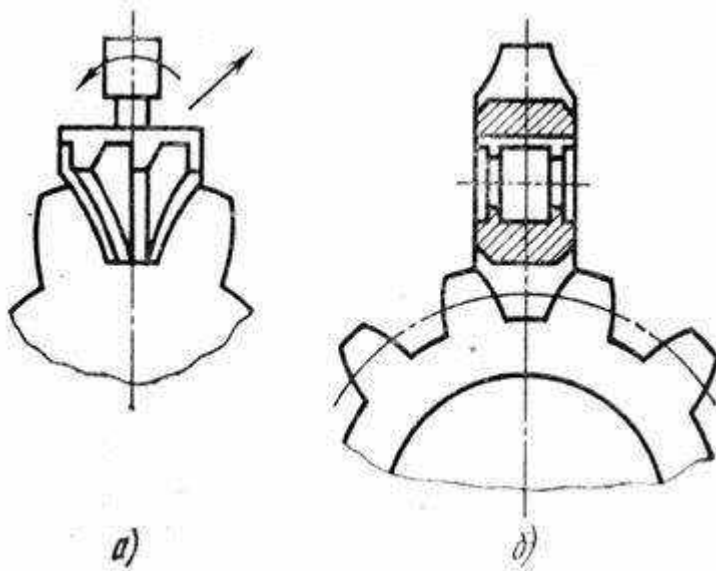


Рис. 2. Схемы нарезания зубьев зубчатых колес методом копирования:

а – модульными пальцевыми фрезами; б – модульными дисковыми фрезами

В крупносерийном и массовом производстве для нарезания зубчатых колес методом копирования применяют протягивание, которое осуществляется специальной модульной протяжкой в виде дисковой фрезы большого диаметра на протяжном станке. Зубья нарезаются при вращении и поступательно-возвратном перемещении с протяжки.

Нарезание зубчатых колес методом копирования осуществляется также на зубодолбежных станках набором резцов, собранных в головке. Их количество и профиль соответствуют числу зубьев и модулю зубчатого колеса. Число двойных ходов головки определяется модулем зубьев и принятой глубиной резания за один ход. Резцы в головке затачивают комплектно в специальном приспособлении. За каждый двойной проход головки резцы сходятся радиально на величину установленной подачи.

Зубья закаленных зубчатых колес и незакаленных колес 6, 7-й степени точности подвергают шлифованию.

Для шлифования зубьев используют один из трех методов:

1) копирование, когда каждую впадину между зубьями шлифуют фасонным кругом (рис. 3, а, б); фасонный круг автоматически правится тремя алмазами; за время чистового шлифования зубчатое колесо совершает несколько оборотов;

2) обкатку зуба дисковыми коническими кругами с прямолинейными боковыми сторонами профиля (рис. 6, в, г); при таком способе два крайних круга выполняют предварительную, а средний – окончательную обработку; после шлифования зубчатые колеса получают 7-6-ю степень точности, производительность в несколько раз ниже способа копирования;

3) обкатку зуба червячным абразивным кругом; принцип работы аналогичен зубофрезерованию, но вместо фрезы установлен червячный круг; в результате обработки колеса получают 5-6-ю степени точности, производительность в 4...5 раз больше производительности способа шлифования обкаткой.

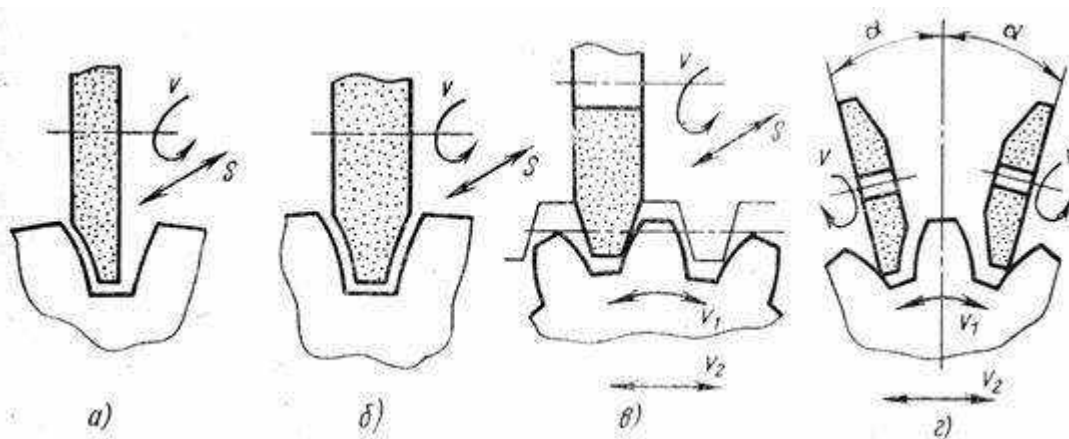


Рис. 3. Схемы шлифования зубьев:

а, б – методы копирования; в, г – методом обкатки

Для отделки после термической обработки применяют хонингование. Хон имеет форму зубчатого колеса и сделан из особого состава

шлифовального порошка (рис. 4). Хонингование выполняют при зацеплении колеса с хонем с притормаживанием колеса на станке типа шевинговального, но без радиальной подачи.

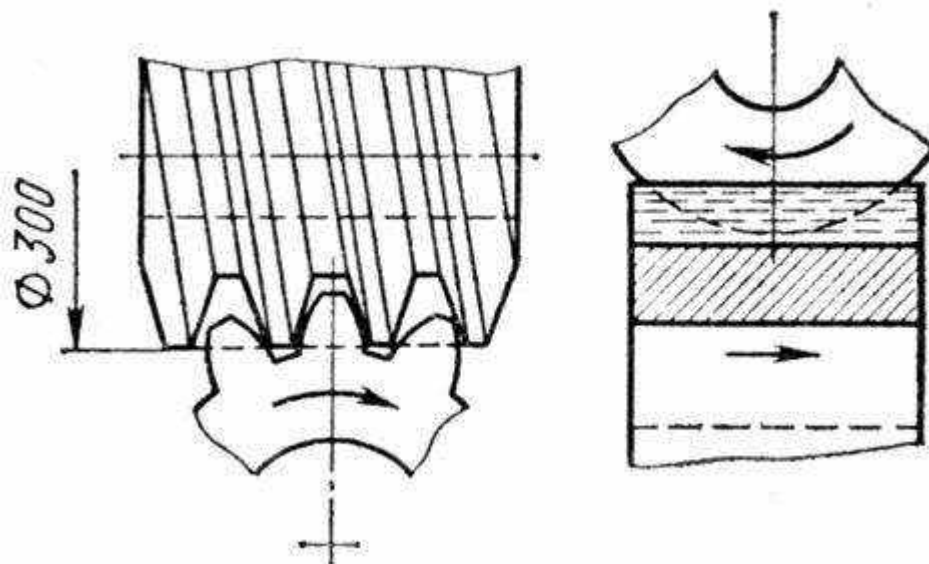


Рис. 4. Схема шлифования зубьев червячным абразивным кругом

Хонингование применяется как отделочная операция при обработке зубчатых колес 7-й степени точности после термической обработки шевингованных колес.

Применяются также доводные процессы приработки и притирки зубьев зубчатых колес после термообработки (рис. 5). Притирка осуществляется на притирочных станках при помощи специальных притиров, которые изготовляют в виде зубчатых колес из чугуна и смазывают абразивным порошком с маслом. Обработать поверхности можно одним притиром (рис. 5, а) и тремя (рис. 5, б). При обработке тремя притирами два из них (1 и 4) выполняют с винтовыми зубьями. Скрещивание осей создает относительное скольжение зубьев. Притир 3 является ведущим, обеспечивая попеременное вращение колеса 2 в разных направлениях. Давление притиров на поверхности зубьев регулируют притормаживанием двух притиров 1 и 4.

Во избежание ударов при переключении зубчатых колес в коробках скоростей главных приводов сельскохозяйственных машин применяют зубозакругление на зубозакругляющих станках.

Закругление торцов зубьев можно производить пальцевой, чашечной, торцевой, дисковой фасонными фрезами и др.

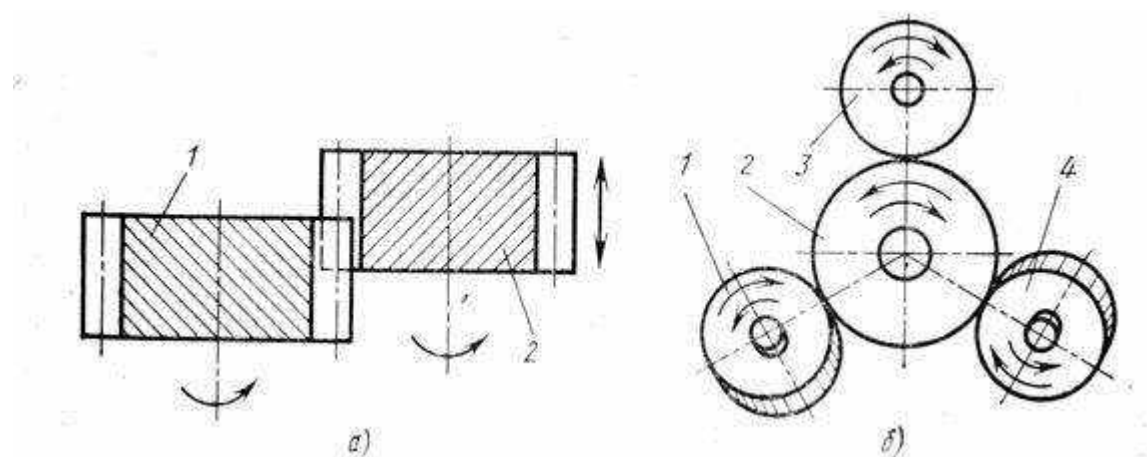


Рис. 5. Схема притирки зубьев:

а – одним притиром; б – тремя притирами

В процессе закругления торцов пальцевой фрезой (рис. 6, а) обрабатываемое зубчатое колесо 1 непрерывно вращается, а инструмент 2, кроме вращения, получает дополнительную возможность синхронного перемещения вдоль зуба вверх и вниз по специальному копиру, профиль которого соответствует закругленной форме. За один оборот копира закругляется профиль одного зуба. Торцы зубьев с модулем до 3 мм закругляют за один проход, с модулем более 3 мм – за два прохода и более. Частота вращения фрезы составляет $780 \dots 1500 \text{ мин}^{-1}$. Время обработки одного торца зуба соответствует $1 \dots 3 \text{ с}$.

Более эффективным методом закругления зубьев является обработка с помощью фасонных чашечных двухзубых и трехзубых фрез (рис. 6, б). Чашечные фрезы снимают металл внутренними криволинейными и прямолинейными режущими кромками.

В процессе обработки вращающаяся фреза 2, установленная под углом к обрабатываемому зубчатому колесу 1 (неподвижному), совершает возвратно-поступательные перемещения вдоль своей оси. После обработки одного зуба зубчатое колесо автоматически поворачивается на один зуб, затем цикл обработки повторяется. Время закругления чашечной фрезой зубьев с модулем $m = 3$ мм и числом зубьев колеса $z = 18$ за два прохода составляет 14 с.

Снятие фасок и заусенцев с острых кромок торцов зубьев чаще всего производится двумя одновитковыми многозубыми фрезами (рис. 6, в) на специальном станке методом непрерывного деления. Фрезы имеют различные осевые шаги, направление винтовой линии и углы рабочего профиля зуба. При обработке зубчатое колесо 1 и фрезы 2 вращаются синхронно. За один оборот инструмента зубчатое колесо поворачивается на один зуб. После окончания процесса обработки фрезы отводятся в исходное положение для съема и установки детали. Время обработки зубьев с модулем $m = 3,50$ мм и числом зубьев $z = 43$ составляет 13 с. Обработка торцов и снятие с них фасок и заусенцев производится до отделки зубьев.

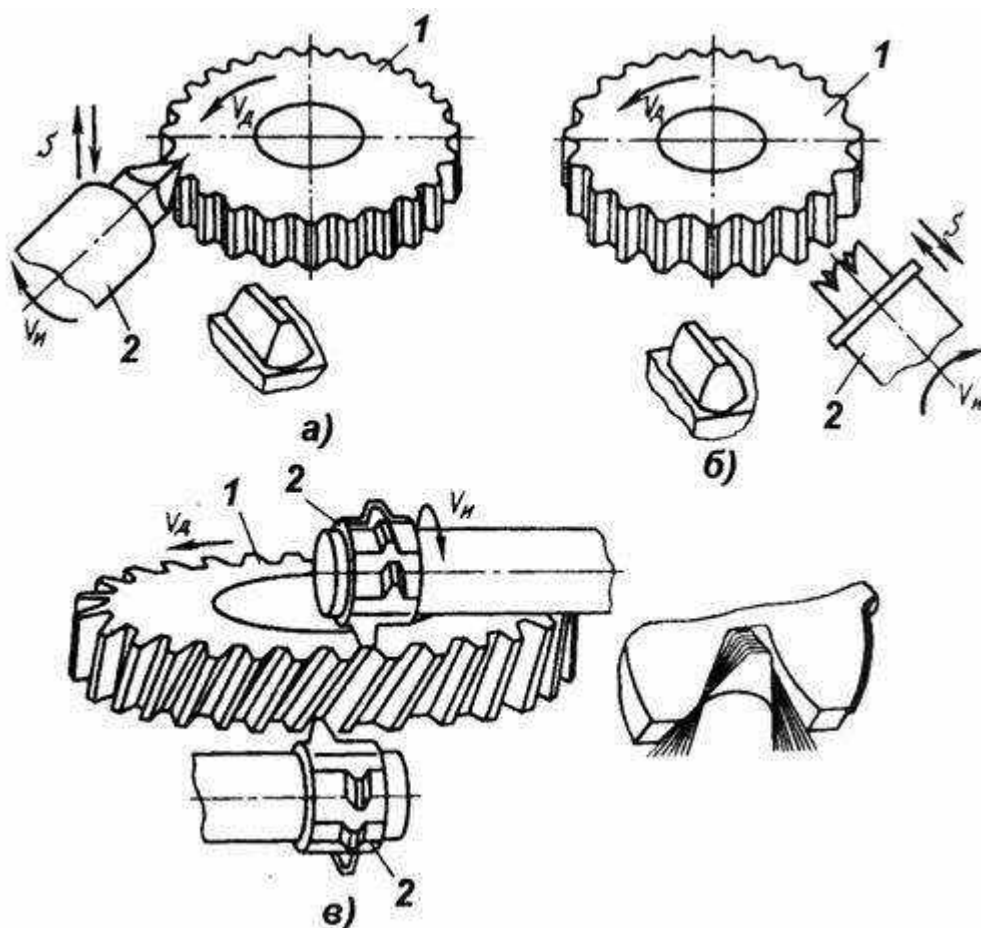


Рис. 6. Схемы закругления и снятия фасок на торцах зубьев

Для повышения плавности работы пары зубчатых колес, предназначенных для совместной работы, применяют приработку зубьев, для чего колеса вводят в зацепление и при смазывании абразивной смесью с маслом выполняют попеременное вращение (со скоростью $1 \dots 1,5$ м/с) в двух направлениях при взаимном сближении.

005 Заготовительная.

Для заготовок из проката – резка проката, для штампованных заготовок – штамповка.

Штампованные заготовки целесообразно выполнять с прошитыми отверстиями, если их диаметр более 30 мм и длина не более трех диаметров.

Заготовки из чугуна и цветных сплавов (иногда из сталей) получают литьем.

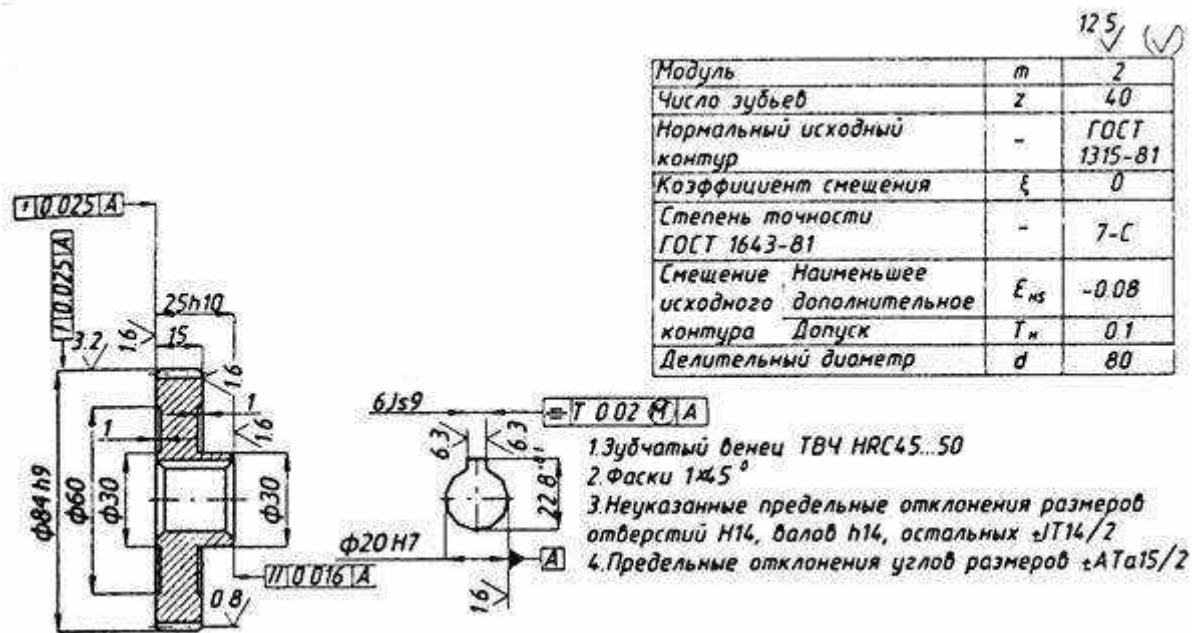


Рис. 7. Типовое цилиндрическое зубчатое колесо с односторонней ступицей

010 Термическая.

Нормализация, отпуск (для снятия внутренних напряжений).

015 Токарная (рис. 8).

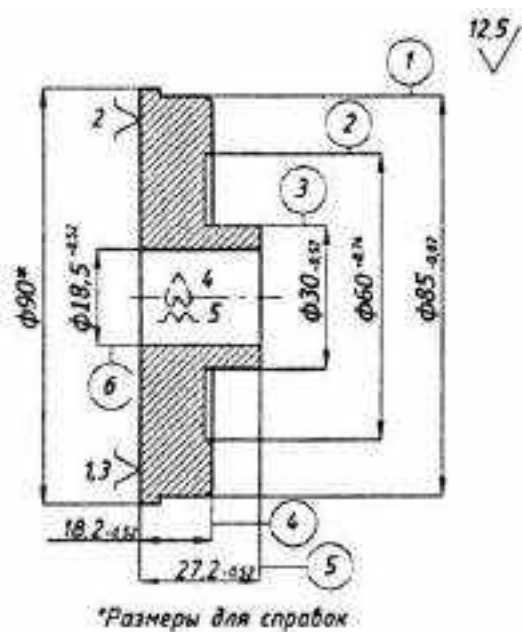


Рис. 8. Операционный эскиз операции 015

Точить торец обода и торец ступицы с одной стороны начерно, точить наружную поверхность обода до кулачков патрона начерно, расточить начерно на проход отверстие (или сверлить и расточить при отсутствии отверстия в заготовке), точить наружную поверхность ступицы начерно, точить фаски.

Технологическая база – наружная поверхность обода и торец, противоположный ступице (закрепление в кулачках токарного патрона).

Оборудование:

единичное производство – токарно-винторезный станок;

мелко- и среднесерийное – токарно-револьверный, токарный с ЧПУ;

крупносерийное и массовое – одношпиндельный или многошпиндельный токарный полуавтомат (для заготовки из прутка – прутковый автомат).

020 Токарная (рис. 9).

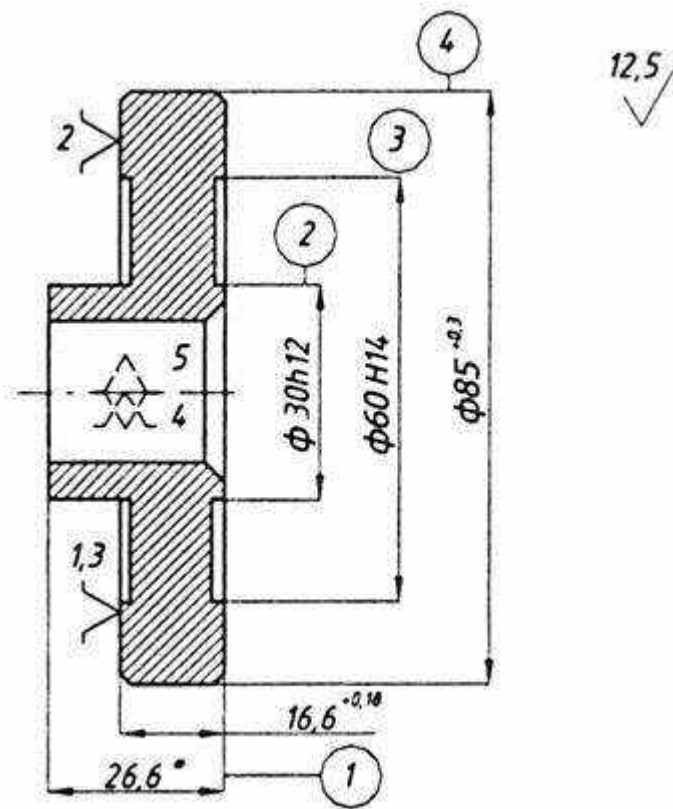


Рис. 9.Операционный эскиз операции 020

Точить базовый торец обода (противолежащий ступице) начерно, точить наружную поверхность обода на оставшейся части начерно, расточить отверстие под шлифование, точить фаски.

Технологическая база – обработанные поверхности обода и большего торца (со стороны ступицы).

Оборудование – то же (см. операцию 015).

025 Протяжная (долбежная) (рис. 10).

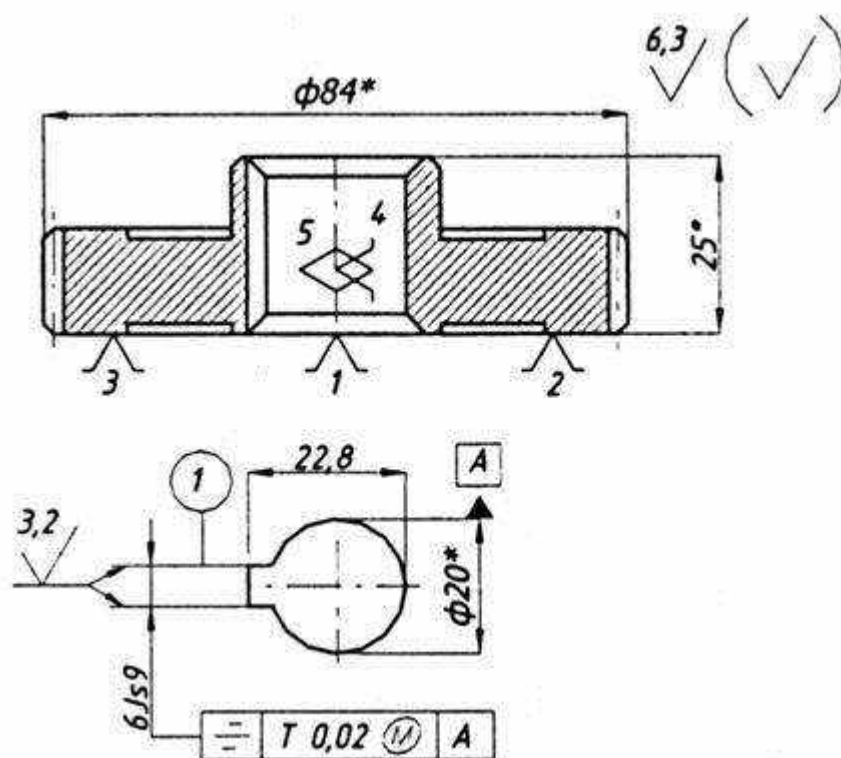


Рис. 10. Операционный эскиз операции 025

Протянуть (долбить в единичном производстве) шпоночный паз или шлицевое отверстие.

Технологическая база – отверстие и базовый торец колеса.

Оборудование – горизонтально-протяжной или долбежный станки.

Применяются варианты чистового протягивания отверстия на данной операции вместо чистового растачивания на предыдущей операции.

030 Токарная (рис. 11).

Точить базовый и противоположные торцы 1, 2, наружную поверхность венца начисто.

Технологическая база – поверхность отверстия (реализуется напрессовкой на оправку, осевое положение на оправке фиксируется путем применения подкладных колец при запрессовке заготовки).

Необходимость данной операции вызывается требованием обеспечения соосности поверхностей вращения колеса.

Оборудование – токарно-винторезный (единичное производство), токарный с ЧПУ (серийное) или токарный многолезцовый полуавтомат.

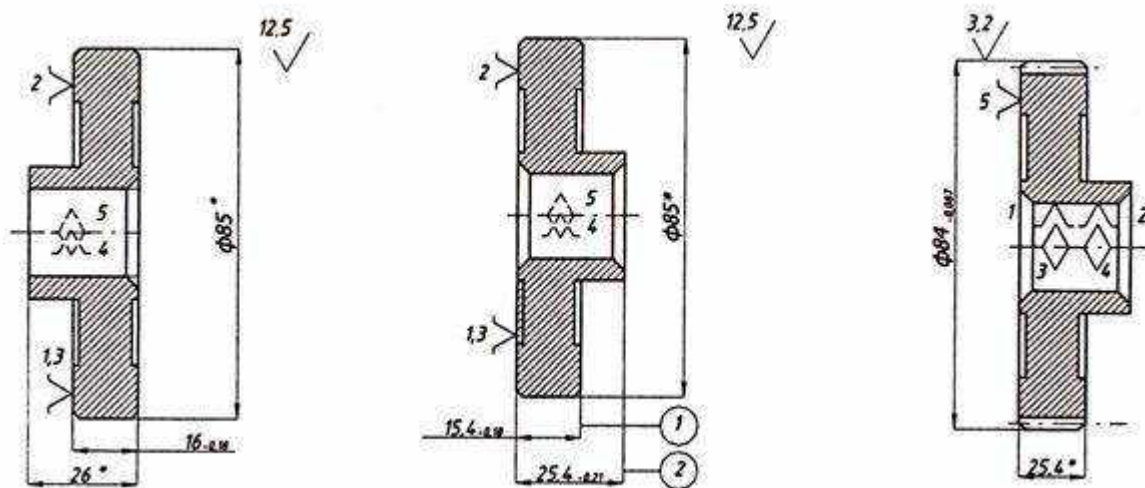


Рис. 11. Операционный эскиз к операции 030

035 Зубофрезерная (рис. 12).

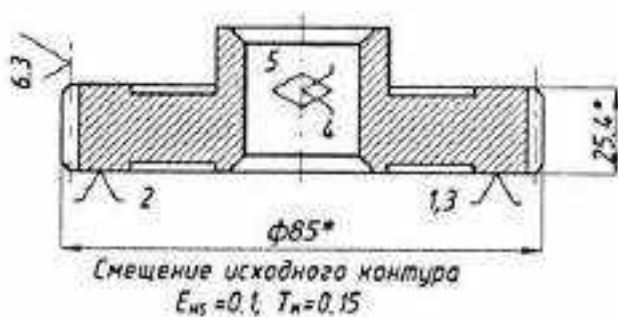


Рис. 12. Операционный эскиз операции 035

Фрезеровать зубья начерно (обеспечивается 8-я степень точности).

Технологическая база – отверстие и базовый торец (реализуется оправкой и упором в торец).

Оборудование – зубофрезерный полуавтомат.

040 Зубофрезерная.

Фрезеровать зубья начисто (обеспечивается 7-я степень точности).

045 Шевинговальная.

Шевинговальная операция повышает на единицу степень точности зубчатого колеса. Операции применяют для термообрабатываемых колес с целью уменьшения коробления зубьев, так как снимается поверхностный наклепанный слой после фрезерования.

Технологическая база – отверстие и базовый торец (реализуется оправкой).

Оборудование – зубошевинговальный станок.

050 Термическая.

Калить заготовку или зубья (ТВЧ) или цементировать, калить и отпустить (согласно техническим требованиям). Наличие упрочняющей термообработки, как правило, приводит к снижению точности колеса на одну единицу.

055 Внутришлифовальная (рис. 13).

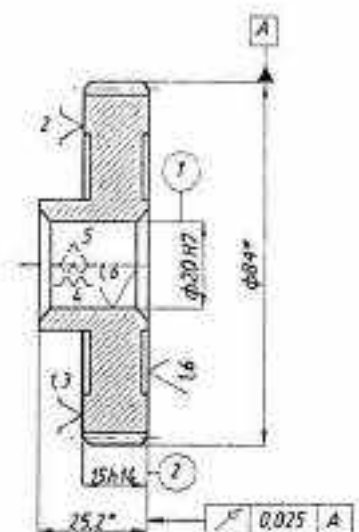


Рис. 13. Операционный эскиз операции 055

Шлифовать отверстие 1 и базовый торец 2 за один установ. Обработка отверстия и торца за один установ обеспечивает их наибольшую перпендикулярность.

Технологическая база – рабочие эвольвентные поверхности зубьев (начальная окружность колеса) и торец, противолежащий базовому. Реализация базирования осуществляется специальным патроном, у которого в качестве установочных элементов используют калибровочные ролики или зубчатые секторы. Необходимость такого базирования вызвана требованием обеспечения равномерного съема металла и зубьев при их последующей отделке с базированием по отверстию на оправке.

Оборудование – внутришлифовальный станок.

При базировании колеса на данной операции за наружную поверхность венца для обеспечения соосности поверхностей вращения необходимо ввести перед или после термообработки круглошлифовальную операцию для шлифования наружной поверхности венца и торца, противолежащего базовому (желательно за один установ на оправке).

Технологическая база – отверстие и базовый торец.

Оборудование – круглошлифовальный или торцекруглошлифовальные станки.

Необходимость отделки наружной поверхности венца колеса часто вызывается также и тем, что контроль основных точностных параметров зубьев производится с использованием этой поверхности в качестве измерительной базы.

060 Плоскошлифовальная (рис. 14).

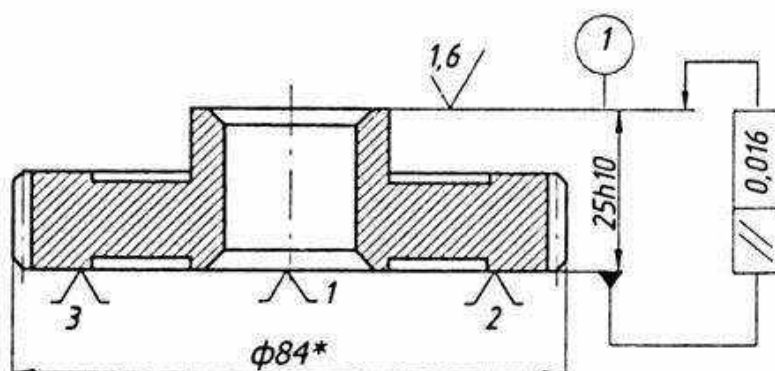


Рис. 14. Операционный эскиз операции 060

Шлифовать торец 1, противоположный базовому (если необходимо по чертежу).

Технологическая база – базовый торец.

Оборудование – плоскошлифовальный станок с прямоугольным или круглым столом.

065 Зубошлифовальная (рис. 15).

Шлифовать зубья.

Технологическая база – отверстие и базовый торец.

Оборудование – зубошлифовальный станок (обработка откаткой двумя тарельчатыми или червячными кругами или копированием фасонным кругом). При малом короблении зубьев или термообработке (например. При азотировании вместо цементации) операция зубошлифования может быть заменена зубохонингованием или вообще отсутствовать.

Наличие зубошлифовальной или зубохонинговальной операции определяется наличием и величиной коробления зубьев при термообработке. Двукратное зубофрезерование и шевингование зубьев

до термообработки может обеспечить 6-ю степень точности. При потере точности во время термообработки на одну степень конечная 7-я степень точности будет достигнута. Введение отделочной операции зубошлифования или зубохонингования необходимо только при уменьшении точности колеса при термообработке больше, чем на одну степень.

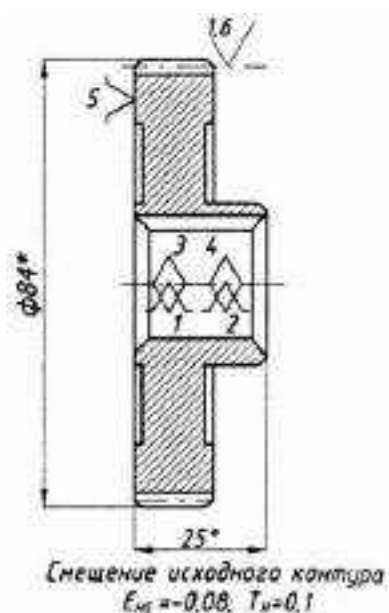


Рис. 15. Операционный эскиз операции 065

070 Моечная.

075 Контрольная.

080 Нанесение антикоррозионного покрытия.

Применяются варианты технологического процесса с однократным зубофрезерованием, но с двукратным зубошлифованием.

Наличие упрочняющей термообработки приводит, как правило, к снижению степени точности колес на одну единицу, что требует введения дополнительной отделочной операции. Для незакаливаемых зубчатых колес шевингование является последней операцией; перед термообработкой шевингуют зубья в целях уменьшения деформации

колеса в процессе термообработки и повышения степени на одну единицу.

Приведенный выше технологический процесс требует обработки колеса на оправках как до нарезания зубьев и термообработки, так и после термообработки.

Процесс может быть построен иначе, т.е. без применения оправок до термообработки. В этом случае токарная обработка ведется в патронах, а протягивание шпоночного паза или шлицев производят после нарезания зубьев и нет операции чистовой обработки на оправке до термообработки. В этом случае не гарантируется достаточная перпендикулярность торца к оси отверстия. Для уменьшения отклонения от перпендикулярности протягивание выполняют с жестким направлением протяжки.

Выбор технологического оборудования. Этот этап начинают с анализа формирования типовых поверхностей деталей для определения наиболее эффективных методов их обработки, учитывая при этом назначение и параметры изделия. Результаты анализа представляют в виде отношений затрат основного и штучного времени и приведенных затрат на выполнение работ различными методами. Лучшим вариантом считается тот, значения показателей которого минимальные.

Выбор оборудования осуществляют по главному параметру, в наибольшей степени выявляющему его функциональное значение и технические возможности. Физическая величина, характеризующая главный параметр, устанавливает взаимосвязь оборудования с размером изготавливаемого изделия.

При выборе оборудования учитывают также минимальный объем приведенных затрат на выполнение технологического процесса при максимальном сокращении периода окупаемости затрат на механизацию и автоматизацию. Годовая потребность в оборудовании определяется по

годовому объему работ, устанавливаемому статистическим анализом затрат средств и времени на изготовление изделий. Годовые приведенные расходы на использование оборудования определяются размерами затрат на его эксплуатацию.

Производительность оборудования определяют на основании анализа времени изготовления изделия заданного качества.

Для среднесерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку и повышать производительность труда. В среднесерийном производстве нашли применение станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Станки с ЧПУ не требуют длительной переналадки при переходе на обработку от одной заготовки на другую, что позволяет на данных станках производить процесс обработки широкой номенклатуры заготовок.

Применение станков с ЧПУ в условиях среднесерийного производства позволяет увеличить производительность труда, сократить сроки подготовки производства (на 50-70%), снизить себестоимость изготовления деталей, а также использовать труд рабочих более низкой квалификации.

Выбор технологической оснастки и средств контроля. При выборе технологической оснастки и средств контроля предусматривается проведение следующего комплекса работ:

- анализ конструктивных характеристик изготавливаемого изделия (габаритные размеры, материалы, точность, геометрия и шероховатость поверхностей и т. д.), организационных и технологических условий изготовления изделия (схема базирования и фиксации, вид технологической операции, организационная форма процесса изготовления и т. д.)

- группирование технологических операций для определения наиболее приемлемой системы технологической оснастки и повышения коэффициента ее использования
- определение исходных требований к технологической оснастке
- отбор номенклатуры оснастки, соответствующей установленным требованиям
- определение исходных расчетных данных для проектирования и изготовления новых конструкций оснастки
- выдача технического задания на разработку и изготовление технологической оснастки

Конструкцию оснастки определяют на основе стандартов и типовых решений для данного вида технологических операций с учетом габаритных размеров изделий, вида и материала заготовок, точности параметров и конструктивных характеристик обрабатываемых поверхностей, влияющих на конструкцию оснастки, технологических схем базирования и фиксации заготовок, характеристик оборудования и объемов производства.

При разработке процессов контроля выявляют характеристики объекта контроля; показатели процесса контроля, определяющие выбор средств; уточняют методы и схемы измерений, для чего требуется конструкторская документация на изделие, технологическая документация на его изготовление и контроль, методика расчета показателей контроля.

Состав средств контроля должен обеспечивать заданные показатели с учетом метрологических и эксплуатационных характеристик (используются государственные, отраслевые стандарты и стандарты предприятий на средства контроля, классификаторы и каталоги средств контроля). Произведенный выбор средств контроля обосновывается экономически выдаются исходные данные и технические задания для проектирования недостающих средств. Затем составляют ведомости отобранных средств. По результатам выбора

средств контроля оформляют технологическую документацию согласно требованиям стандартов.

Режимы резания характеризуются числовыми значениями глубины резания, подачи (или скорости движения подачи) и скорости резания, а также геометрическими параметрами и стойкостью инструментов, силами резания, мощностью и другими параметрами процесса резания, от которых зависят его технико-экономические показатели.

Существует два метода определения режимов резания: аналитический и статистический.

При определении режимов обработки аналитическим методом сначала устанавливают глубину резания в миллиметрах. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технологических требований на изготовление детали. После установления глубины резания устанавливается подача станка. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой поверхности, по нормативным таблицам и согласовывают с паспортными данными станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительности труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу. После установления глубины резания и подачи определяют скорость резания по эмпирическим формулам с учетом жесткости технологической системы.

При определении режимов обработки статистическим (табличным) методом используют нормативные в зависимости от выбранного типа производства и установленного вида обработки заготовки. Табличный метод определения режимов резания сравнительно прост. Определение режимов резания табличным методом широко применяют в

производственных условиях, т.к. этот метод дает возможность ускорить разработку технологических процессов и сократить сроки подготовки к запуску изготовления данного изделия.

Глубина резания при точении равна полуразности диаметров обрабатываемой и обработанной детали (при точении).

$$T=(D-d)/2$$

Она связана с припуском, оставляемым для выполнения данной технологической операции. На операциях окончательной обработки припуск составляет не более 0,5 мм. На промежуточных операциях припуск на обработку изменяется в пределах 0,5... 5 мм. На операциях предварительной обработки заготовок в зависимости от их размеров и способа изготовления припуск может быть более 5 мм.

Подача S – это величина перемещения резца за один оборот заготовки. Значение подачи S определяют в зависимости от вида технологической операции, геометрических параметров инструмента по справочнику. Выбранное значение

корректируют на поправочный коэффициент K , зависящий от обрабатываемого материала.

$$S = S_{\text{табл}} \times K$$

Операции окончательной обработки ведут при подаче на оборот $S_o < 0,1$ мм/об. При получистовых операциях подачу назначают в пределах $S_o = 0,1...0,4$ мм/об. Операции предварительной обработки для сокращения времени стремятся вести при подаче $S_o = 0,4...0,7$ мм/об. При обработке заготовок на тяжелых станках можно применять глубину резания до 30 мм и подачу до 1,5 мм/об.

Рабочую подачу выбирают из числа имеющихся в коробке подач станка, причем это значение должно находиться в пределах интервала предварительно выбранных значений подач.

Режимы обработки (V , t , S) на черновых переходах необходимо

проверять по следующим значениям: наибольшие усилия подачи не должны превышать значений, допускаемых механизмами станка; крутящий момент, возникающий при резании, не должен превышать момента, передаваемого механизмами станка и зажимным устройством приспособления.

Скорость резания равна: $V = V_{\text{табл}} K_1 K_2 K_3$ м/мин,

где K_1, K_2, K_3 - коэффициенты, зависящие от обрабатываемого материала, от стойкости и марки твердого сплава, а также от вида обработки соответственно. Скорость резания определяют по эмпирическим формулам. Например, для точения

$$v_v = \frac{C_v}{T m_t^{x_v} S^{y_v}} k_v$$

где C_v - коэффициент, зависящий от обрабатываемого и инструментального материалов и условий резания;

T – стойкость резца в минутах;

m - показатель относительной

стойкости; k_v – поправочный

коэффициент

X_v, Y_v –показатели степеней.

Рабочую частоту вращения шпинделя выбирают из числа значений, обеспечиваемых коробкой скоростей станка, с учетом того, что она должна находиться в интервале частот для меньшей и большей скоростей.

С помощью установленных рабочих значений основных параметров режимов резания — глубины резания t , подачи S и частоты вращения шпинделя n — проводят расчет остальных рабочих режимов и соответствующих технико- экономических показателей.

Рабочую скорость резания V , м/мин, при известной частоте вращения шпинделя n , об/мин, и заданном диаметре заготовки D , мм, можно рассчитать по формуле

$$V = \pi \cdot Dn/1000.$$

При выборе режимов обработки необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования.

Расчет режимов резания для фрезерования и зубонарезания рассчитывается по аналогии с методиками практических работ №1 и №2.

При нормировании операций технологического процесса время можно определить следующими методами:

- расчетом по отдельным элементам на основе анализа последовательности и содержания действий рабочего и станка;
- приближенно по типовым нормам в условиях единичного и мелкосерийного производства;
- на основе хронометража фактических затрат времени. Время работы состоит:
- из подготовительно-заключительного времени, которое рабочий затрачивает на подготовку рабочего места к обработке партии заготовок и приведение его в исходное состояние по окончании обработки этой партии заготовок;
- основного времени, затрачиваемого непосредственно на изменение формы, размеров и качества поверхности заготовки, превращая ее в деталь;
- вспомогательного времени, затрачиваемого рабочим на действия, способствующие выполнению основной работы, а именно: на установку и закрепление заготовки, снятие детали, изменение режимов работы станка, измерения и др.;
- времени обслуживания рабочего места.

Основное время зависит от режимов обработки: глубины резания,

подачи и скорости резания, которые зависят в основном от свойства обрабатываемого материала, формы и жесткости заготовки, материала режущей части инструмента и мощности станка.

Число проходов зависит от величины припуска и глубины резания. Глубину резания выбирают исходя из мощности станка, жесткости заготовки и системы обработки в целом. При наличии черновой обработки целесообразно припуск снимать за один проход. При чистовой обработке глубину резания назначают в зависимости от требуемой шероховатости поверхности.

Следует иметь в виду, что нормативные данные предусматривают усредненные значения глубины резания, подачи и скорости резания, поэтому практически их можно несколько или увеличивать, или уменьшать.

Таблица 1. Алгоритм определения параметров токарной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение длины L обработки и снимаемого припуска Z	Рабочие чертежи детали и заготовки
2	Определение оборотной подачи $S_{об}$ мм/об, заготовки	Справочник
3	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
4	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v/(\pi D)$
5	Определение фактического числа n оборотов в минуту шпинделя станка	По паспорту станка

6	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi Dn/1000$
7	Определение минутной подачи $S_{\text{мин}}$ мм/мин	$S_{\text{мин}} = S_{\text{ос}}n$
8	Определение длины врезания $L_{\text{вр}}$ и длины перебега резца $L_{\text{п}}$	По справочнику
9	Определение расчетной длины $L_{\text{р}}$	$L_{\text{р}} = L_{\text{вр}} + L + L_{\text{п}}$
10	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{\text{oi}} = L_{\text{рi}}/S_{\text{мин}}$
11	Определение основного времени t_{o} для всей операции (i переходов)	$t_{\text{o}} = \sum t_{\text{oi}}$
12	Определение вспомогательного времени $t_{\text{в}}$	По справочнику
13	Определение оперативного времени $t_{\text{оп}}$	$t_{\text{оп}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}}$
14	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{\text{т.о.}}$	По справочнику $t_{\text{т.о.}} = 2,5t_{\text{o}}/100$
15	Определение времени на физические потребности $t_{\text{п}}$	По справочнику $t_{\text{п}} = 2,5t_{\text{оп}}/100$
16	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{\text{орг}}$	По справочнику $t_{\text{орг}} = 4,6t_{\text{оп}}/100 - t_{\text{т.о.}}$
17	Определение штучного времени $T_{\text{шт}}$	$T_{\text{шт}} = t_{\text{o}} + t_{\text{в}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{т.о.}}$
18	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{\text{парт}} = 5N_{\text{п}}/254$
19	Определение подготовительно-заключительного времени $t_{\text{п-з}}$	По справочнику
20	Определение штучно-калькуляционного времени	$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{п-з}}/q_{\text{парт}}$
21	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Таблица 2. Алгоритм определения параметров фрезерной операции

Номер действия	Цель действия	Источник получения результата
1	Определение вида производства	Годовая программа выпуска деталей Nп
2	Определение числа заготовок в партии при серийном производстве	$q_{\text{парт}} = 5N_{\text{п}}/254$
3	Выбор алгоритма для расчета штучно-калькуляционного времени	$t_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + t_{\text{п-з}}/q_{\text{парт}}$
4	Выбор алгоритма для расчета штучного времени	$T_{\text{шт}} = t_{\text{о}} + t_{\text{н}} + t_{\text{орг}} + t_{\text{т.о}} + t_{\text{п}}$
5	Выбор алгоритма для расчета основного (технологического времени)	$t_{\text{о}} = L_{\text{р}}i/(S_{\text{маш}}a)$

6	Выбор алгоритма для определения расчетной длины	$L_p = L_{np} + L + L_n$
7	Выбор алгоритма для определения длины L обработки и снимаемого припуска z	Схема фрезерования и эскиз заготовки
8	Выбор алгоритма для определения длины врезания $L_{вр}$ и длины перебега резца L_n	Схема фрезерования
9	Определение расчетной длины L_p	$L_p = L_{np} + L + L_n$
10	Определение оборотной подачи $S_{об}$ мм/об, заготовки	$S_{об} = S_z z$
11	Определение минутной подачи $S_{мин}$ мм/об, заготовки	$S_{мин} = S_{об} n$
12	Определение расчетной скорости резания V' , м/мин	Справочник
13	Определение расчетного числа оборотов в минуту шпинделя станка n'	$n' = 1000v / (\pi D)$
14	Определение фактического числа оборотов в минуту шпинделя станка	По паспорту станка
15	Определение фактической скорости урезания	$v = \pi D n / 1000$
16	Определение основного времени t_{oi} для каждого перехода	$t_{oi} = L_{pi} / S_{i мин}$
17	Определение основного времени t_o для всей операции (i переходов)	$t_o = \sum t_{oi}$
18	Определение вспомогательного времени t_b	По справочнику
19	Определение оперативного времени $t_{оп}$	$t_{оп} = t_o + t_b$

20	Определение времени технического обслуживания рабочего места $t_{т.о.}$	По справочнику
21	Определение времени на физические потребности $t_{п.}$	По справочнику
22	Определение времени организационного обслуживания рабочего места $t_{орг}$	По справочнику
23	Определение штучного времени $T_{шт}$	$T_{шт} = t_0 + t_n + t_{орг} + t_{т.о} + t_n$
24	Занесение результатов расчета в операционную карту	

Формы организации технологических процессов. Форма организации технологических процессов изготовления изделия зависит от установленного порядка выполнения операций, расположения технологического оборудования, числа изделий и направления их движения в процессе изготовления.

Необходимо осуществить нормирование ТП: установить исходные данные для расчета норм времени и расхода материалов, рассчитать затраты труда и расход материалов, определить разряд работ и профессии исполнителей операций

(используют нормативы времени и расхода материалов, классификаторы разрядов работ и профессий).

По методике расчета экономической эффективности процессов (просчитывается несколько вариантов) выбирают оптимальный ТП.

На заключительном этапе на основании стандартов ЕСТД технологический процесс оформляется документально, осуществляется нормоконтроль технической документации.

Исходные данные (задание):

Чертёж детали (согласно варианта);

Разработать технологический процесс обработки зубчатого колеса.

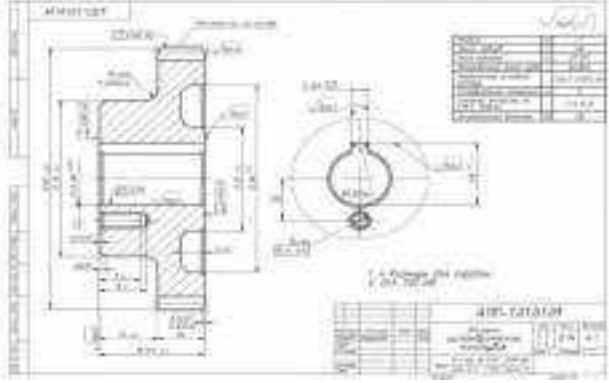
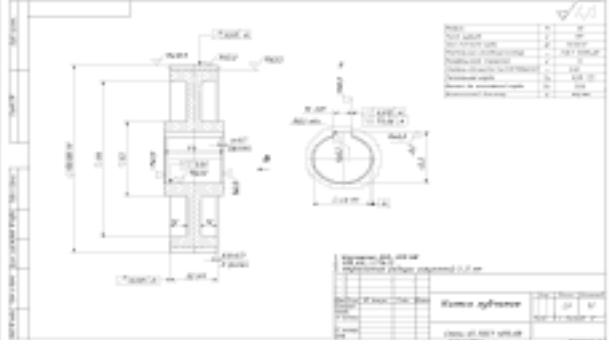
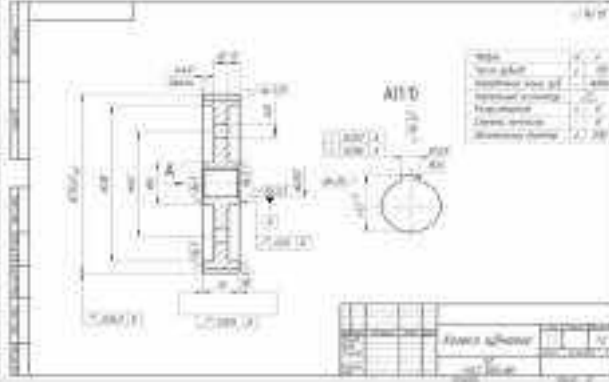
Порядок выполнения:

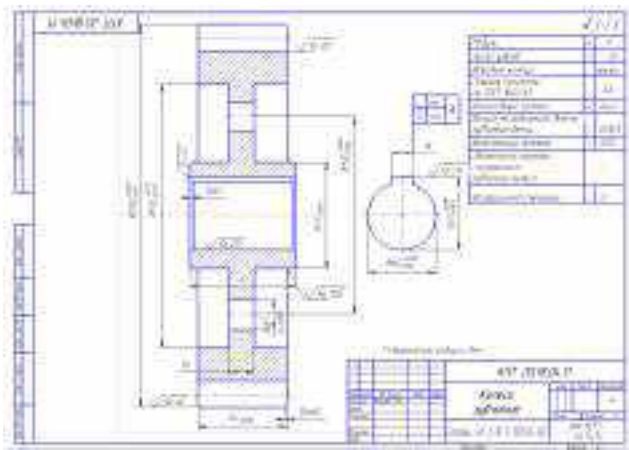
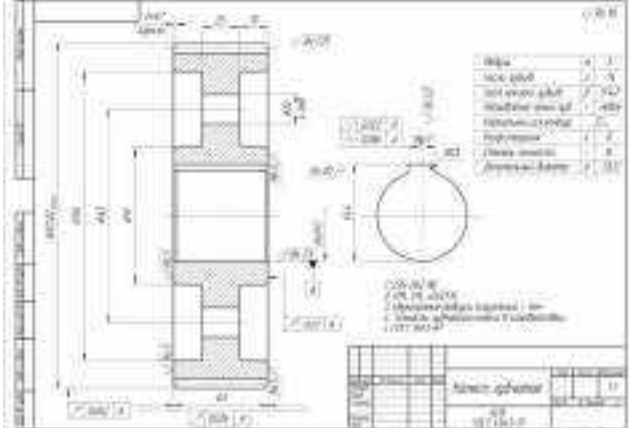
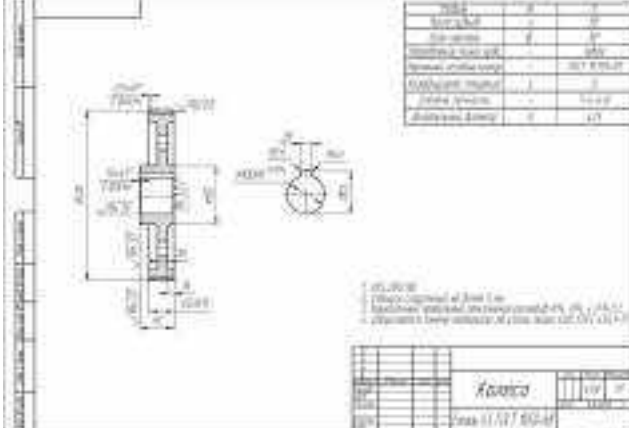
1. Написать тему и цель работы
2. Ответить на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что называется шероховатостью?
 - Какие требования предъявляются к зубчатого колеса ?
3. Провести анализ технологичности детали
4. Составить технологический процесс обработки «зубчатого колеса» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию;
 - заполнение карты технологического процессаю.
5. Выполнить операционные эскизы.
6. Ответить на вопросы для повторения.
7. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок.

Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

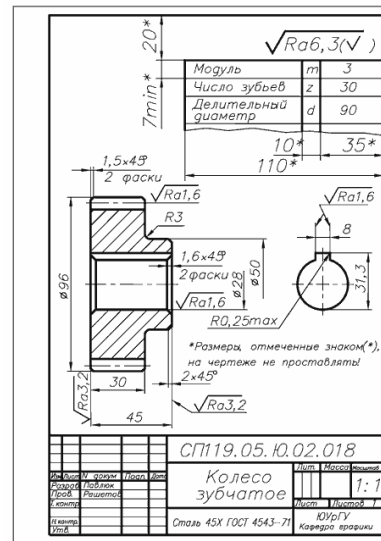
ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска.
Комплект наглядных пособий: комплект металлических деталей типа «зубчатого колеса ». Штангенциркули ШЦ-I-125-0.1; Штангенциркули ШЦ-II-250-0.05

Исходные варианты тем практических работ и чертежи деталей

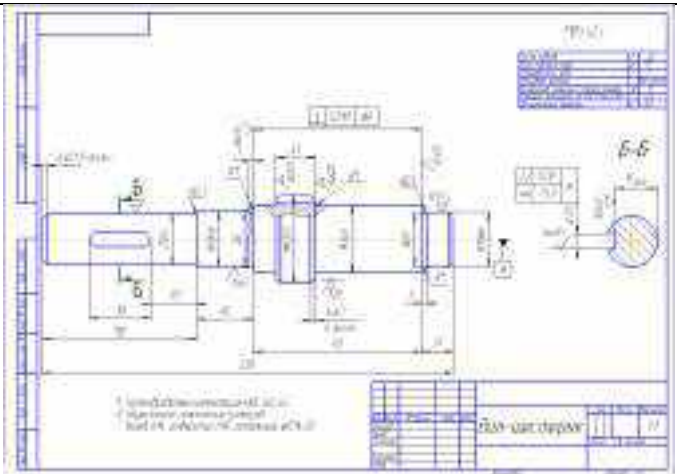
№	Темы практических работы	Чертёж
1	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колеса цилиндрическое косозубое»</p>	
2	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 1»</p>	
3	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 2»</p>	

<p>4</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 3»</p>	
<p>5</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 4»</p>	
<p>6</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 5»</p>	

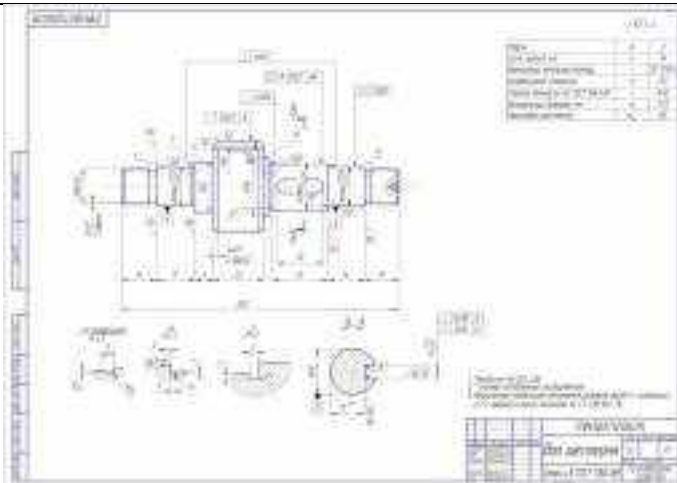
7 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 6»

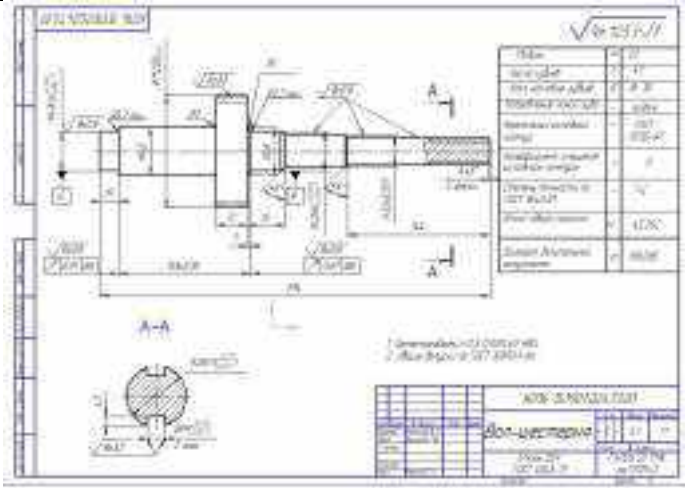
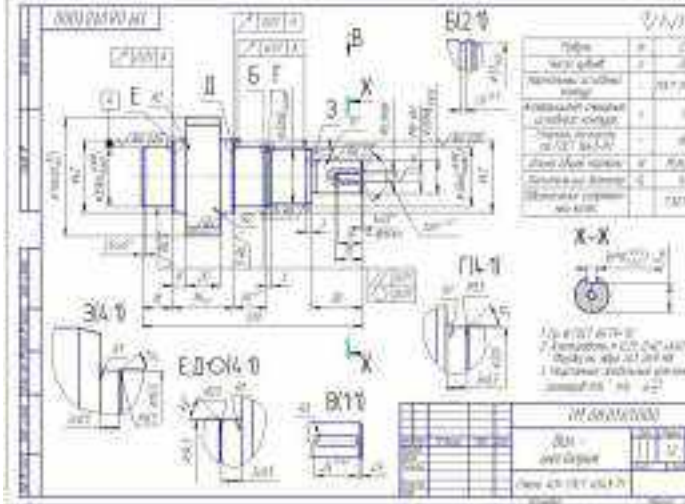
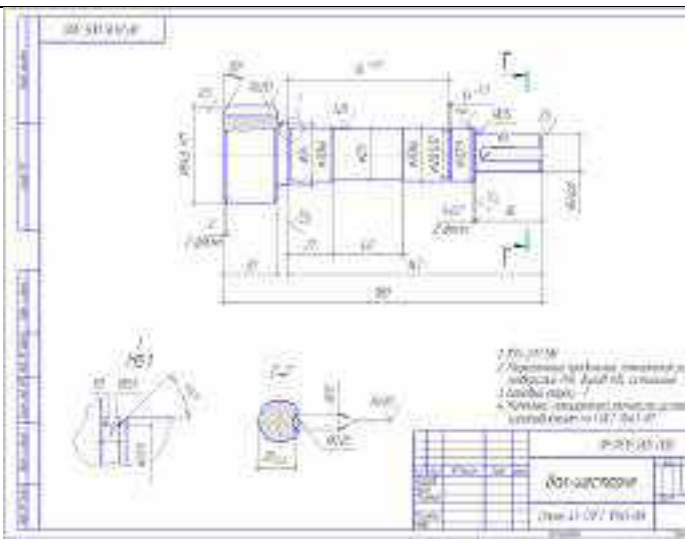


8 Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 1»

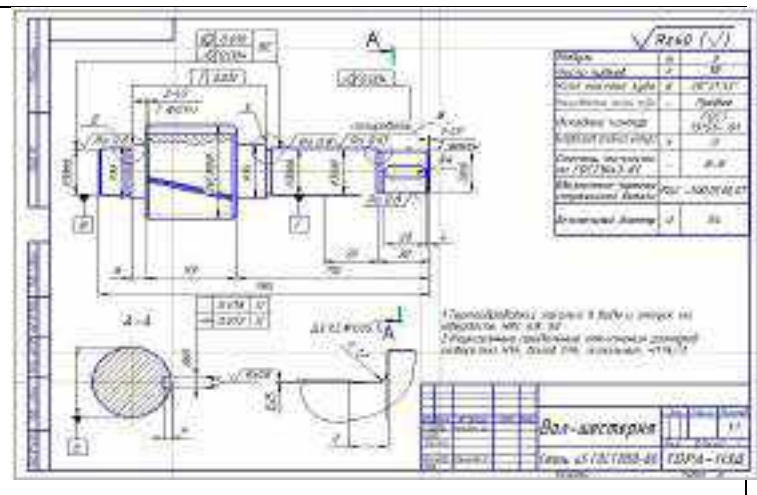


9 Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 2»

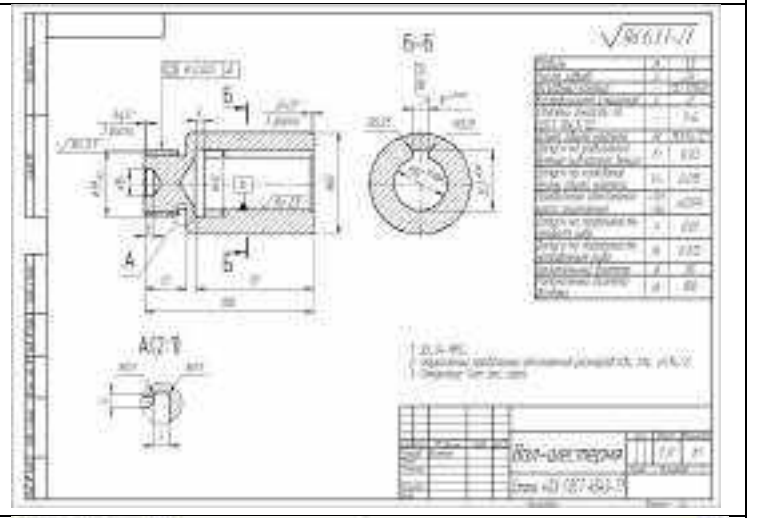


<p>10</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 3»</p>	
<p>11</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 4»</p>	
<p>12</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 5»</p>	

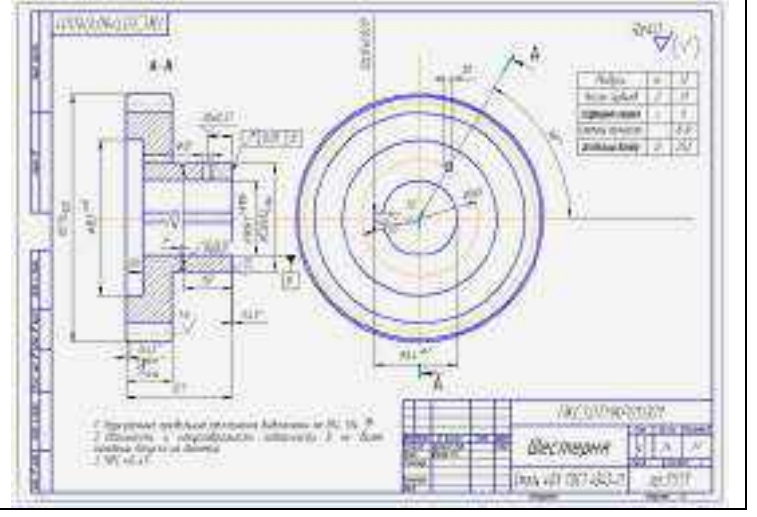
13 Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 6»

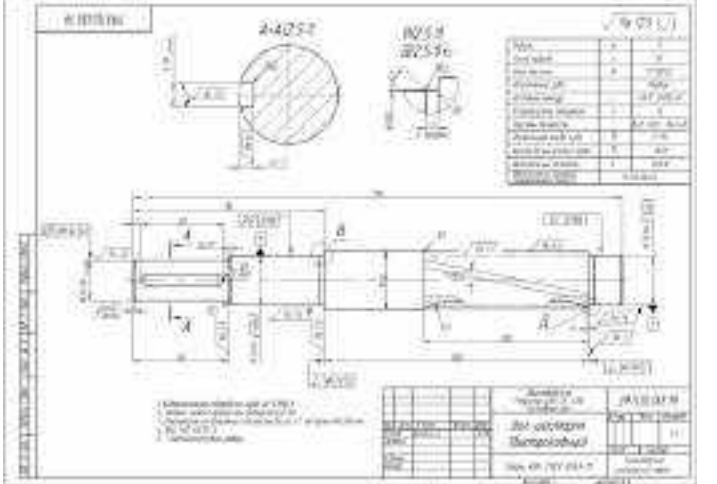
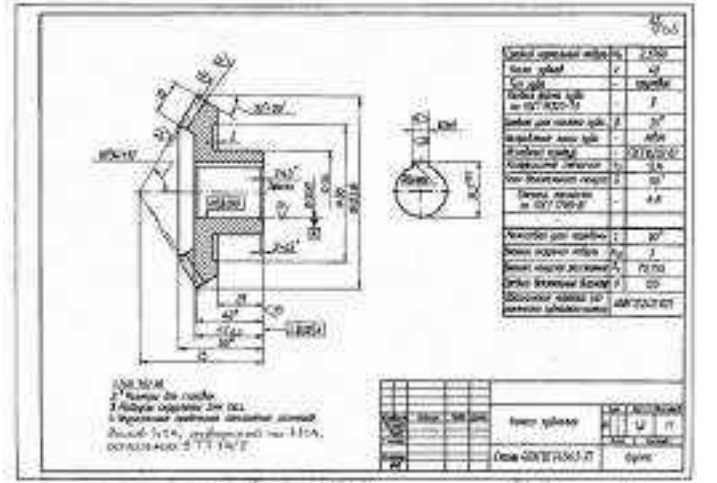
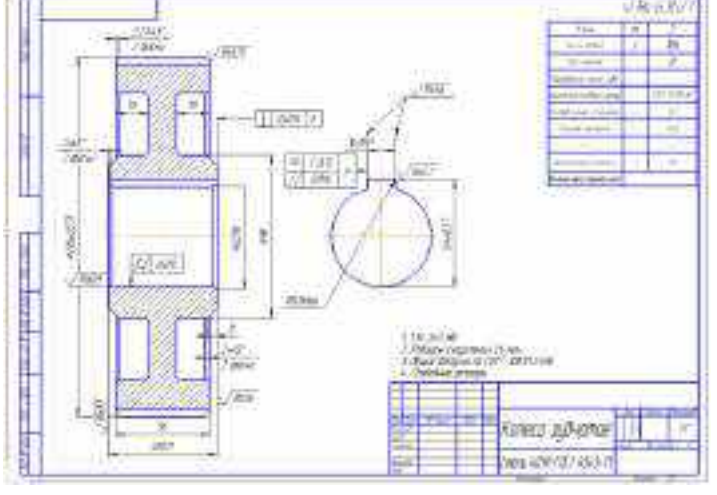


14 Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шестерня 7»

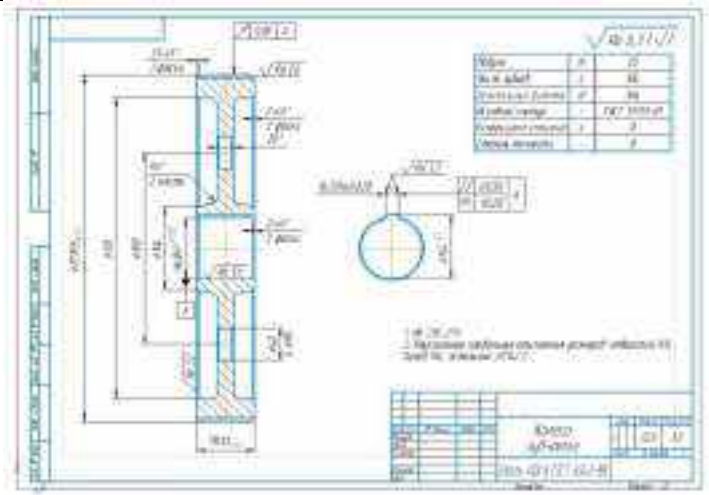


15 Разработка технологического процесса изготовления детали «Шестерня 1»

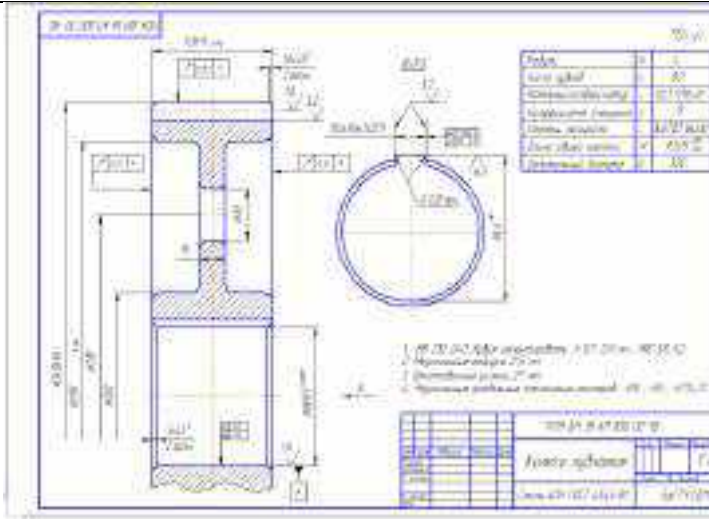


<p>16</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Валшестерня (быстроходный)»</p>	
<p>17</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 7»</p>	
<p>18</p>	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 8»</p>	

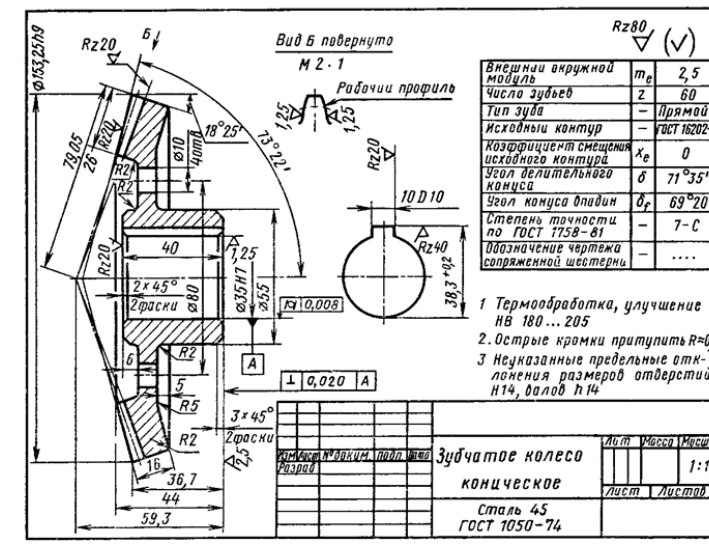
19 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 9»



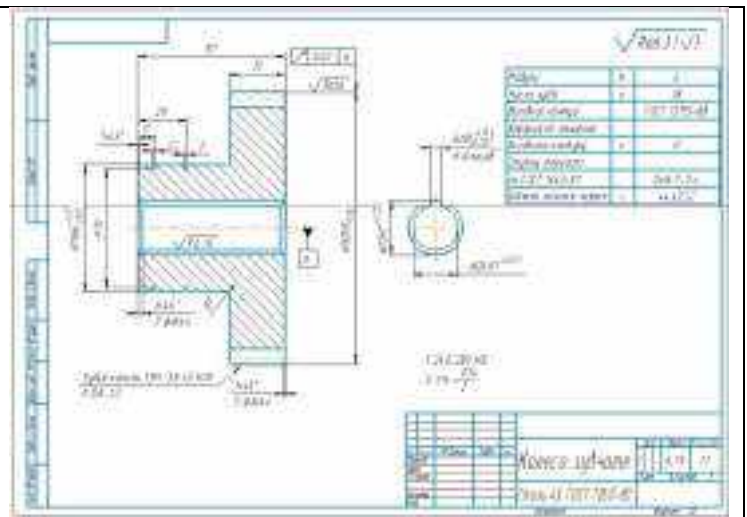
20 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 10»



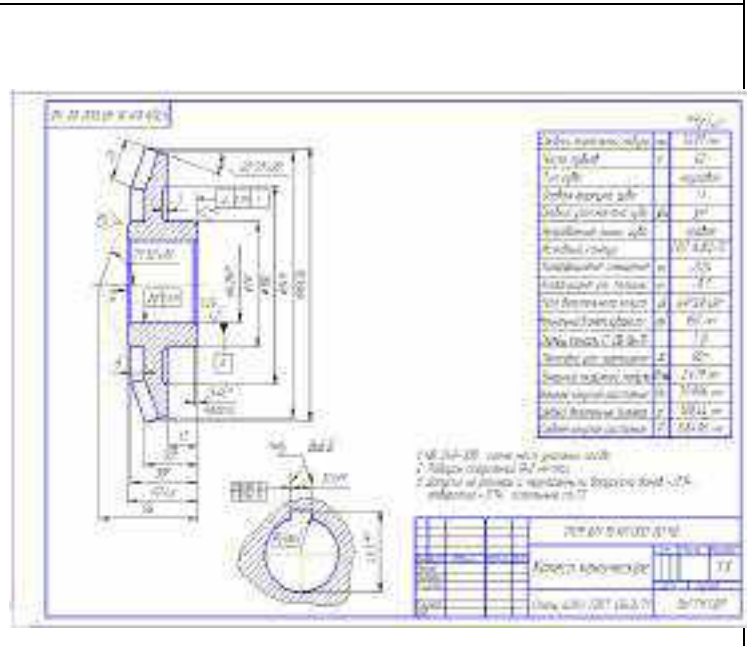
21 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо коническое»



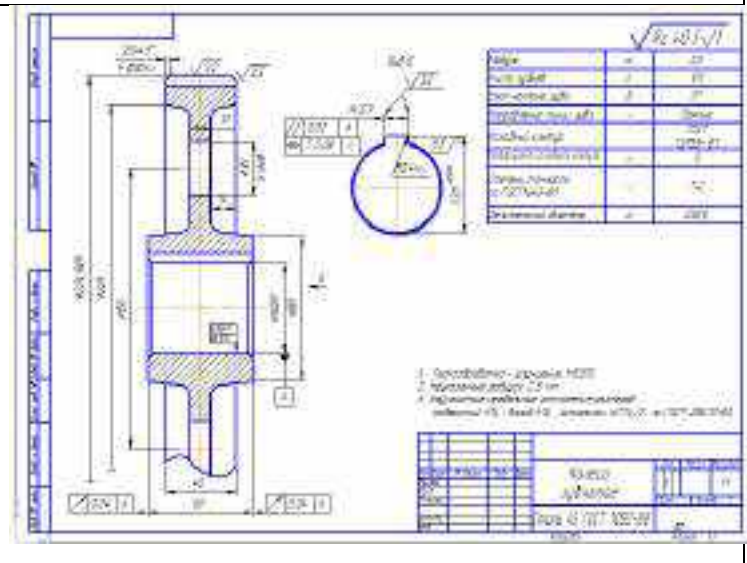
22 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 11»

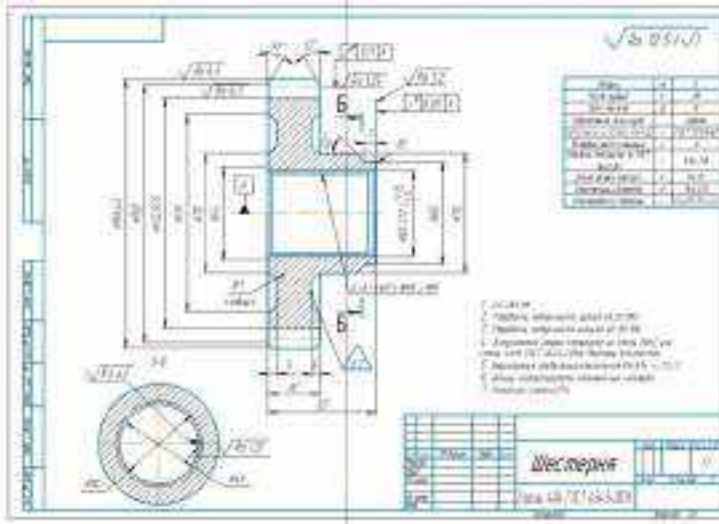


23 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо коническое»



24 Разработка технологического процесса изготовления детали «Колесо зубчатое 12»



25	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Шестерня 2»</p>	
----	--	--

Вопросы для повторения:

1. Производственный процесс – определение
2. Технологический процесс – определение
3. Состав технологического процесса – дать определения каждого элемента технологического процесса
4. Классификация технологических процессов
5. Порядок разработки технологического процесса механической обработки зубчатого колеса с термообработкой.
6. Что такое норма времени?
7. Назовите известные вам методы определения нормы времени.
8. Что такое штучное время?
9. На какие работы рабочий затрачивает подготовительно-заключительное время?
10. На какие работы затрачивается основное время?
11. На какие работы рабочий затрачивает вспомогательное время?
12. Назовите составляющие расчетной длины обработки.
13. Каким образом учитывают подготовительно-заключительное время при нормировании операций?

Тема 2. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин

Практическая работа № 4

Тема работы: Проектирование техпроцессов изготовления деталей с использованием станков с ЧПУ

Цель работы: *уметь:*
разрабатывать технологический процесс механической обработки деталей типа «вал» и «плита»; рассчитывать режимы резания для механической обработки детали с учетом особенностей работы на станках с ЧПУ;
рассчитывать время необходимое для механической обработки детали.

**Материально -
техническое оснащение:** Чертеж детали.

Количество часов: 4 часов.

Основные понятия:

1. Особенности проектирования технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ

Проектирование технологического процесса (ТП) обработки детали на станках с ЧПУ существенно отличается от разработки его на станках с ручным управлением (РУ). Наиболее важной особенностью проектирования разработки на станках с ЧПУ является интеграция операций. Для станков с РУ, как известно, доминирует принцип дифференциации операций.

При использовании станков с ЧПУ значительно возрастает сложность и трудоемкость проектирования технологии. Появляются принципиально новые элементы техпроцесса: УП, схема движения инструментов, карта раскладки инструмента в магазине, карта настройки инструмента на станке и вне станка, расчетно-технологическая карта (РТК), операционная расчетная карта, карта программирования и др.

Технологический процесс обработки на станке с ЧПУ, в отличие от традиционного технологического процесса, требует большей детализации при решении технологических задач и учета специфики представления информации. Структурно технологический процесс также делится на операции, элементами которых являются установки, позиции, технологический и вспомогательный переходы, рабочие и вспомогательные ходы.

Детализация технологического процесса для оборудования с ЧПУ приводит к необходимости разделения всех рабочих и вспомогательных ходов на шаги. Каждый из шагов представляет собой перемещение инструмента на отдельном участке траектории.

Простейшими составляющими процесса обработки являются элементарные перемещения и технологические команды, обрабатываемые УЧПУ.

Проектирование технологического процесса связано с решением трех специфических задач:

1. Разработка наиболее экономичной последовательности изготовления элементов детали и подготовка УП. Такая разработка может быть выполнена двумя методами: методом моделирования процесса обработки с учетом опыта высококвалифицированных рабочих станочников, а также расчетно-аналитическим методом.

2. Размерная увязка траектории движения инструмента с системой координат станка и положением заготовки. От рационального решения этой задачи зависит равномерность распределения припуска и достижение заданной точности изготовления деталей.

3. Рациональная ориентация заготовки на столе станка. От решения этой задачи зависит обеспечение высокой производительности станка и безопасность рабочего при смене детали.

В общем случае проектирование технологических процессов (ТП) для станков с ЧПУ можно разделить на три стадии:

- разработку маршрута изготовления детали;
- разработку операционного технологического процесса (ТП);
- подготовку управляющей программы (УП).

Каждая стадия содержит несколько этапов проектирования. Создание УП для станков с ЧПУ в условиях автоматизированного производства является важнейшей задачей всей системы ТПП. Документация, разработанная на первой стадии, является исходной для выполнения работ на второй и третьей стадиях.

2. Разработка маршрутной технологии для станков с ЧПУ

Маршрут обработки детали на станке с ЧПУ в общем случае определяется последовательностью обработки, увязанной с оборудованием и с комплексом технологической оснастки.

Последовательность обработки детали на станке с ЧПУ зависит от формы и размеров заготовки, от формы, вида и размеров базовых поверхностей, а также от требований, предъявляемых к операциям, намеченным в общем ТП

для осуществления на станках с ЧПУ. Должен быть максимально использован опыт обработки аналогичных деталей на обычных станках.

Прежде всего должен быть решен вопрос о количестве установов (положений) деталей на столе или в шпинделе станка, необходимых для полной ее обработки.

Первый установ, как правило, выбирают из условия наиболее удобного базирования заготовки по "черновым" или заранее подготовленным "чистовым" базам.

Второй и последующие установы должны предусматривать использование обработанных при предыдущих установках чистых поверхностей в качестве технологических баз для промежуточной и финишной обработки.

Конечной задачей является поиск схемы, обеспечивающей наиболее полную обработку детали со всех сторон с наименьшим количеством установов и требуемой при этом оснастки.

При выборе последовательности операций следует учитывать необходимость совмещения конструкторской и технологической баз и получение технологических баз. В условиях автоматизированного производства операция по подготовке баз и удалению части припуска выполняется, как правило, на одноинструментальных станках с ЧПУ, обладающих повышенной жесткостью и сравнительно невысокой точностью.

В процессе разработки схемы последовательности обработки детали выполняют эскизное проектирование приспособления для базирования и закрепления заготовки на каждом установе. При необходимости составляется техническое задание (ТЗ) на проектирование оснастки.

После выяснения требуемого числа и последовательности установов заготовки задают последовательность обработки детали по зонам,

обусловленным ее конструктивными особенностями (внутренний и наружный контуры, окна, приливы и пр.). В каждой зоне выделяют отдельные элементы (торец, внутренний контур, окна, отверстия), для которых устанавливают вид обработки (черновая, чистовая) и требуемые типоразмеры инструментов.

Отдельные элементы, обрабатываемые одним инструментом, группируются как внутри зоны, так и по всем зонам. Такое группирование позволяет выявить необходимое количество типоразмеров режущих инструментов для обработки всей детали и выяснить возможность обработки всех доступных зон на данном станке.

Последовательность обработки по зонам определяется конструкцией детали и заготовки. При установлении такой последовательности следует, где это возможно, придерживаться принципа, обеспечивающего максимальную жесткость детали на каждом участке обработки.

Так, обработку корпусной детали с ребрами целесообразно начинать с фрезерования торцов ребер и лишь после приступать к обработке контура детали, так как ребра при этом будут более жесткими. Целесообразно вначале обработать внешний контур, а потом - внутренний (окна, колодцы). Внутренний контур детали следует обрабатывать от центра к периферии.

На токарном станке, когда последовательность обработки частей (зон) детали ничем не обусловлена, обработку следует начинать с более жесткой части (большого диаметра) и заканчивать зоной малой жесткости. Получистовую и чистовую обработку, для которой требуется обычно несколько инструментов, целесообразно вести на станках, имеющих магазин инструментов.

При проектировании маршрута обработки детали на станке с ЧПУ широко используются типовые и групповые технологические процессы, а также опыт

обработки данной детали на станках с ручным управлением. При этом преследуется цель максимально использовать оправдавшие себя технологические приемы, существующую оснастку и инструмент. Если деталь ранее не обрабатывалась, в качестве прототипа подбирается аналогичная из действующего производства или базы данных САПР ТП.3.

3.Выбор оборудования для обработки различных групп деталей

Маршрутная технология определяет, прежде всего, принципиальную схему ТП. На этом этапе выявляют типы станков с ЧПУ, которые требуются для обработки данной детали. Далее на стадии разработки маршрутного ТП детально рассматривают оборудование в целях выбора для каждой операции конкретной модели станка.

Детали типа тел вращения разбивают на две группы:

- 1) детали, подлежащие обработке на патронных токарных станках (зубчатые колеса, фланцы, кольца, сепараторы, втулки и т.д.);
- 2) детали, подлежащие обработке на центровых станках (ступенчатые валы, шпиндели, ходовые винты и т.д.).

Для обработки деталей первой подгруппы могут потребоваться несколько групп станков; это создает благоприятные условия для образования замкнутых участков из станков с ЧПУ. Детали этой подгруппы имеют много переходов и сложную конфигурацию, поэтому станки должны быть оснащены большим количеством инструментов. Если требуется дополнительная обработка деталей (сверление, фрезерование, шлифование), то применяют станки с ЧПУ других групп или токарные многоцелевые станки типа ТОЦ.

Что касается деталей второй подгруппы, то их черновую обработку целесообразно производить на одноинструментальных токарных станках с

ЧПУ. Для получистовой, а в некоторых случаях и чистовой обработки ступенчатых валов и шпинделей рекомендуется многоинструментальные токарные станки с ЧПУ, имеющие инструментальную револьверную головку или магазин.

Доработка деталей типа валов или шпинделей (сверление несоосных отверстий, фрезерование шпоночных пазов и т. п.) чаще всего выполняется на универсальном оборудовании. Однако в последнее время наметилась тенденция выполнять операции сверления и фрезерования подобных деталей совместно с токарной обработкой. Для этих целей используют токарные многоцелевые станки типа ТОЦ.

Детали, требующие фрезерной обработки, прежде всего группируют по числу требуемых координат и габаритным размерам.

Плоскостные детали (планки, косынки, крышки, плиты, плоские кулачки и др.), имеющие пазы, окна, скосы, уступы, кривые поверхности, для которых может быть использован один инструмент, целесообразно обрабатывать на одноинструментальных фрезерных станках, а если на деталях одновременно имеются крепежные ступенчатые отверстия разного диаметра и разной глубины, то их целесообразно обрабатывать на многоинструментальных фрезерных станках. На этих станках можно также выполнять черновую, получистовую и чистовую расточку отверстий по 7-8-му качеству.

Детали среднего литья (рычаги, вилки, кронштейны, средние корпусные детали) следует обрабатывать с максимальной концентрацией операций на станке. Первую операцию рекомендуется выполнять так, чтобы базовая плоскость и базовые отверстия обрабатывались с одного установа.

Обработку деталей, имеющих отверстия в пяти плоскостях, целесообразно разделить на две операции: 1) подготовку базы на вертикально-расточных

или фрезерных станках; 2) обработку отверстий (в том числе крепежных) и плоскостей с четырех сторон на многоцелевых станках.

Для корпусных деталей коробчатой формы может потребоваться обработка по пяти-шести плоскостям. Для этого рекомендуется использовать станки с ЧПУ следующих типов: для черновой обработки - горизонтальные станки с ручной сменой инструмента; для получистовых операций (подготовки базовой плоскости и двух базовых отверстий, сверления всех крепежных отверстий) - вертикально-фрезерные с револьверной головкой; для чистовых операций (обработки трех плоскостей) - многоцелевые станки.

Черновую, получистовую и частично чистовую обработку корпусных деталей, у которых длина и ширина значительно превышает высоту (салазки, каретки и др.), рекомендуется выполнять на продольно-фрезерных станках с ЧПУ.

Перечисленные требования и рекомендации по выбору оборудования не являются окончательными и абсолютными. На практике часто решающее значение имеют реальные условия производства, например, наличие и состояние того или иного оборудования и технологической оснастки.

4. Назначение режимов резания при обработке на станках с ЧПУ

При обработке на станках с ЧПУ в основном сохраняется методика, разработанная для обычных станков, но вместе с тем существуют некоторые особенности. В общем случае определение режимов резания для обработки на станках с ЧПУ начинается с установления числа стадий обработки и их характера: черновая, получистовая, чистовая и отделочная. Для каждой стадии определяется глубина резания, подача, экономическая стойкость, скорость резания (число оборотов шпинделя станка). При этом учитывают уровень технологического обеспечения, под которым понимают создание условий, повышающих надежность системы СПИД и стабильность процесса

обработки, правильный выбор и повышение качества заготовок, дробление стружки, обеспечение равномерного припуска заготовок, высокое качество и правильный выбор режущего инструмента, рациональное обслуживание станка и т.д.

Существуют общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ.

Нормативы режимов резания применяют на стадии разработки операционного технологического процесса. Они позволяют определить:

- конструкцию и материал режущей части инструмента;
- необходимые стадии обработки;
- глубину резания для каждой стадии обработки;
- подачу для каждой стадии обработки;
- скорость резания для каждой стадии обработки;
- мощность, необходимую для резания;
- крутящий момент от сил резания;
- время автоматической работы станка по программе.

Конструкцию и материал режущей части инструмента выбирают в зависимости от конфигурации обрабатываемой детали, стадии обработки, характера снимаемого припуска, обрабатываемого материала и др. Предпочтительно применение инструмента, оснащенного пластинками из твердого сплава, если нет технологических или каких-либо других ограничений по их применению.

Необходимые стадии обработки выбирают исходя из требований к точности обрабатываемых поверхностей и точности применяемой заготовки.

Стадии обработки выбирают из соответствующих карт для каждого вида обработки. При обработке отверстий выбор стадий обработки сводится к выбору последовательности переходов.

Глубина резания для каждой стадии обработки должна обеспечивать выполнение следующих требований:

снятие погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующей стадии обработки;

компенсацию погрешностей, возникающих на выполняемой стадии обработки.

Глубину резания при черновом проходе в первом приближении задают в зависимости от жёсткости инструмента, прочности и размеров пластин твёрдого сплава.

Подачу для каждой стадии обработки назначают с учётом размеров обрабатываемой поверхности, заданной точности и шероховатости, обрабатываемого материала, выбранной на предыдущем этапе глубины резания а также из условия формирования несливной стружки. При черновой обработке подачу выбирают максимально допустимой по условиям технических ограничений: жёсткость обрабатываемой детали, жёсткость резца, прочность державки резца, прочность режущих пластин резца, прочность механизма подач станка, наибольший крутящий момент, мощность главного привода и привода подач, предельные минутные подачи на станке. На станках с ЧПУ подачу при первом черновом проходе заготовок, имеющих биение по торцу, наружному диаметру или отверстию, на участке

входа резца обычно снижают на 20-30 %, чтобы предотвратить сколы режущих кромок.

При выборе подачи кроме обычных поправок вводят поправку на вероятность выкрашивания пластины:

$$S = S_H \times K_S,$$

где: S_H - номинальное (табличное) значение подачи;

K_S - коэффициент вероятности в зависимости от уровня технологического обеспечения.

При высоком уровне технологического обеспечения $K_S = 1,1 - 1,4$, при его снижении $K_S \leq 1$, поэтому снижается подача, а значит, уменьшается нагрузка на режущую кромку и вероятность выкрашивания пластин.

При выбранных глубине резания и подаче задают такую скорость резания, которая обеспечивала бы оптимальную стойкость инструмента.

Экономическую стойкость инструмента $T_{\text{Э}}^I$ при работе на станках с ЧПУ можно просто определить в зависимости от известной номинальной экономической стойкости $T_{\text{Э}}$, установленной для станков с ручным управлением:

$$T_{\text{Э}}^I = T_{\text{Э}} \times K_T,$$

где: K_T - общий коэффициент уровня технологического обеспечения для станков с ЧПУ.

При высоком уровне обеспечения $K_T = 0,25 - 0,3$, а $T_{\text{Э}} = 15 - 20$ мин. При недостатках в технологическом обеспечении K_T возрастает и может быть больше единицы. Это заставляет снизить параметры режимов, но повышает

вероятность безотказной работы, т. е. достигается максимальная производительность обработки.

Рекомендуется сопоставлять стойкость с длительностью выполнения переходов для одной или нескольких деталей. Необходимо предусматривать 10-15% запас по стойкости, исключая потерю режущих способностей инструмента в середине обработки.

Рекомендуемые периоды стойкости для черновой и чистовой обработки составляют: 35-45 мин - для сборных резцов с МНП, 30 мин для быстрорежущей стали, 20-35 мин - для резцов с напайными пластинками твердого сплава.

Режимы резания при обработке отверстий на сверлильных и расточных станках с ЧПУ следует назначать с учетом уменьшения периода стойкости инструмента при возрастании стоимости станка. Рекомендуемые периоды стойкости при обработке отверстий диаметром 10-30 мм (для стали): сверла - 15-45 мин; зенкеры - 10-20 мин, цековки - 25-30 мин. Для чугуна эти данные снижают на 30%.

Особенностью большинства эксплуатируемых в настоящее время фрезерных станков является то, что число оборотов инструмента и интенсивность охлаждения устанавливаются заранее для данного цикла обработки. В связи с этим выбранное значение скорости окажется оптимальным не для всех участков детали. В этом случае используемые методы расчета режимов резания предусматривают выделение для каждой операции одного "основного участка обработки", для которого находятся оптимальные режимы резания: число оборотов и минутная подача.

Для остальных неосновных участков определяются неоптимальные, но вполне удовлетворительные значения минутной подачи при уже известном числе оборотов.

Основной технологический участок выбирается с учетом требований наиболее повышенной точности обработки с минимальной шероховатостью, пониженной жесткостью и т.д.

При разбивке детали на технологические участки следует учитывать постоянство припуска в пределах участка. Для ширины фрезерования допускается колебание припуска не более 30%, а для глубины - не более 20%.

При обработке детали на фрезерном станке с ЧПУ, имеющем автоматическое регулирование частоты вращения шпинделя, для каждого участка устанавливаются свои оптимальные режимы резания.

При контурном фрезеровании последний чистовой проход должен выполняться со снятием припуска не более $0,2 \times D_{\text{фр}}$.

При определении подачи необходимо учитывать, что скорость относительного движения центра фрезы будет отличаться от скорости периферийных точек, совпадающих с точками контура детали.

5. Нормирование операций обработки на станках с ЧПУ

Норма времени на выполнение операций на станках с ЧПУ при работе на одном станке ($H_{\text{ВР}}$) состоит из нормы подготовительно-заключительного времени ($T_{\text{ПЗ}}$) и нормы штучного времени ($T_{\text{Ш}}$)

$$H_{\text{ВР}} = T_{\text{Ш}} + \frac{T_{\text{ПЗ}}}{n};$$

$$T_{\text{Ш}} = (T_{\text{ЦА}} + T_{\text{В}} \times K_{\text{В}}) \times \left[1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right];$$

где: $T_{\text{ЦА}}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_{\text{В}}$ - вспомогательное время на выполнение операции, мин;

$a_{\text{тех}}$, $a_{\text{орг}}$, $a_{\text{отл}}$ - время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности при одностаночном обслуживании, % от оперативного времени;

$K_{\text{ив}}$ - поправочный коэффициент на время выполнения ручной вспомогательной работы в зависимости от партии обрабатываемых деталей.

Время цикла автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$T_{\text{ЦА}} = T_{\text{О}} + T_{\text{МВ}}$$

где: $T_{\text{О}}$ - основное (технологическое) время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{МВ}}$ - машинно-вспомогательное время обработки по программе (на подвод и отвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения величины и направления подачи, время технологических пауз и т.п.), мин.

Основное время обработки равно:

$$T_{\text{О}} = \frac{L_i}{S_{\text{mi}}},$$

где: L_i - длина пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке i -го технологического участка (с учетом врезания и перебега), мм;

S_{mi} - минутная подача на данном технологическом участке, мм/мин.

Вспомогательное время на операцию определяется как сумма времен:

$$T_{\text{В}} = T_{\text{В.У}} + T_{\text{В.ОП}} + T_{\text{В.ИЗМ}},$$

где: $T_{в.у}$ - время на установку и снятие детали вручную или подъемником, мин;

$T_{в.оп}$ - вспомогательное время, связанное с операцией (не вошедшее в управляющую программу), мин;

$T_{в.изм}$ - вспомогательное неперекрываемое время на измерения, мин;

Машинно-вспомогательное время, связанное с переходом, включенное в программу и относящееся к автоматической вспомогательной работе станка, предусматривающее подвод детали или инструмента от исходной точки в зону обработки и отвод; установку инструмента на размер обработки; автоматическую смену инструмента; включение и выключение подачи; холостые ходы при переходе от обработки одних поверхностей к другим; технологические паузы, предусмотренные при резком изменении направления подачи, проверке размеров, для осмотра инструмента и переустановки или перезакрепления детали, входит в качестве составляющих элементов во время автоматической работы станка и отдельно не учитывается.

Нормативы подготовительно-заключительного времени рассчитаны на наладку станков с ЧПУ для обработки деталей по внедренным управляющим программам и не включают действий по дополнительному программированию непосредственно на рабочем месте (кроме станков, оснащенных оперативными системами программного управления).

Норма времени на наладку станка представляется как время на приёмы подготовительно-заключительной работы на обработку партии одинаковых деталей независимо от партии и определяется по формуле:

$$T_{пз} = T_{пз_1} + T_{пз_2} + T_{пр.обр},$$

где: $T_{ПЗ}$ - норма времени на наладку и настройку станка, мин;

$T_{ПЗ1}$ - норма времени на организационную подготовку, мин;

$T_{ПЗ2}$ - норма времени на наладку станка, приспособления, инструмента, программных устройств и т.п., мин;

$T_{ПР.ОБР}$ - норма времени на пробную обработку.

Время на приемы подготовительно-заключительной работы устанавливается в зависимости от вида и размерной группы оборудования, а также с учетом особенностей системы программного управления и подразделяется на время на организационную подготовку; на наладку станка, приспособлений инструмента, программных устройств; на пробный проход по программе или пробную обработку детали.

Состав работы на организационную подготовку является общим для всех станков с ЧПУ независимо от их группы и модели. Время на организационную подготовку предусматривает:

получение наряда, чертежа, технологической документации, программоносителя, режущего, вспомогательного и контрольно-измерительного инструмента, приспособлений, заготовок до начала и сдачу их после окончания обработки партии деталей на рабочем месте или в инструментальной кладовой;

ознакомление с работой, чертежом, технологической документацией, осмотр заготовки;

инструктаж мастера.

В состав работы на наладку станка, инструмента и приспособлений включаются приемы работы наладочного характера, зависящие от назначения станка и его конструктивных особенностей:

установка и снятие крепёжного приспособления;

установка и снятие блока или отдельных режущих инструментов;

установка исходных режимов работы станка;

установка программносителя в считывающее устройство и снятие его;

настройка нулевого положения и др.

Исходные данные (задание):

Чертёж детали (согласно варианта);

1. Разработать технологический процесс обработки ступенчатого вала или плиты (детали типа «корпус»).

2. Рассчитать режимы резания для операций механической обработки детали «вал» или «плита» на станке с ЧПУ.

3. Занести рассчитанные режимы резания в технологические процессы.

4. Выполнить нормирование операций технологического процесса на станке с ЧПУ:

- рассчитать основное (технологическое) время на обработку поверхностей заготовки на операцию;
- определить вспомогательное и подготовительно – заключительное время,;
- рассчитать время на организационное и техническое обслуживание;

Порядок выполнения:

1. Написать тему и цель работы

2. Ответить на вопросы по чертежу (устно):
 - Какую форму имеет деталь?
 - Чему равны габаритные размеры детали?
 - Есть ли классные размеры на детали? Какие?
 - Какова шероховатость поверхностей детали? Что называется шероховатостью?
 - Какие требования предъявляются к валам?
3. Провести анализ технологичности детали
4. Составить технологический процесс обработки «вала» или «плита» по плану:
 - выберите оборудование, на котором будет обрабатываться заготовка;
 - выберите приспособления для установки детали;
 - выполните схемы базирования;
 - составьте маршрутный технологический процесс
 - составьте операционный технологический процесс
 - выберите режущий инструмент;
 - выберите измерительный инструмент;
 - назначьте режимы резания на все основные переходы;
 - определите время на основные переходы и на всю операцию.
 - заполнение карты технологического процесса
19. Записать название операции, выполнить эскиз обработки
20. Выбирать по справочнику режущий инструмент, установить его марку материала и геометрические параметры
21. Установить глубину резания для снятия припуска за один проход
22. Назначить подачу по справочнику

23. Назначить период стойкости инструмента
24. Записать формулы для определения скорости резания
25. Выписать из справочника значения коэффициента C_v и показателей степеней m , X_v , Y_v
26. Выписать значения поправочных коэффициентов
27. Сделать вычисления по расчетным формулам
28. Рассчитать частоту вращения шпинделя
29. Скорректировать частоту вращения шпинделя по паспорту станка
30. Рассчитать действительную скорость резания
31. Рассчитать основное время обработки
32. Рассчитать мощность, затрачиваемую на резание
33. Проверить достаточность мощности привода станка для заданного режима резания
19. Обдумать полученный результат и занести рассчитанные режимы резания в технологические процессы
20. Выполнить операционные эскизы
21. По алгоритму (таблица 1, таблица 2) определить норму времени на токарную или фрезерную обработку данной детали
22. Занести рассчитанные нормы времени в технологические процессы, выполненные в практической работе
23. Оформить отчет и сдать практическую работу преподавателю в установленный срок
24. Ответить на вопросы для повторения
25. Оформить отчет и сдать на проверку преподавателю в установленный срок

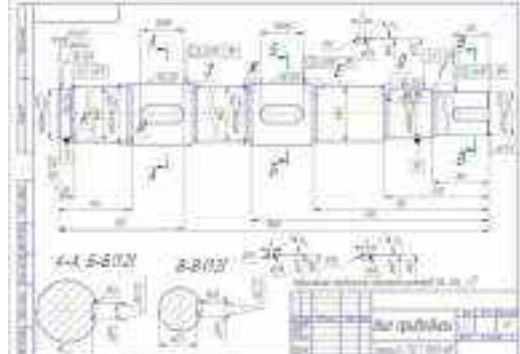
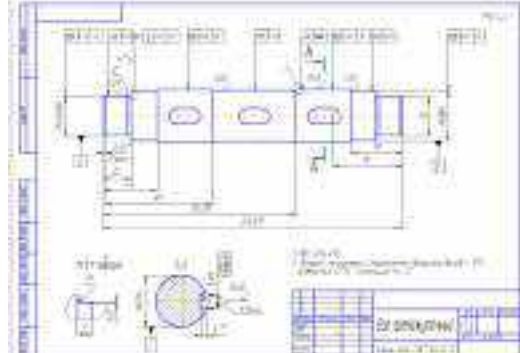
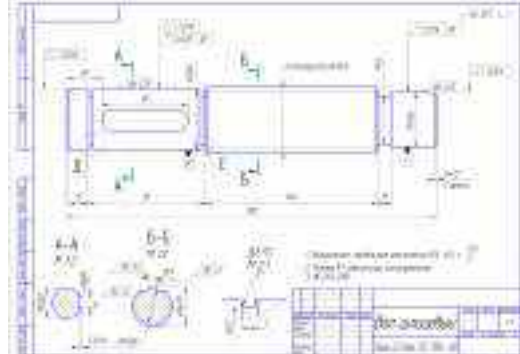
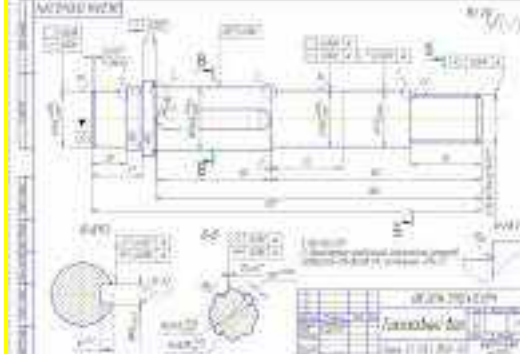
Перечень оборудования: (ТСО, наглядные пособия)

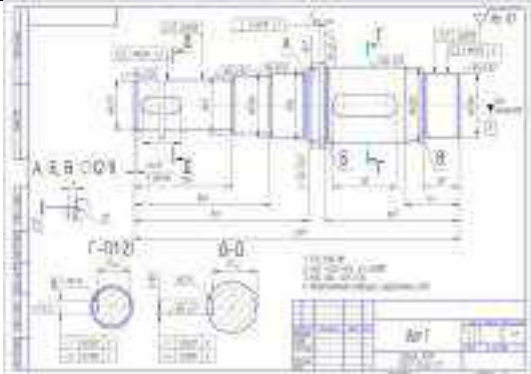
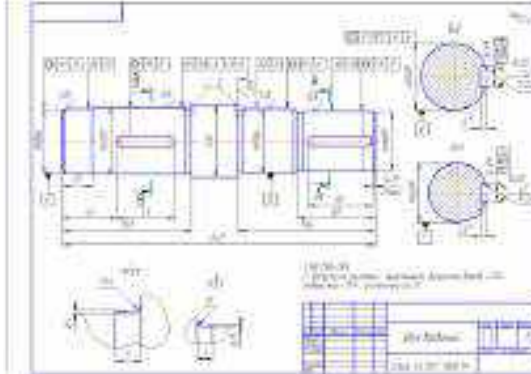
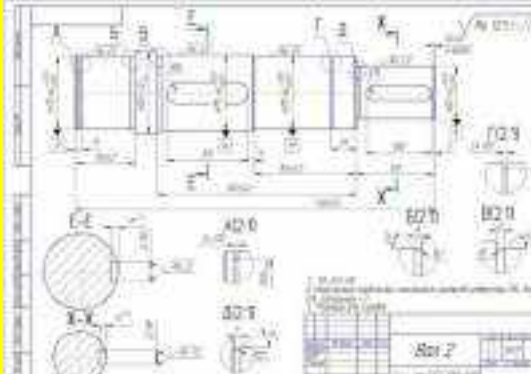
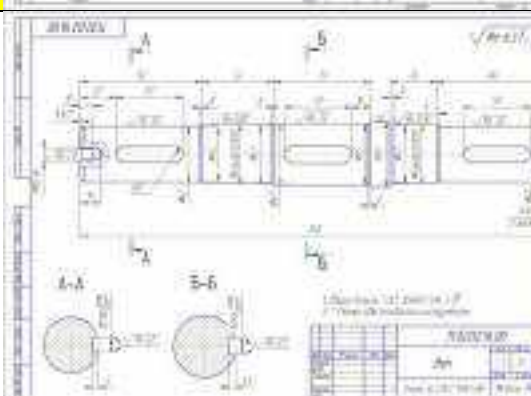
ПК преподавателя, ПК студенческие, проектор, интерактивная доска. Комплект наглядных пособий: комплект чертежей деталей типа «вал» и «плита».

Вопросы для повторения:

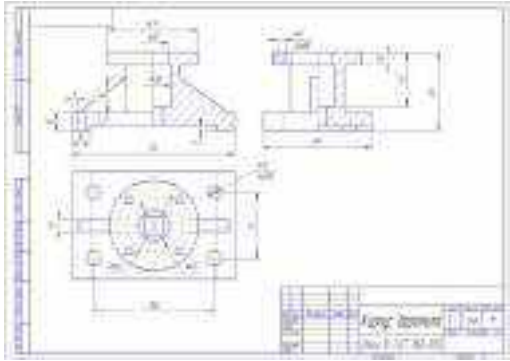
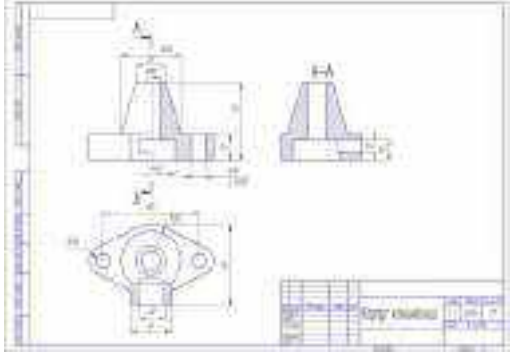

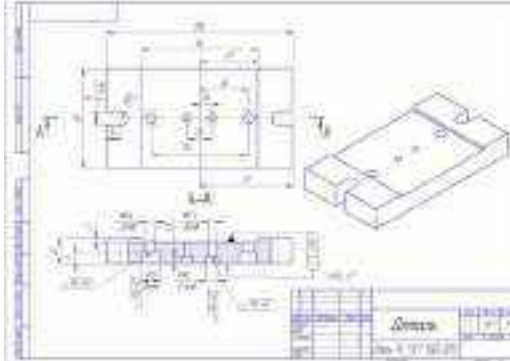
1. Производственный процесс – определение
2. Технологический процесс – определение
3. Состав технологического процесса – дать определения каждого элемента технологического процесса
4. Классификация технологических процессов
5. Порядок разработки технологического процесса механической обработки вала с термообработкой.
6. Производственный процесс – определение
7. Технологический процесс – определение
8. Состав технологического процесса – дать определения каждого элемента технологического процесса
9. Классификация технологических процессов
10. Порядок разработки технологического процесса механической обработки «вала» с термообработкой и детали «плита».
11. Что такое норма времени?
12. Назовите известные вам методы определения нормы времени.
13. Что такое штучное время?
14. На какие работы рабочий затрачивает подготовительно-заключительное время?
15. На какие работы затрачивается основное время?
16. На какие работы рабочий затрачивает вспомогательное время?
17. Назовите составляющие расчетной длины обработки.
18. Каким образом учитывают подготовительно-заключительное время при нормировании операций?

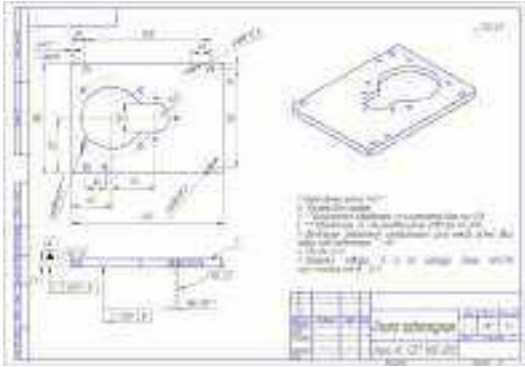
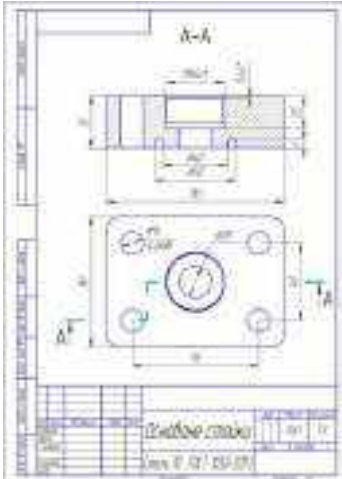
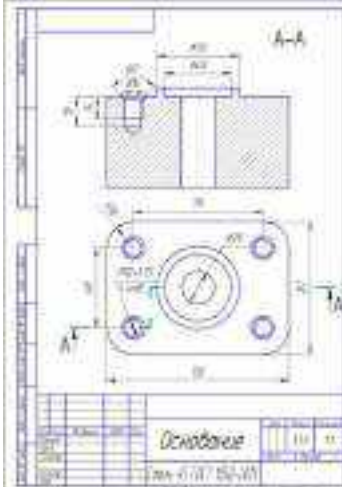
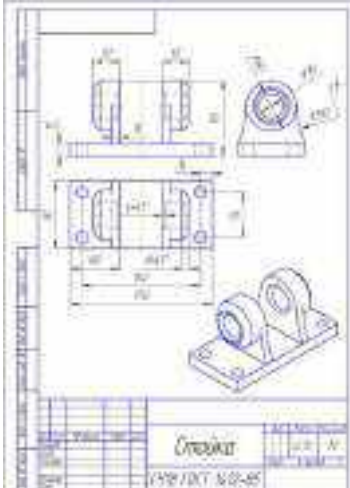
Исходные варианты тем практических работ и чертежи деталей

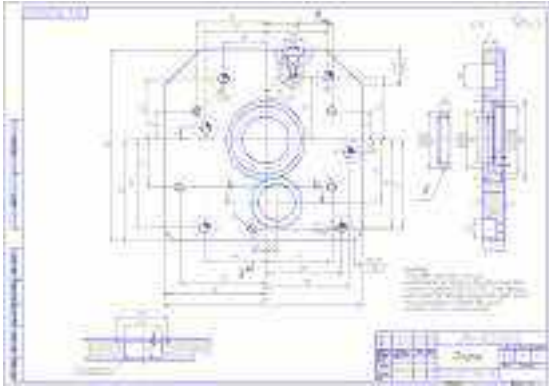
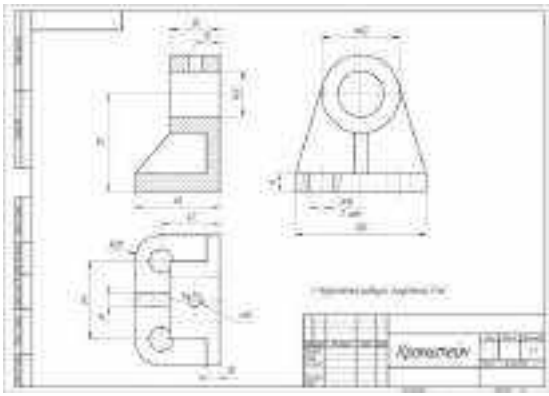
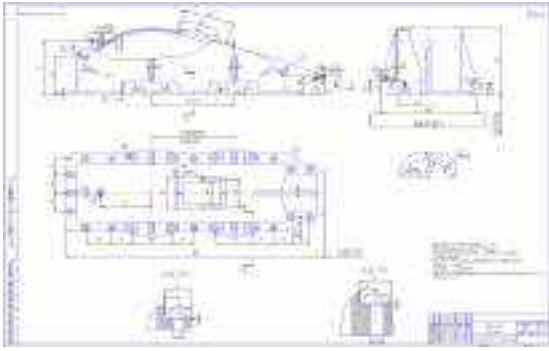
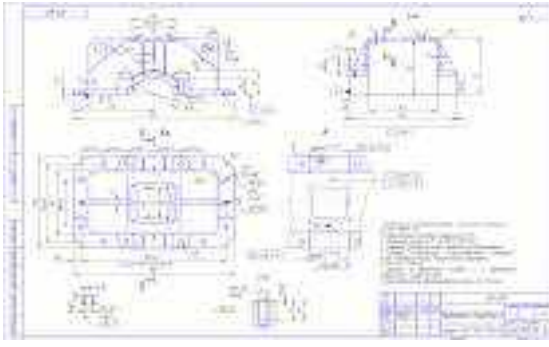
№	темы практической работы	Чертёж
1	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал приводной»	
2	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал промежуточный»	
3	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал шлицевой»	
4	Разработка технологического процесса изготовления детали «Тихоходный вал»	

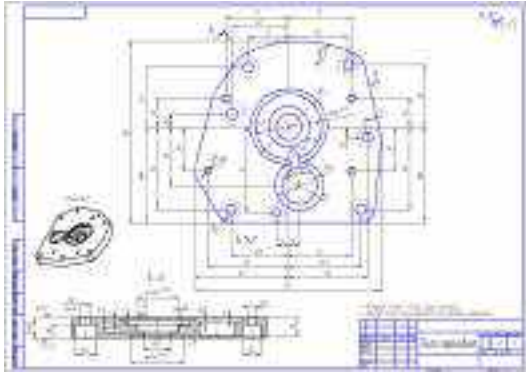
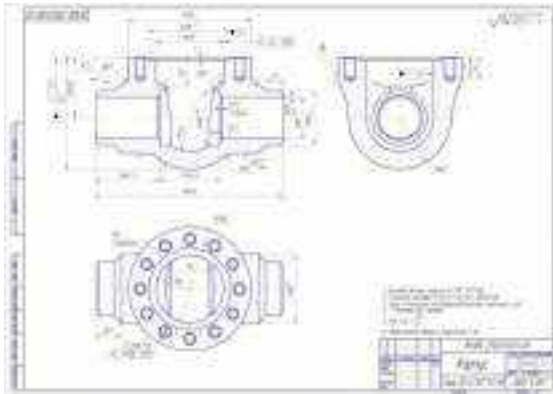
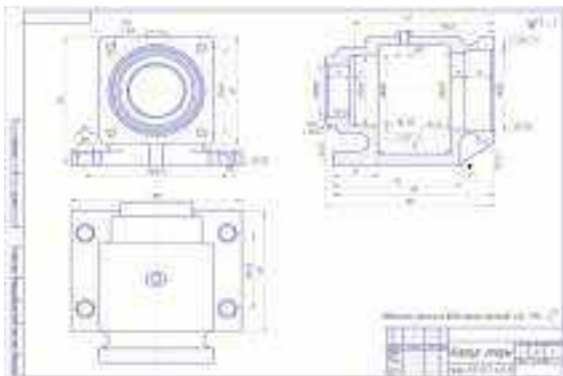
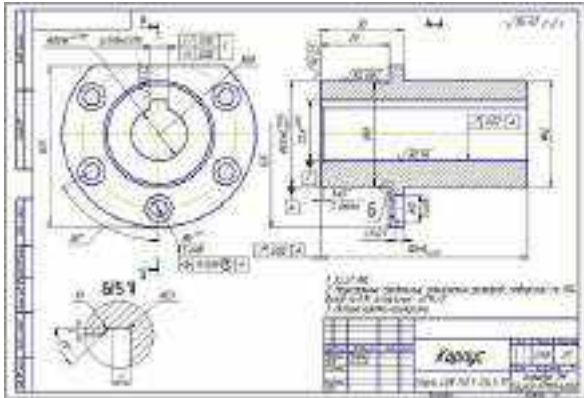
5	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 1»	
6	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал ведомый»	
7	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 2»	
8	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал»	

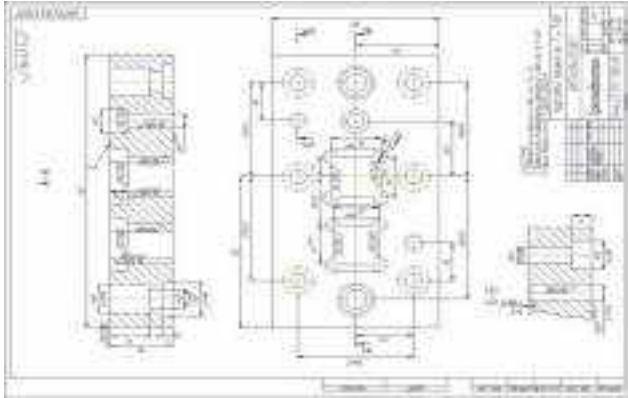
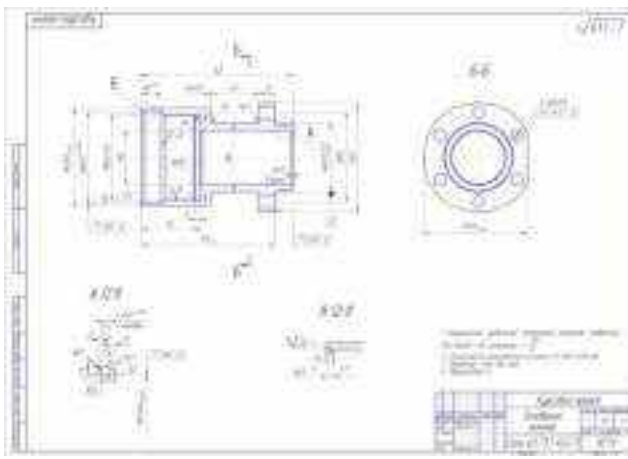
9	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал ведомый»	
10	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал тихоходный»	
11.	Разработка технологического процесса изготовления детали «Вал 3»	
12.	Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита»	

№	темы практической работы	Чертёж
13	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус держателя»</p>	
14	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус конический»</p>	
15	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Нижнее основание корпуса»</p>	
16	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Деталь основания»</p>	

17	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита подмоторная»</p>	
18	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание стойки»</p>	
19	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание»</p>	
20	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Стойка»</p>	

21	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита 1»</p>	
22	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Кронштейн»</p>	
23	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка корпуса»</p>	
24	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Крышка корпуса 2»</p>	

25	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Плита переходная»</p>	
19	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 5»</p>	
20	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус опоры»</p>	
22	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус 7»</p>	

23	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Пуансонодержатель»</p>	
24	<p>Разработка технологического процесса изготовления детали «Основание нижнее»</p>	

Илюшин Борис Николаевич

Методические указания
для выполнения практических работ
по МДК 01.01 «Технологические процессы изготовления деталей машин»
по специальности
15.02.08 Технология машиностроения

Ответственный за выпуск Миляева И.В.

ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина

18 проезд, д. 94, п. Мясново, г.Тула

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМЕНИ С.И. МОСИНА**

**Методические указания по выполнению
практических работ по**

МДК 01.02

**Системы автоматизированного
проектирования и программирования
в машиностроении
для специальности**

15.02.08 Технология машиностроения

УТВЕРЖДЕНЫ

цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «14» января 2022 № 7

Председатель цикловой комиссии  Т.В. Валуева

Составитель: Веселова А.В. – преподаватель Технического колледжа
им. С.И. Мосина ТулГУ

№ п/п	Наименование работы
1.	Разработка УП для фрезерной обработки
2.	Программирование объемной фрезерной обработки
3.	Разработка УП для токарной обработки
4.	Разработка УП для циклов сверления

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по МДК 1.2 Системы автоматизированного проектирования и программирования в машиностроении для специальности 15.02.08 Технология машиностроения обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов с использованием пакетов прикладных программ;

уметь:

- использовать пакеты прикладных программ для разработки конструкторской документации и проектирования технологических процессов;

знать:

- методику разработки и внедрения управляющих программ для обработки простых деталей на автоматизированном оборудовании;

- состав, функции и возможности использования информационных технологий в машиностроении.

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций.

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	Использовать конструкторскую документацию при разработке технологических процессов изготовления деталей.
ПК 1.2.	Выбирать метод получения заготовок и схемы их базирования.
ПК.1.3.	Составлять маршруты изготовления деталей и проектировать технологические операции.
ПК 1.4.	Разрабатывать и внедрять управляющие программы обработки деталей.

ПК 1.5.	Использовать системы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Разработка УП для фрезерной обработки

Цель работы:

- 1) ознакомить студентов с правилами расчета управляющих программ в циклах для станка с устройством ЧПУ класса CNC;
- 2) обучить студентов первоначальным навыкам практической работы с устройством ЧПУ модели Sinumerik 808D;
- 3) обучить студентов первоначальным навыкам отладки УП в графическом режиме на станке с ЧПУ.

Координатная система станка и правила его настройки

Станок модели ФС300 предназначен для фрезерной обработки прямолинейных и сложных криволинейных контуров в режимах линейной и круговой интерполяции, а также для сверления осевых отверстий и нарезания резьбы. Ниже приведены некоторые технические данные станка.

Тип системы ЧПУ.....контурная

Число управляемых координат,

в том числе управляемых одновременно.....3

Дискретность измерительной системы

(по осям X , Y , Z), мм0,001

Максимальное продольное перемещение (X), мм400

Максимальное поперечное перемещение (Y), мм200 Максимальное
вертикальное перемещение (Z), мм 300

Диапазон рабочих подач, мм/мин0–500

Скорость «быстрого» перемещения, мм/мин5000

Регулирование скорости вращения шпинделя:

Число скоростей1

Диапазон регулирования, об/мин

- горизонтального шпинделя1–3000

- вертикального шпинделя1–3000

Настройку станка на программную операцию производят в следующей последовательности:

- 1) устанавливают заготовку в зажимное приспособление;
- 2) устанавливают инструменты наладки в шпиндель или магазин;
- 3) проводят процедуру смещения нуля точки станка для установки нуля точки программы в центр правого торца заготовки;
- 4) выполняют процедуру настройки вылетов для каждого инструмента наладки;
- 5) вводят текст управляющей программы в устройство ЧПУ;
- 6) производят тестовый прогон УП для выявления возможных ошибок.

Станок имеет типовую компоновку (рис. 1.1) с подвижным крестовым столом и возможностью программирования 3-х координат (X, Y, Z).

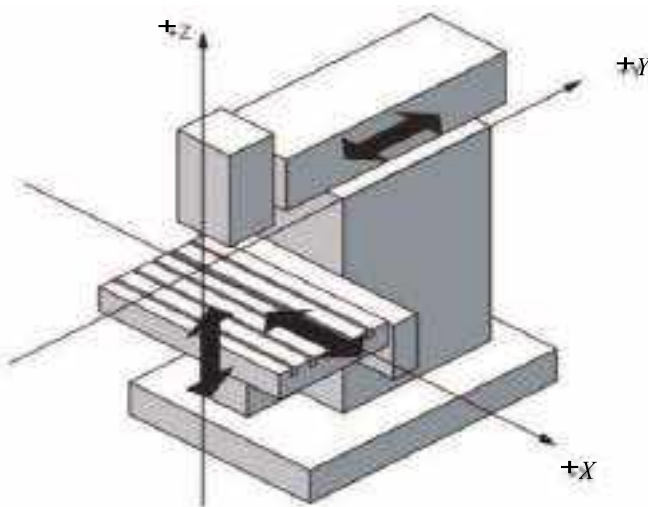


Рис. 1.1. Направление координатных осей фрезерного станка с ЧПУ

Для настройки станка на программную операцию необходимо провести процедуру «Смещение нуля станка». Для того чтобы сместить положение нуля M системы координат станка в точку нуля W системы координат детали, наладчик станка должен определить величины смещения по координатам X , Y , Z (рис. 1.2) и ввести эти значения в память устройства ЧПУ.

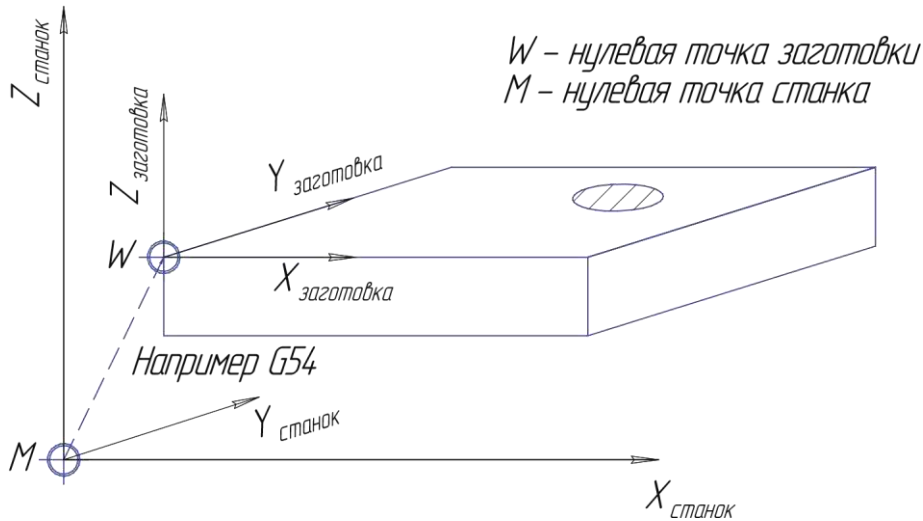


Рис. 1.2. Смещение нуля M станка в точку нуля W заготовки

Применение различных инструментов для выполнения технологических переходов связано с настройкой станка с учетом действительного положения режущей кромки. Это положение характеризуется вылетом инструмента относительно базовой точки шпинделя станка (рис. 1.3). Действительные значения положения режущей кромки R_i , ΔZ_i для каждого инструмента определяются наладчиком станка при настройке на программную операцию. Полученные значения вводятся в память устройства ЧПУ.

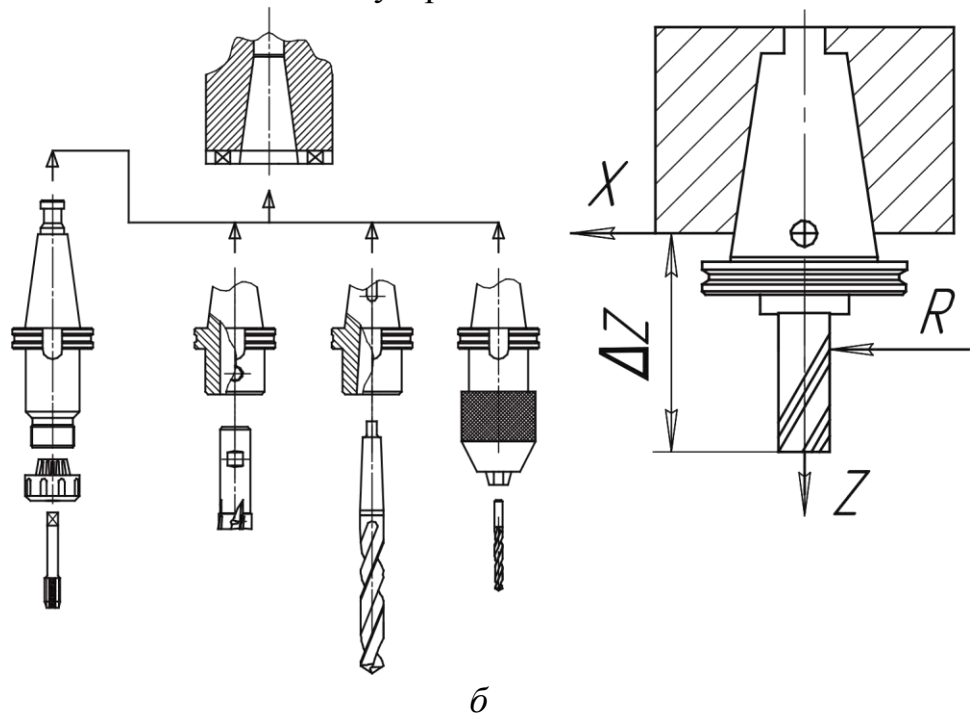


Рис. 1.3. Коррекция вылета инструментов инструментальной наладки: a — инструментальная наладка; b — определяемые параметры R_i , ΔZ_i инструмента

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке; 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетноаналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ. Кодирование управляющей информации для устройства ЧПУ модели Sinumerik808D соответствует стандарту DIN 66217.

Структура управляющей программы

Структурную единицу программы (или подпрограммы) составляет кадр. Система ЧПУ выполняет кадры программы последовательно, один за другим. Кадр представляет собой записанную по правилам программирования последовательность символов языка программирования (символ — это буква латинского алфавита (A–Z), цифра (0–9) либо знак (%, +, – и т. п.)), которая образует строку текста. Каждая строка программы представляет собой кадр, а последующий кадр от предыдущего отделяется при нажатии клавиши перевода строки.

Пример кадра: **N10 G01 X- 100.5 Z500.1F100** Программисты ЧПУ часто применяют термин «формат кадра». Формат кадра определяет

последовательность слов в кадре и их размерность. Используемые в УП символы и их значения приведены в табл. 4.1.

Таблица 1.1

Используемые в УП символы и диапазон их значений

Адрес	Функция	Программируемый диапазон
<i>O</i>	Имя программы	0–9999
<i>N</i>	Порядковый номер кадра	0–9999
<i>G</i>	Подготовительная функция	0–999
<i>X, Y, Z</i>	Перемещения по соответствующим осям	± 99999.999 мм
<i>A, B, C</i>	Угол поворота по осям <i>X, Y, Z</i> соответственно	$\pm 359.999^\circ$
<i>I, J, K</i>	Координаты центра дуги по осям <i>X, Y, Z</i> соответственно	± 99999.999 мм
<i>U, V, W</i>	Перемещения по соответствующим осям в машинной системе координат	± 99999.999 мм
<i>F</i>	Скорость подачи	0.001–99999.999 мм/об (мм/мин)
<i>S</i>	Скорость шпинделя	0–9999
<i>SB</i>	Скорость инструмента	0–9999
<i>T</i>	Номер инструмента	0–999
<i>M</i>	Вспомогательная функция	0–999

Технологические параметры обработки (подача, скорость резания, номер инструмента) записывают соответственно под адресами *F, S, T*.

В зависимости от активных команд *G* обозначения подачи может быть различным: если активна *G98*, то обозначение подачи *F* — мм/мин; если активна *G99*, то обозначение подачи *F* — мм/об.

В зависимости от активных команд *G* обозначение скорости резания также может быть различным: если активна *G96*, то под адресом *S* указывается действительная скорость резания в метрах в минуту; если активна *G97*, то под адресом *S* указывается скорость вращения шпинделя в оборотах в минуту.

Номер применяемого инструмента задают под адресом *T*. Номер ячейки, в которой хранится информация о радиусе и вылете режущей кромки инструмента, задают под адресом *D*. Вспомогательные функции применяются для выполнения станком команд, связанных с включением или выключением исполнительных механизмов. Сокращенный перечень вспомогательных функций *M* приведен ниже:

M0 запрограммированный останов
 M1 останов по дополнительному заданию
 M2 завершение главной программы с возвратом к ее началу
 M30 завершение программы (как M2)
 M17 завершение подпрограммы
 M3 вращение шпинделя по часовой стрелке
 M4 вращение шпинделя против часовой стрелки
 M5 останов шпинделя
 M6 смена инструмента
 M40 автоматическая смена ступени зубчатого редуктора
 M41–M45 переключение ступени редуктора с 1 на 5

Программирование в циклах станка

В связи с расширением функциональных возможностей современных ЧПУ появилась необходимость дополнить список стандартных кодов по ISO 6983 новыми циклами, расширяющими функциональные возможности станков и облегчающими разработку УП. Производители устройств ЧПУ по-разному решают эти задачи. В устройствах ЧПУ SINUMERIK 808D фирмы SIEMENS циклы программируются под общим названием CYCLE, т. е. обозначающими последовательность обработки. При помощи управляющей системы SINUMERIK 808D можно выполнять следующие циклы:

1) циклы сверления –

CYCLE81 — сверление, центрирование;

CYCLE82 — сверление, рассверливание;

CYCLE83 — глубокое сверление;

CYCLE84 — жесткое нарезание резьбы метчиком;

CYCLE840 — нарезание резьбы метчиком с компенсирующим патроном;

CYCLE85 — развертывание 1;

CYCLE86 — сверление;

CYCLE87 — сверление с остановом 1;

CYCLE88 — сверление с остановом 2;

CYCLE89 — развертывание 2;

2) циклы сверления по шаблону – HOLES1 — ряд

отверстий на прямой линии;

HOLES2 — ряд отверстий на окружности;

CYCLE802 — произвольные положения;

3) циклы фрезерования — CYCLE71 — торцевое фрезерование;

CYCLE72 — контурное фрезерование;

CYCLE76 — фрезерование прямоугольной втулки;

CYCLE77 — фрезерование круглой втулки;

LONGHOLE — отверстие удлиненной формы;

SLOT1 — шаблон фрезерования канавок;

SLOT2 — шаблон фрезерования кольцевых канавок; ROCKET3 — фрезерование прямоугольных углублений (с помощью любого фрезерного инструмента);

ROCKET4 — фрезерование круглых углублений (с помощью любого фрезерного инструмента);

CYCLE90 — фрезерование резьбы;

CYCLE832 — установочные параметры высокой скорости. Программирование цикла сводится к заполнению специальной таблицы, в которой указываются все перемещения инструмента в цикле, глубина врезания, число проходов, наличие чистового прохода, подача при врезании, основная рабочая подача, подача ускоренных перемещений и др.

В управляющей программе записывается два кадра. В первом кадре инструмент перемещается в точку, из которой начинается действие цикла. Во втором кадре записывается название цикла и делается переход для заполнения таблицы. В таблице запишется последовательность слов, описывающих процесс обработки. При выходе из таблицы все параметры обработки в виде чисел автоматически будут перенесены во второй кадр после названия цикла.

В описании циклов есть ряд схожих параметров:

- 1) базовая (референтная) плоскость RFP — это верхняя плоскость (поверхность) заготовки;
- 2) плоскость безопасности, отстоящая на безопасном расстоянии SDIS от базовой (1–5 мм) в зависимости от допуска на толщину заготовки;
- 3) плоскость отвода RTP, отстоящая от базовой еще дальше, чем плоскость безопасности (2–10 мм);
- 4) глубина обработки DP относительно базовой плоскости;
- 5) глубина обработки DPR относительно нулевой точки;
- 6) значение координат X, Y (для G17), определяющих координаты оси отверстия или точки начала цикла. В целях унификации

технологических решений в циклах реализованы элементы технологии — стандартные подциклы. **Подциклы подвода-отвода инструмента AS1 и AS2**

Подциклы подвода-отвода инструмента AS1 и AS2 (рис. 1.4) применяются при фрезеровании и определяют способ подвода и отвода инструмента от заготовки. Подциклы AS1 и AS2 программируются в цикле двузначным числом при заполнении таблицы. В разряде единиц записываются числа, определяющие, по какому типу линии происходит подвод: 1 — по прямой линии; 2 — по четверти окружности (рис. 1.4, *а*); 3 — по половине окружности (рис. 1.4, *б*). В разряде десятков описывается пространственная траектория: 1 — подвод в плоскости; 2 — подвод в пространстве. Если символ AS2 не записан, принимается то же число, что и для AS1. Для обработки наружного контура часто принимают значение 11 как для подвода, так и для отвода. Таким образом, подвод производится по прямой линии и в одной плоскости. Для обработки внутреннего контура применяют подвод и отвод как по прямой, так и по радиусу. Величина перемещения программируется как LP1 и LP2. LP1 — длина траектории подвода (по прямой) или радиус дуги подвода (по окружности) траектории центральной точки фрезы. LP2 — длина траектории отвода (по прямой) или радиус дуги подвода (по окружности) траектории центральной точки фрезы.

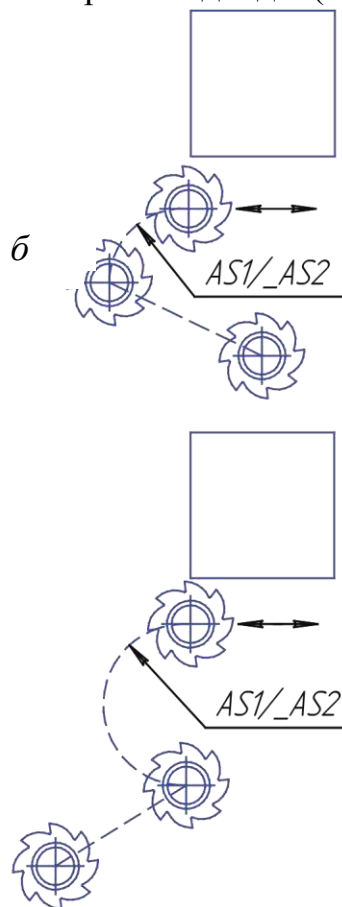


Рис. 1.4. Способы подвода инструмента к контуру и отвода его от контура: *а* — по четверти окружности; *б* — по полуокружности

Подцикл врезания фрезы VARI

Обработка карманов (колодцев) связана с некоторыми технологическими трудностями. Поскольку фреза не может перпендикулярно врезаться в металл, как сверло, то применяют соответствующие технологические приемы. Опускание вращающейся фрезы в сплошной материал необходимо выполнять либо в заранее просверленное отверстие (рис. 1.5, *а*), либо по наклонной прямой с небольшим углом наклона (рис. 1.5, *б*), либо по спирали (рис. 1.5, *в*). Эти технологии

реализованы в подцикле VARI. Здесь же программируется несколько видов обработки: только черновая обработка, только чистовая обработка и полный цикл — черновая обработка с оставлением небольшого припуска для чистовой обработки, а затем чистовая.

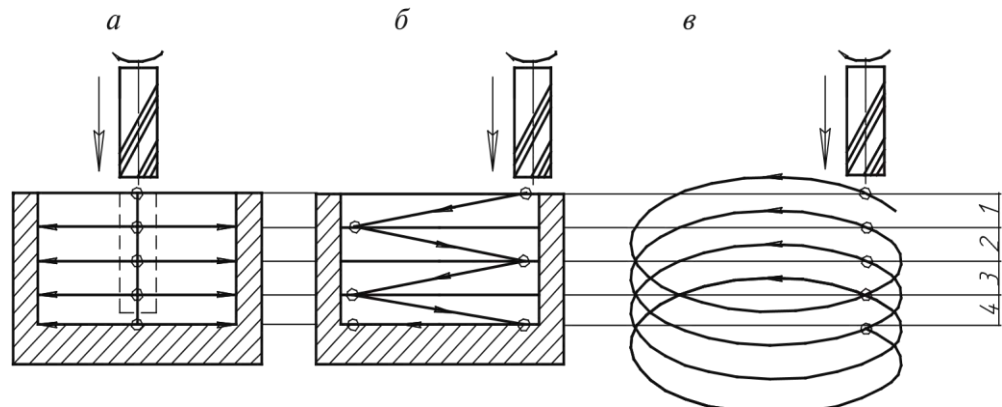


Рис. 1.5. Схемы опускания фрезы в материал: *a* — в просверленное отверстие; *б* — по наклонной прямой; *в* — по спирали

В таблице подцикл VARI программируется в цикле двузначным числом. В разряде единиц записываются числа, определяющие вид обработки: 1 — обработка до припуска на чистовую обработку; 2 — чистовая обработка. В разряде десятков определяется, какой тип врезания будет реализован: 1 — по заранее просверленному отверстию и с рабочей подачей; 2 — по наклонной линии; 3 — по дуге окружности.

Далее рассмотрим правила записи некоторых циклов в управляющей программе.

Программирование циклов обработки отверстий

При программировании CYCLE81 (рис. 1.6) сначала записывается кадр вывода инструмента в точку начала цикла. В следующем кадре нужно записать команду CYCLE81 и в скобках перечислить параметры RTP, RFP, SDIS, DP, DPR в виде ряда чисел, например: (2,0,1, —6,0,14,28,30,35,20,3). Последовательность задания символов CYCLE 81 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, SPCA, SPCO, STA1, KDIS, DBH, NUM) называют форматом цикла CYCLE81.

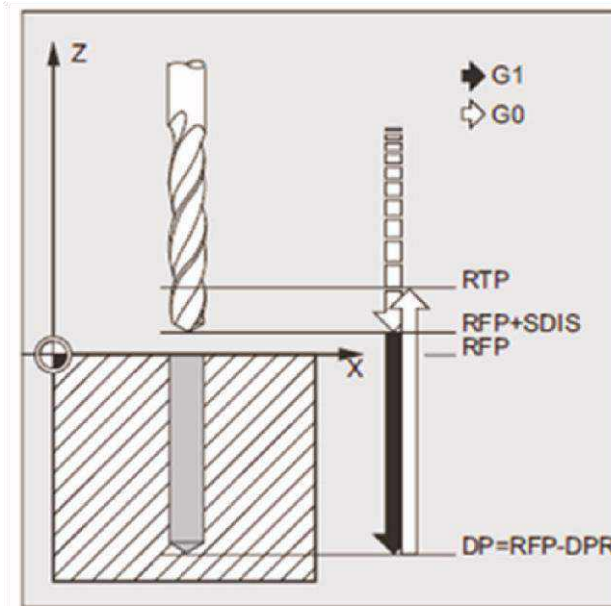


Рис. 1.6. Схема

работы цикла CYCLE 81

Пример ввода значений параметров цикла показан в таблице:

Параметры	Величина параметра
Плоскость отвода RTP абсолютно	2
Референтная плоскость RFP абсолютно	0
Безопасное расстояние SDIS	1
Глубина сверления DP абсолютно	-6
Глубина сверления DPR	0
Абсцисса начальной точки SPCA	14
Ордината начальной точки SPCO	28
Угол наклона ряда STA1	30
Расстояние от начальной точки до первого отверстия KDIS	35
Расстояние между отверстиями DBH, мм	20
Число отверстий NUM	3

Данный цикл часто используют в совокупности с другими циклами: HOLES1, HOLES2.

Для программирования ряда отверстий, находящихся на одной прямой, производителями разработан специальный цикл HOLES1 (рис. 1.7). В цикле реализован алгоритм описания расположения отверстий на детали, а само отверстие формируется другим циклом, например циклом CYCLE81.

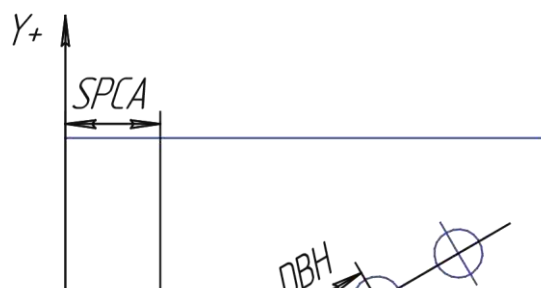


Рис. 1.7. Схема работы цикла HOLES1

Цикл HOLES1 удобно использовать при сверлении рядами на печатных платах отверстий, ориентированных параллельно или наклонно к осям координат. В кадре параметры цикла запишутся в следующем порядке: (SPCA, SPCO, STA1, FDIS, DBH, NUM).

Для отверстий, расположенных по окружности, разработан цикл HOLES2. Он находит применение при программировании сверления отверстий под крепление радиодеталей (микросхем), выводы которых расположены по окружности.

В кадре управляющей программы параметры цикла запишутся в следующей последовательности: HOLES2 (CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, NUM), где CPA, CPO — центр окружности радиусом RAD, на которой расположены оси отверстий; STA1 — начальный угол первого отверстия относительно оси X; INDA — угол индексации, NUM — число отверстий. Если INDA = 0, то отверстия распределяются равномерно по окружности.

Циклы фрезерной обработки

Торцевое фрезерование открытых плоскостей программируют с помощью цикла CYCLE71 (рис. 1.8).

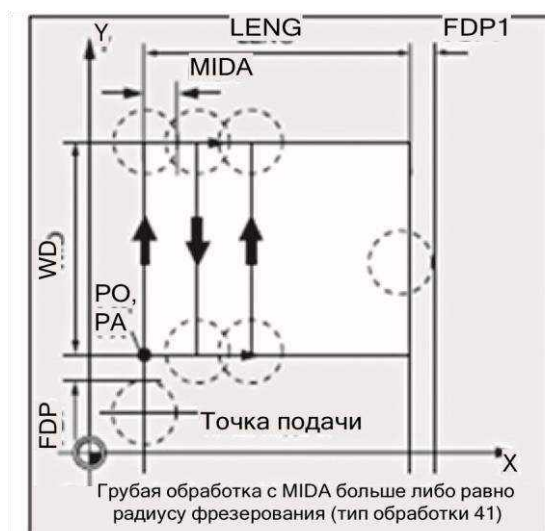


Рис. 1.8. Схема работы цикла торцевого фрезерования CYCLE71
 Формат цикла CYCLE71 (_RTP, _RFP, _SDIS, _DP, _PA, _PO, _LENG, _WID, _STA, _MID, _MIDA, _FDP, _FALD, _FFP1, _VARI, _FDP1). Пример ввода значений параметров цикла показан далее:

Параметры	Величина параметра
Плоскость отвода RTP (абсолютная величина)	2
Плоскость отсчета RFT (абсолютная величина)	0
Допустимый зазор SDIS (должен добавляться к координатам плоскости отсчета; вводится без знака)	1
Глубина DP (абсолютная величина)	-2
Начальная точка PA (абсолютная величина), первая ось плоскости (абсцисса)	10
Начальная точка PO (абсолютная величина), вторая ось плоскости (ордината)	10
Длина прямоугольника LENG по первой оси, заданная в приращениях	100
Длина прямоугольника WID по второй оси, заданная в приращениях	80
Угол STA между продольной осью прямоугольника и первой осью плоскости (абсцисса, вводить без знака). Диапазон значений $0^\circ \leq STA < 180^\circ$	0
Максимальная глубина подачи MID (вводится без знака)	3
Максимальная ширина MID между проходами при обработке плоскости (вводится без знака)	18
Траектория FDP отвода в конечном направлении (с приращением, вводить без знака)	10
Конечные измерения FALD на глубине (с приращением, вводить без знака)	0,1
Скорость подачи FFP1 для обработки поверхности	300

Параметры	Величина параметра
Тип механической обработки VARI (по выбору) Разряд единиц: 1 — закругление, 2 — финишная обработка Разряд десятков: 1 — параллельно первой оси плоскости, однонаправленно; 2 — параллельно второй оси плоскости, однонаправленно; 3 — параллельно первой оси плоскости, со сменой направления; 4 — параллельно второй оси плоскости, со сменой направления	23
Перебег (рабочего органа) FDP в направлении плоскости подачи (с приращением, вводить без знака)	2

Программирование обработки фрезерованием внутренних полостей (карманов)

Программирование фрезерования кругового кармана программируют с помощью цикла POCKET4 (рис. 1.9). В кадре управляющей программы параметры цикла запишутся в следующей последовательности: POCKET4 (RTP, RFP, SDIS, DP, PRAD, PA, PO, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, CDIR, VARI, MIDA, AP1, AD, RAD1, DP1).

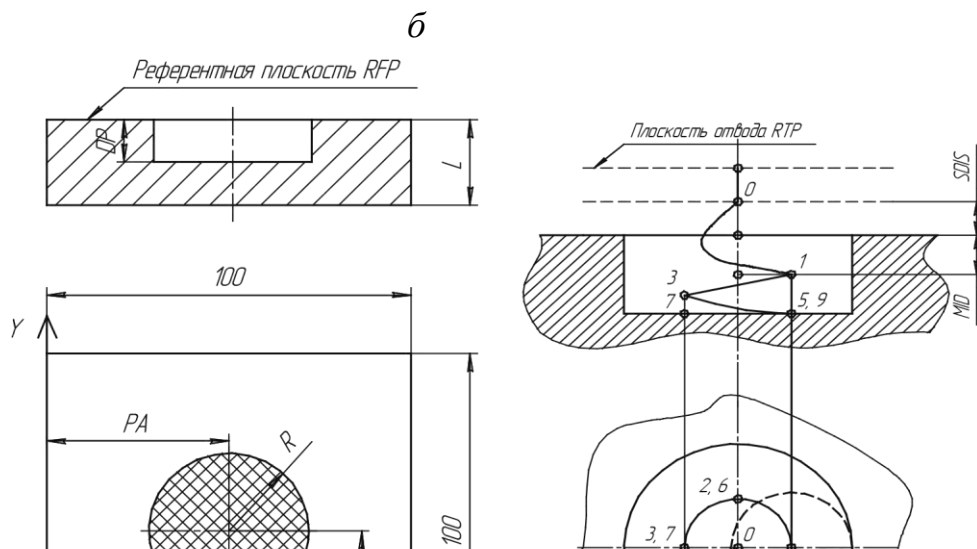


Рис. 1.9. Схема работы цикла ROCKET 4: *a* — исходные данные; *b* — внутренний цикл

Центр конструктивного элемента — кармана — находится на расстоянии PA по оси X и на расстоянии PO по оси Y от плавающего нуля. Если плавающий нуль расположен в центре выемки, то $PA = 0$ и $PO = 0$. В вертикальном направлении имеются три точки для подвода фрезы: одна точка — на плоскости отвода RTP , вторая — на безопасном расстоянии $SDIS$ от детали и третья — на поверхности детали (референтная плоскость RFP). Точки на плоскостях RTP и $SDIS$ необходимы для исключения удара фрезы о поверхность детали при быстром подводе. Если глубина фрезерования больше диаметра фрезы: $L > (0,5 \dots 1) D_{фр}$, весь припуск DP толщины детали L целесообразно разбить на несколько частей. Наибольшая величина дробной части припуска обозначается MID , ее значение зависит от диаметра фрезы, обрабатываемости заготовки, диаметра кармана. Радиус кармана R в таблице обозначается как $PRAD$. Управляя параметром $CDIR$, можно назначить встречное или попутное фрезерование. Одним из важнейших параметров является тип обработки $VARI$. С помощью этого параметра устанавливается винтовое или челночное (для прямоугольных карманов) врезание. Пример ввода значений параметров цикла ROCKET 4 показан ниже:

Параметры	Величина параметра
Плоскость отвода RTP , абсолютно	2
Референтная плоскость RFP, абсолютно	0
Безопасное расстояние SDIS	1
Глубина выемки DP, абсолютно	-6
Радиус выемки PRAD	25
Центр выемки PA, абсцисса	50
Центр выемки PO, ордината	50
Максимальная глубина врезания на одну врезную подачу MID	3
Чистовая обработка края FAL	0,2
Чистовая обработка дна FALD	0,1
Скорость подачи по поверхности FFP1	400
Скорость подачи на глубину FFD	80
Направление фрезерования CDIR (по выбору) 0 — попутное фрезерование 1 — встречное фрезерование 2 — G2 3 — G3	3
Тип обработки VARI (по выбору) Разряд единиц: 1 — черновая обработка 2 — чистовая обработка Разряд десятков: 0 — G0 1 — G1 2 — винтовая 3 — челночная	21
Максимальная глубина врезания для чистовой обработки MIDA	7
Длина без чистовой обработки API	0
Глубина без чистовой обработки AD	0
Радиус только для захода по винтовой траектории RADI	10
Глубина для врезания DPI	3

Программирование циклов обработки наружных стенок

В цикле CYCLE72 (рис. 1.10) реализован алгоритм фрезерования контура детали. Для данного цикла необходимо разработать отдельную подпрограмму со своим именем (расширение.SPF). В подпрограмме описывается траектория движения центра фрезы. Имя подпрограммы (параметр KNAME) записывается латинскими буквами в поле MPF программ.

В кадре управляющей программы параметры цикла запишутся в следующей последовательности: CYCLE72 (KNAME, RTP, RFP, SDIS, DP, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, VARI, RL, AS1, LP1, FF3, AS2, LP2). Положение обрабатываемого контура и параметры обработки определяются относительно плавающего нуля.

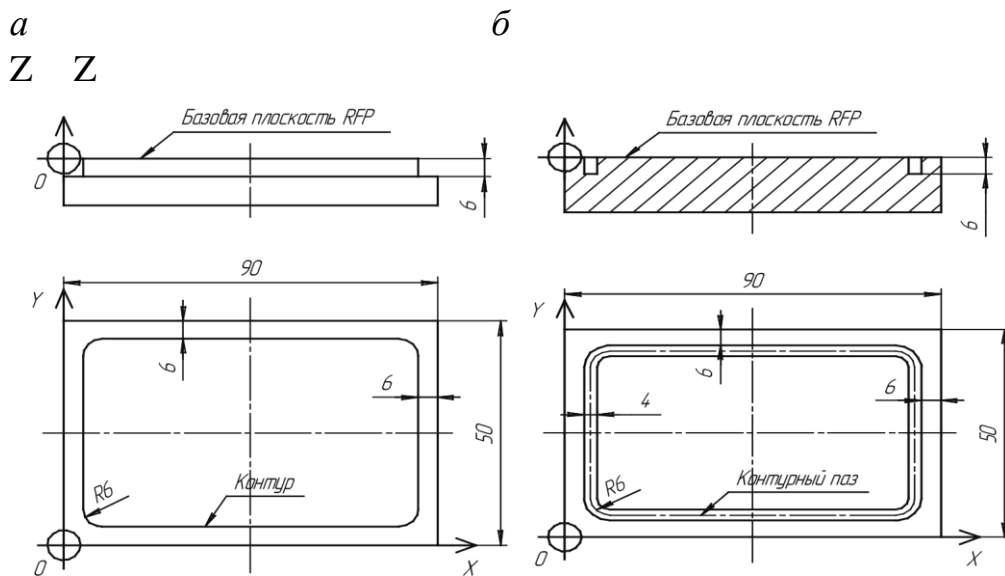


Рис. 1.10. Схема работы цикла CYCLE72:

а — стенка с наружным контуром; *б* — контурный паз

Траектория движения фрезы строится либо эквидистантно контуру (рис. 1.10, *а*), либо по центру паза (рис. 1.10, *б*). В первом случае начальная точка траектории находится за пределами заготовки. Во втором случае начальная точка траектории находится над центром паза, и врезание в заготовку происходит по наклонной прямой. Если глубина обработки больше $D_{фр}$, то весь припуск разделяют на несколько частей и определяют значение MID в миллиметрах. Если припуск не разделен, то $MID = DP$. Пример ввода значений параметров цикла CYCLE72 показан далее:

Параметры (для рис. 1.10, <i>а</i>)	Значение
--------------------------------------	----------

Параметры (для рис. 1.10, а)	Значение
Название KNAME	Kontur1
Плоскость отвода RTP, абсолютно	2
Базовая плоскость RFP	0
Безопасное расстояние SDIS	1
Глубина фрезерования DP, абсолютно	-6
Глубина врезной подачи MID	-6
Чистовая обработка FAL	0
Чистовая обработка FALD	0
Величина подачи по поверхности FFPI	250
Величина подачи врезания FFD	40
Тип обработки VAR1	11
Тип обработки RL	41
Траектория подвода AS1	2
Длина, радиус LP1	5
Подача при отводе FF3	0
Траектория отвода AS2	2
Длина, радиус LP2	5

Программирование обработки круговых пазов

Цикл SLOT2 (рис. 1.11) предназначен для программирования пазов, расположенных по окружности. В процессе заполнения таблицы в кадре управляющей программы сформируется следующая запись: SLOT2 (RTP, RFP, SDIS, DP, DPR, NUM. AFSL, WID, CPA, CPO, RAD, STA1, INDA, FFD, FFPI, MID, CDIR, FAL. VARI, MIDF. FFP2, SSF).

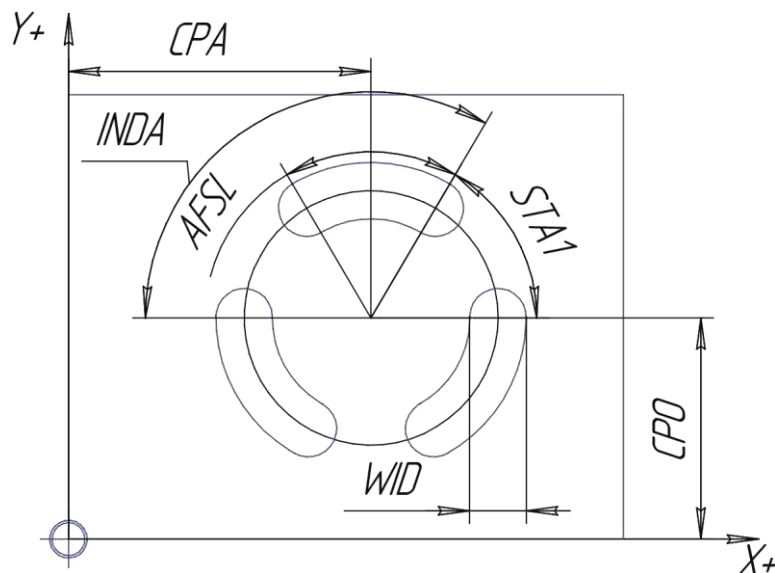


Рис. 1.11. Схема работы цикла SLOT2

Пример ввода значений параметров цикла SLOT2 показан ниже.

Параметры (для рис. 1.11)	Значение
Плоскость отвода RTP, абсолютно	2
Базовая плоскость RFP	0
Безопасное расстояние SDIS	1
Глубина кругового паза DP	-6
Глубина кругового паза в инкрементах DPR	0
Количество круговых пазов NUM	2
Угол для длины паза AFSL	90
Ширина паза WID	10
Центр оси паза CPA	50
Центр оси паза CPO	60
Радиус окружности RAD	30
Начальный угол STA1	45
Начало второго паза INDA	180
Величина подачи врезания FFD	80
Величина подачи по поверхности FFP1	300
Глубина врезания MID	2
Параметры (для рис. 4.11)	Значение
Направление фрезерования, по час. стрелке CDIR	3
Припуск чистовой обработки FAL	0.2
Тип обработки VARI	0
Глубина врезания для чистовой обработки MIDF	6
Величина подачи для чистовой обработки FFP2	400
Обороты шпинделя для чистовой обработки SSF	3000

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В

- качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
 - 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Программирование объемной фрезерной обработки

Цель работы: *уметь:* разрабатывать управляющие программы для фрезерной обработки детали в Mastercam
знать правила построения управляющих программ в Mastercam

I Теоретическая часть
Исходные данные чертеж детали

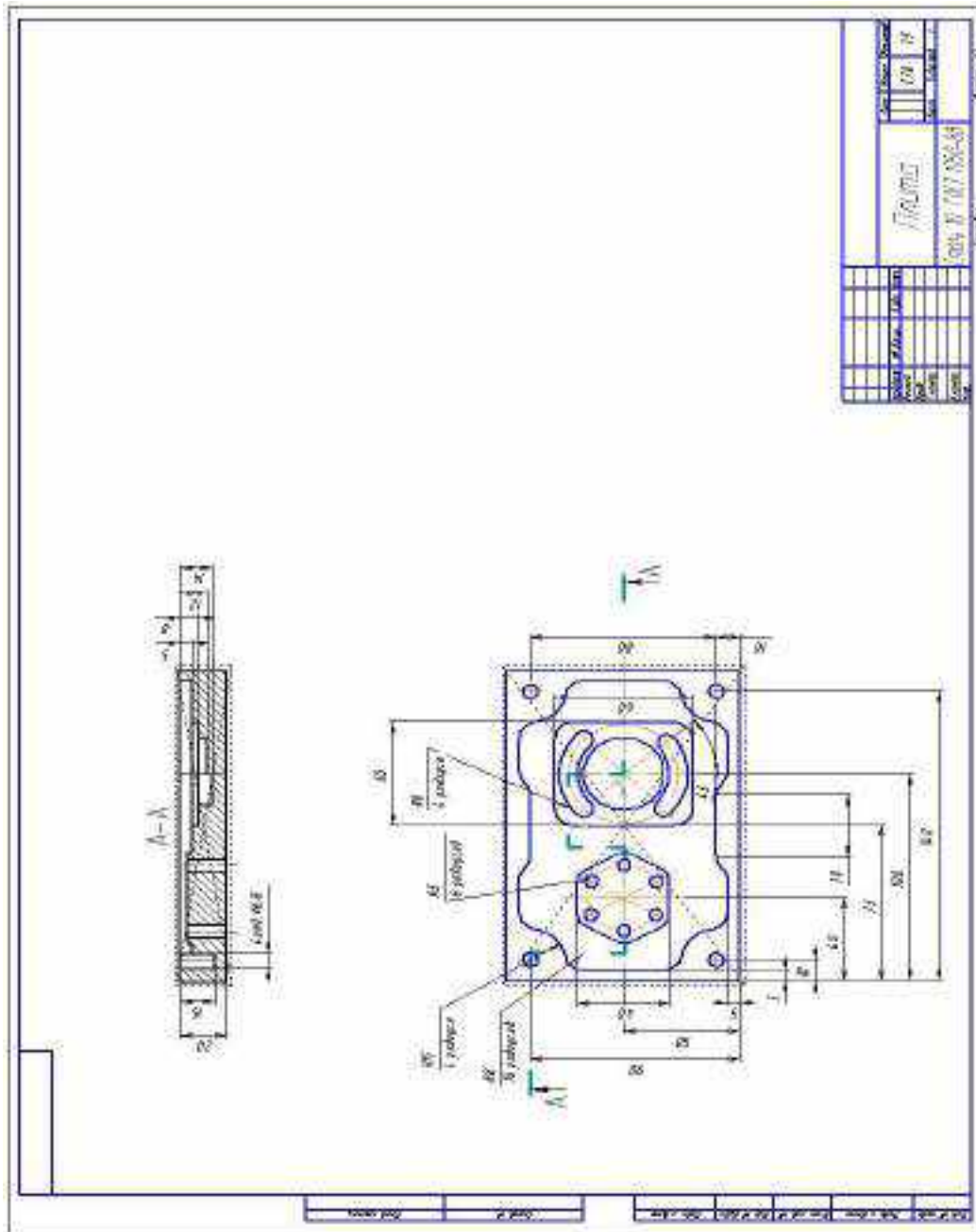
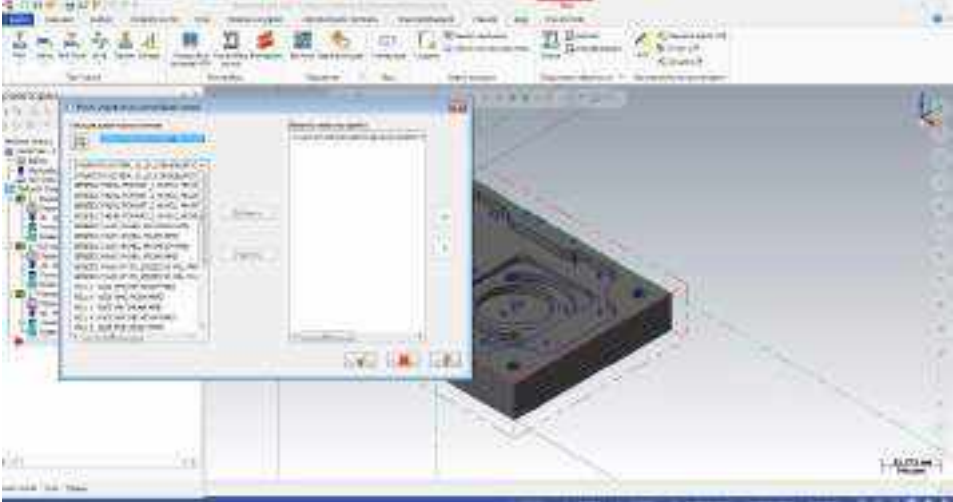
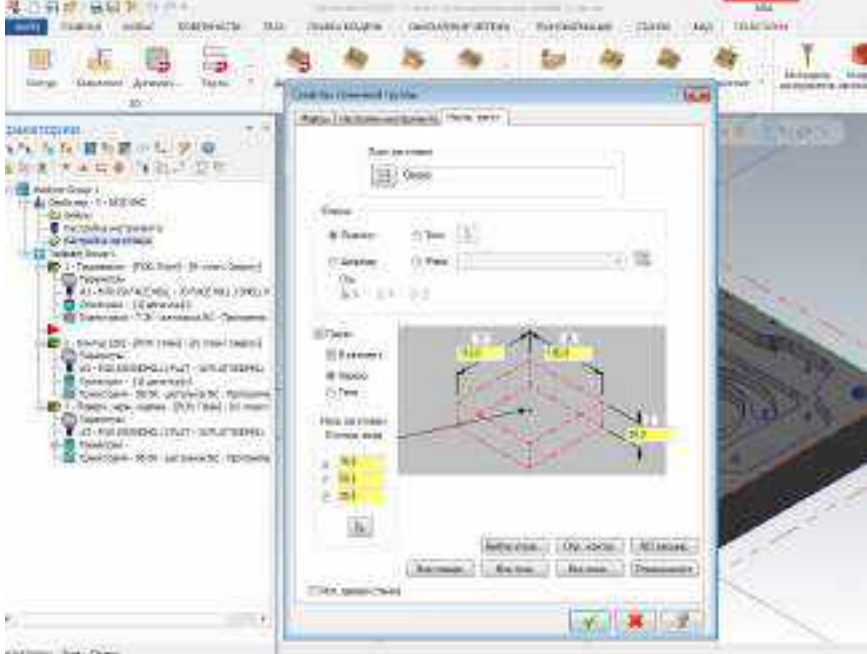
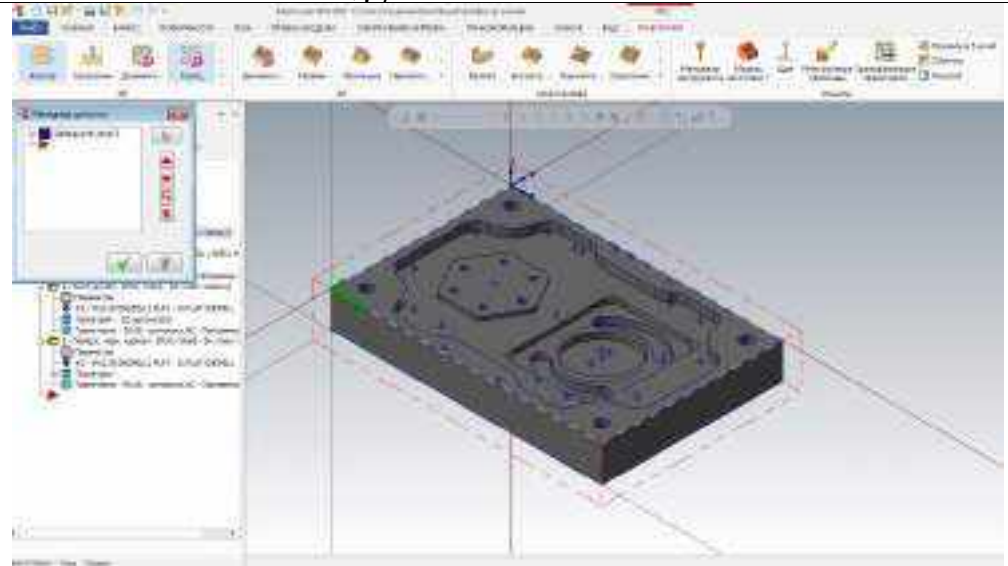


Рис. 2.1

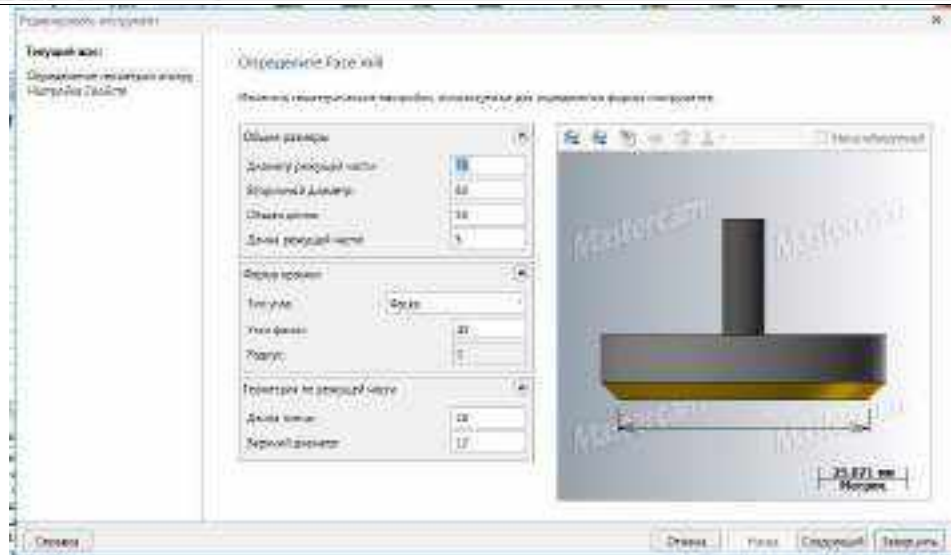
Последовательность обработки детали «Плита»

<p>Через меню управления настройками станка добавляем 3х осевой вертикальнофрезерный станок, метрический</p>	
<p>Назначаем заготовку</p>	

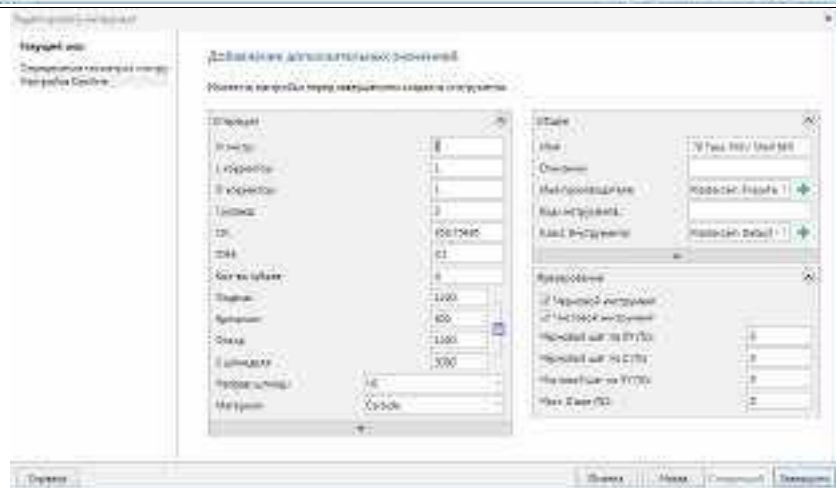
Создаем первую операцию – Торцевание. Вкладка Траектории-2D – Торец. Выбираем цепочку.



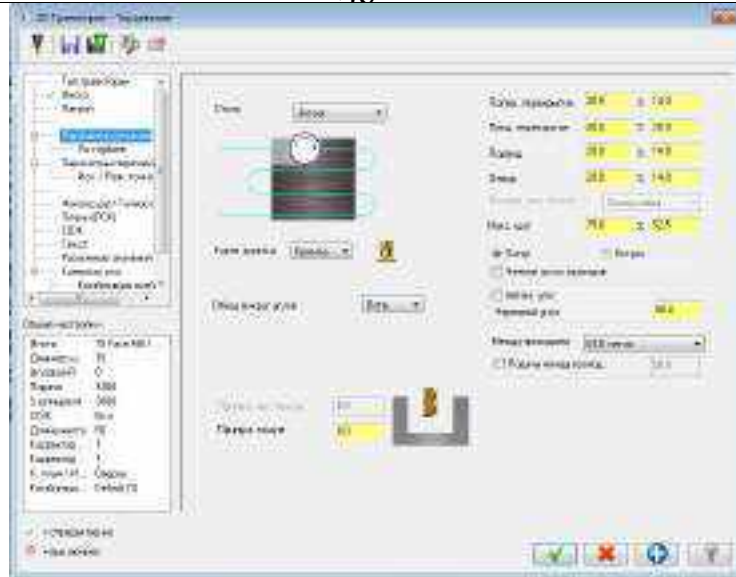
Назначаем инструмент и режимы обработки



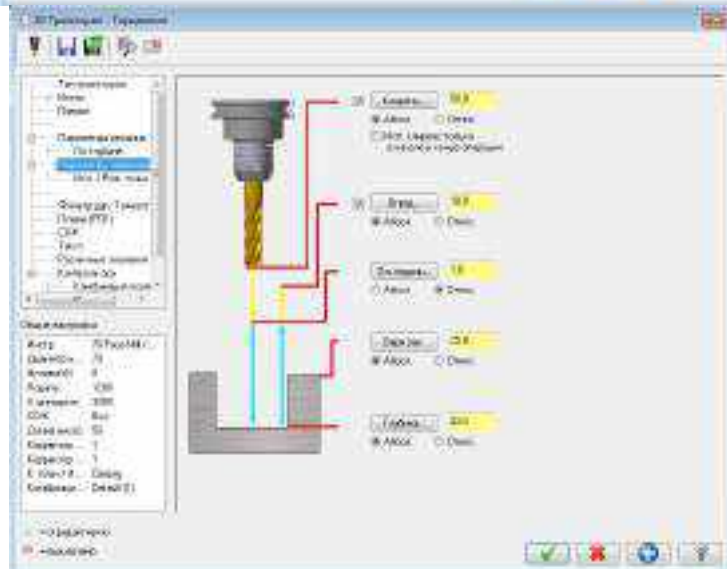
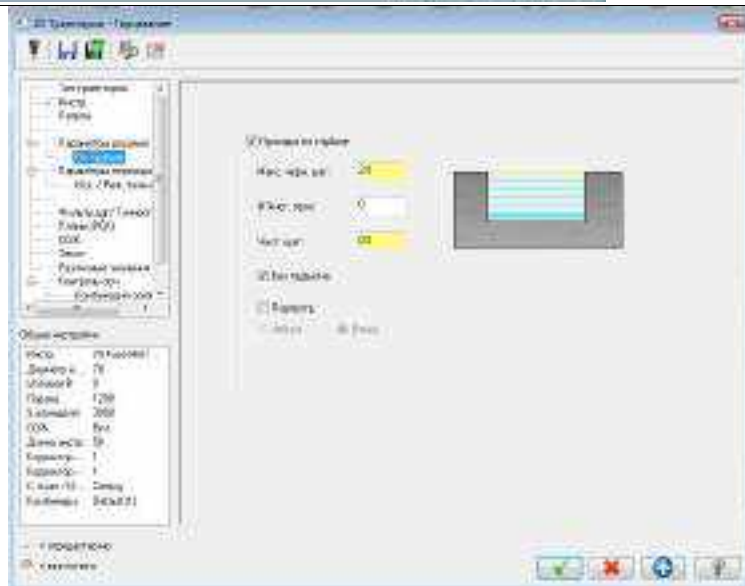
Вводим параметры резания



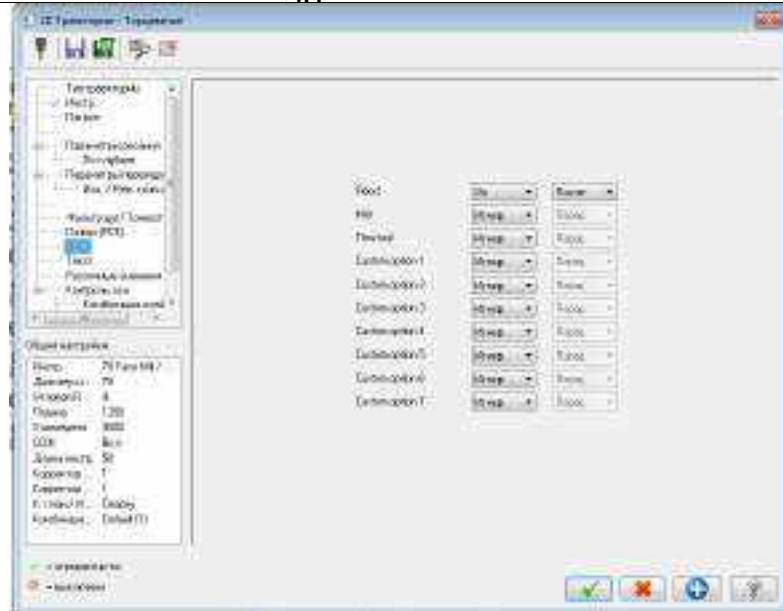
Задаем проходы по глубине



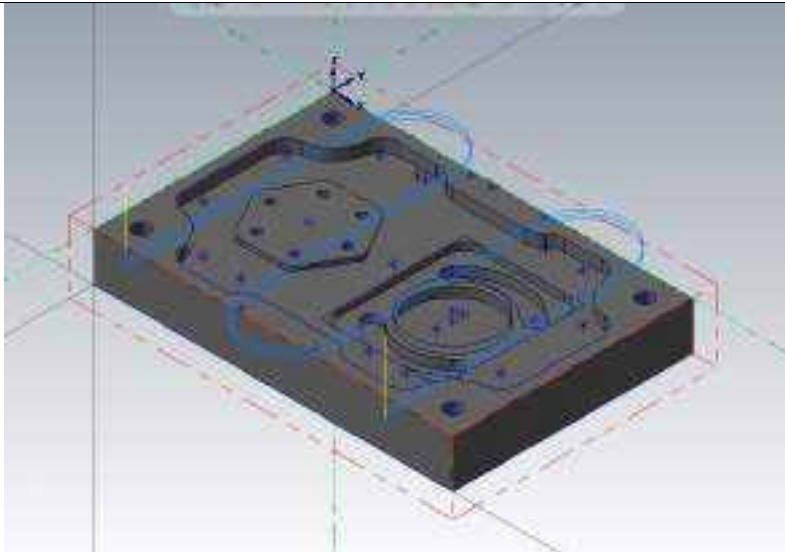
Задаем параметры переходов – значение клиренса, отвода, плоскости рабочей подачи, верх заготовки и глубину.



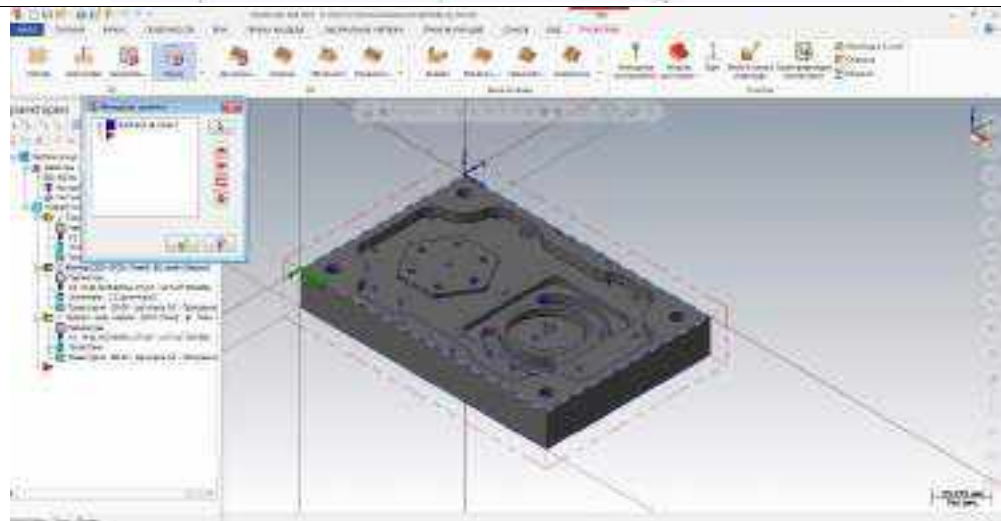
Подключаем СОЖ



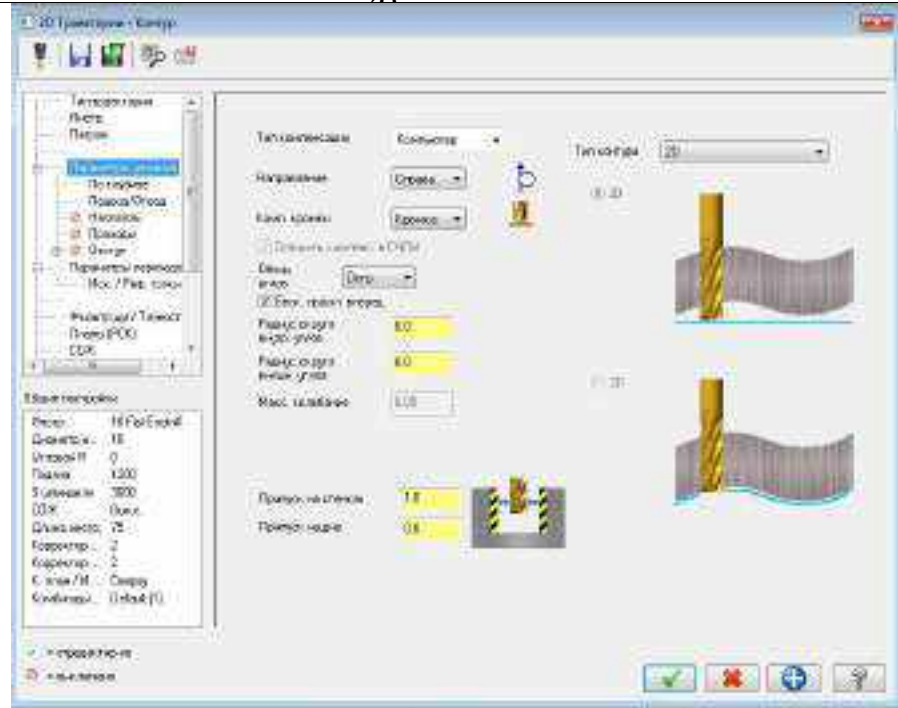
Получаем готовую траекторию



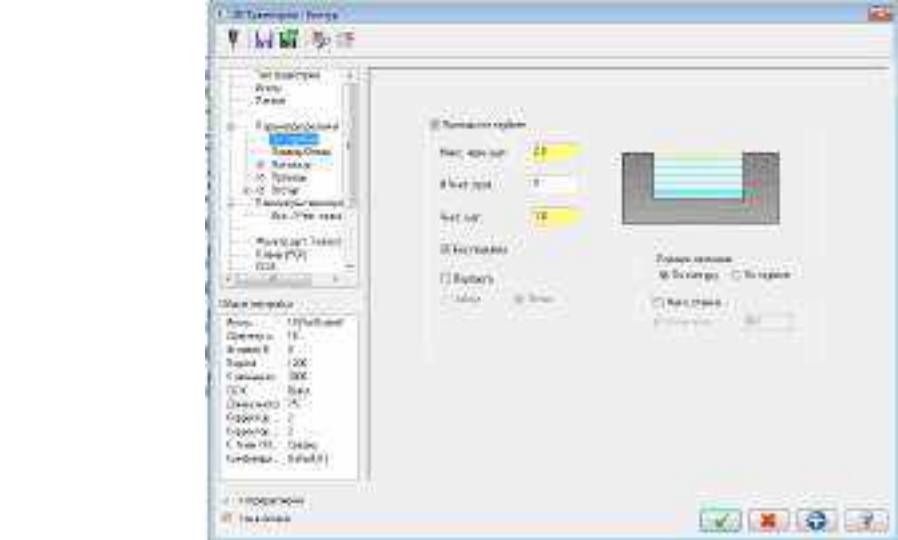
Создаем операцию черновой обработки контура Траектории-2D – Контур. Выбираем цепочку



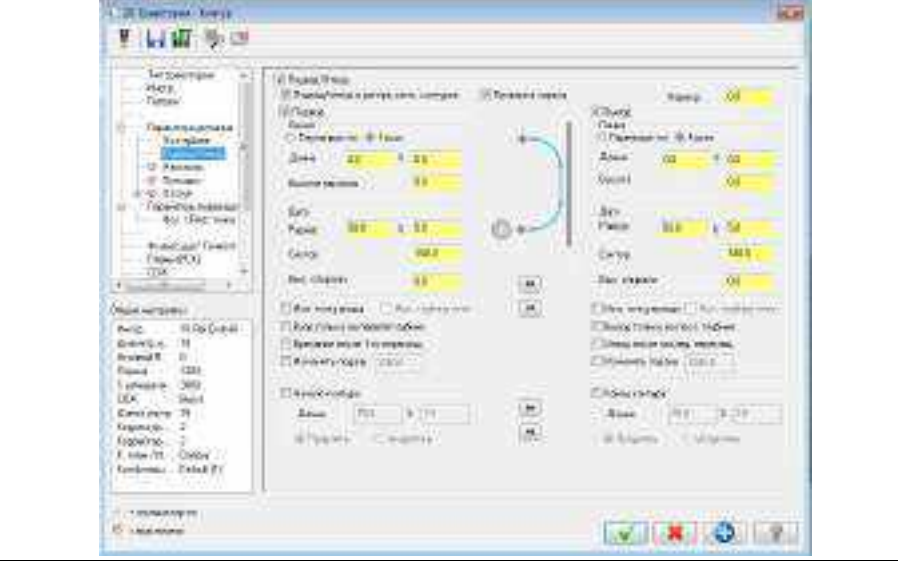
Назначаем инструмент — концевую фрезу диаметром 10 мм.



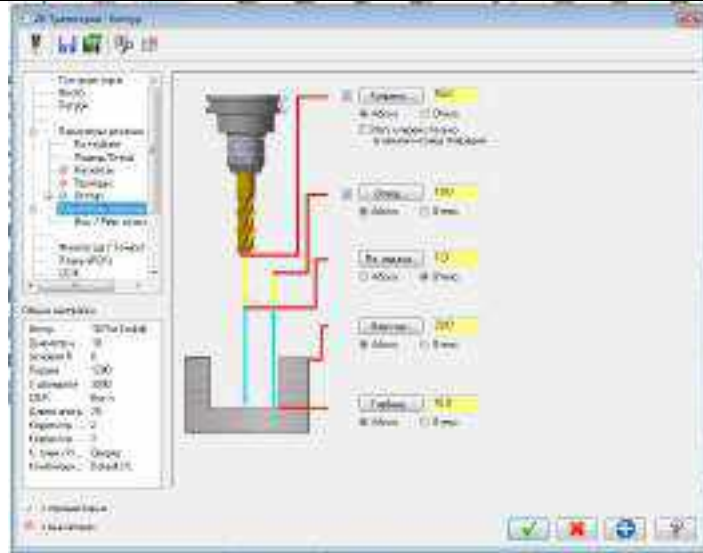
Задаем проходы по глубине



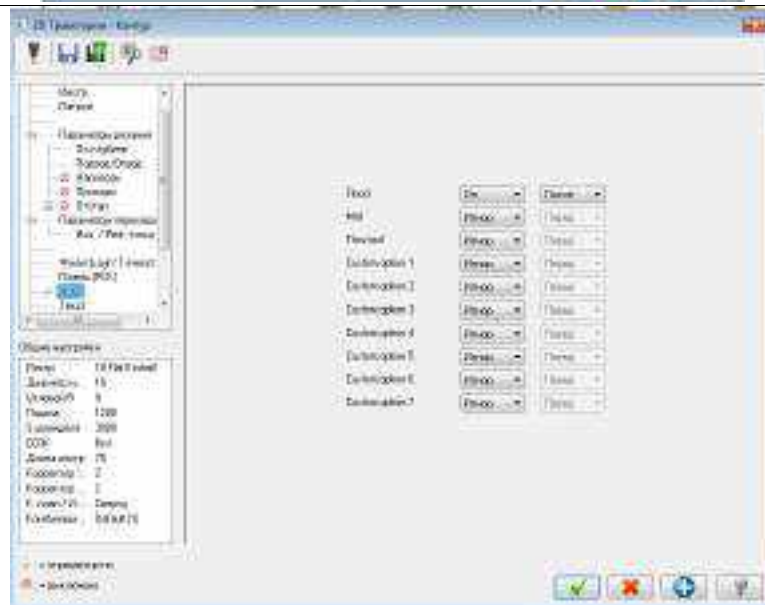
Определяем подвод и отвод инструмента

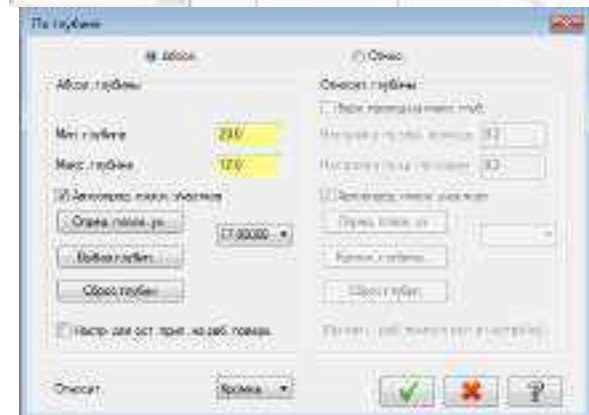
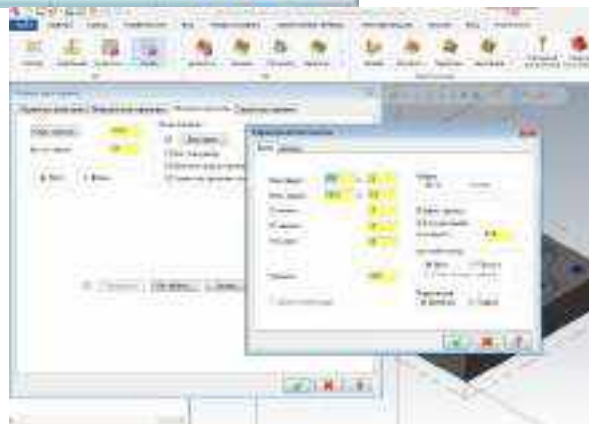
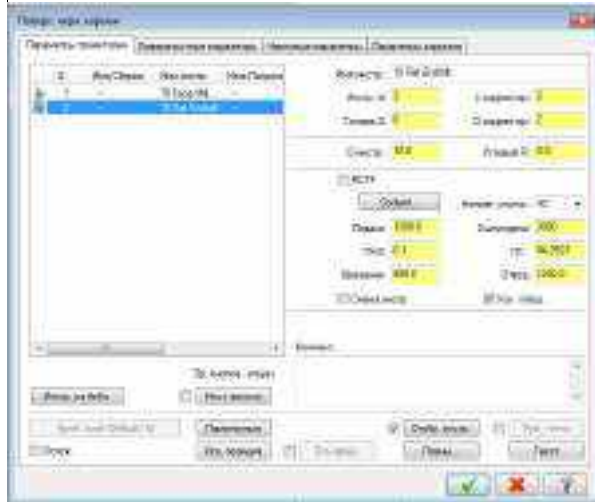


Задаем параметры переходов

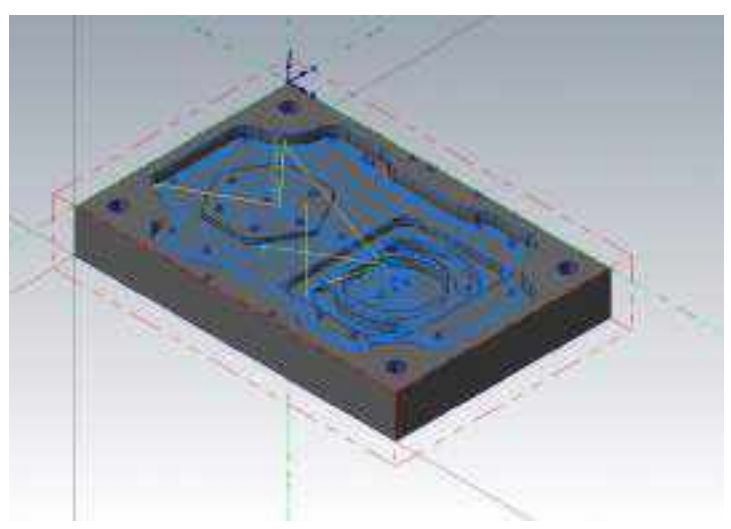
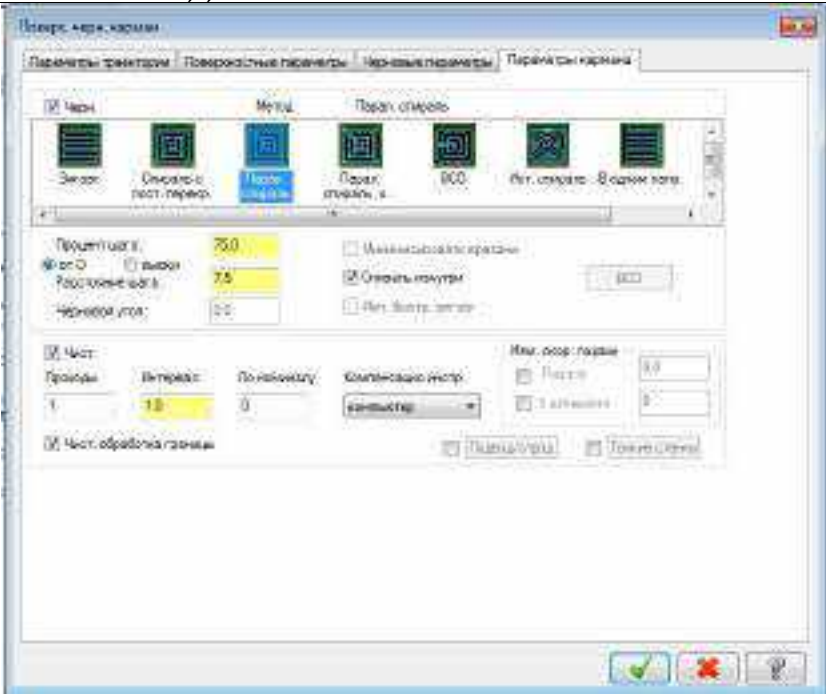


Включаем СОЖ

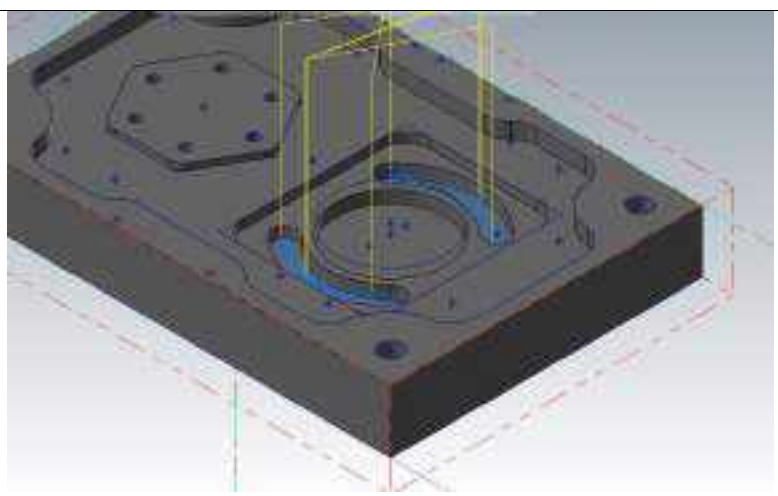


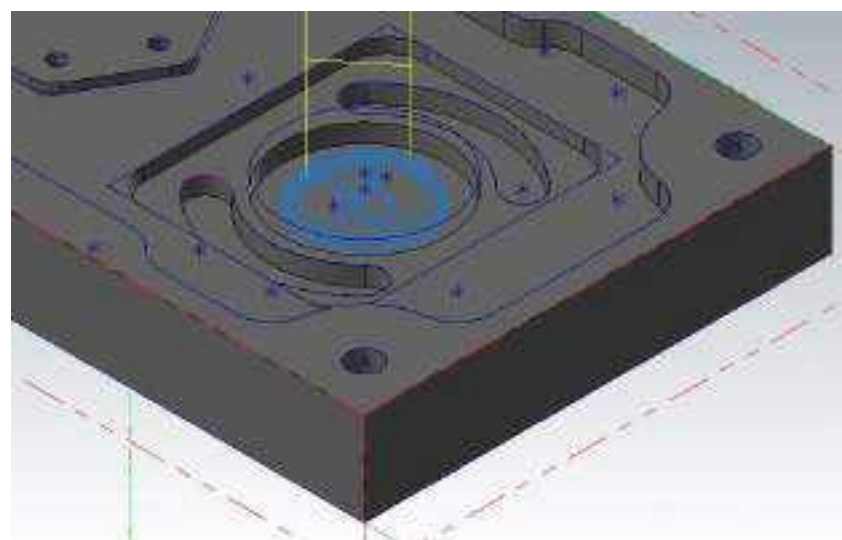
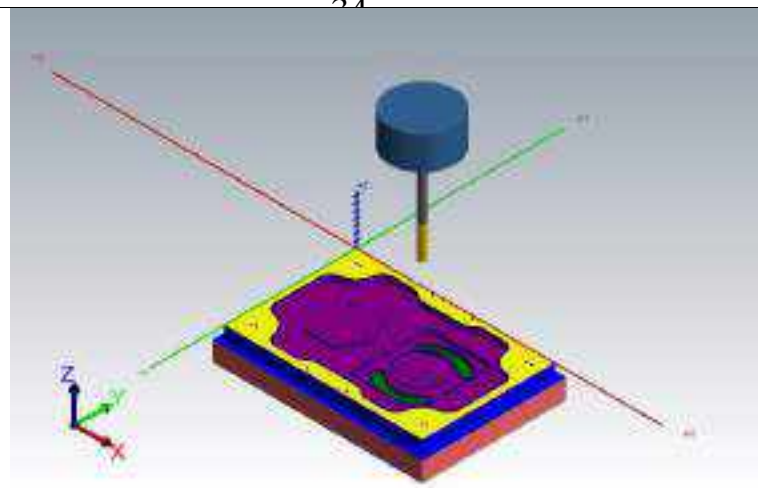


Итог
операции черновой
и й

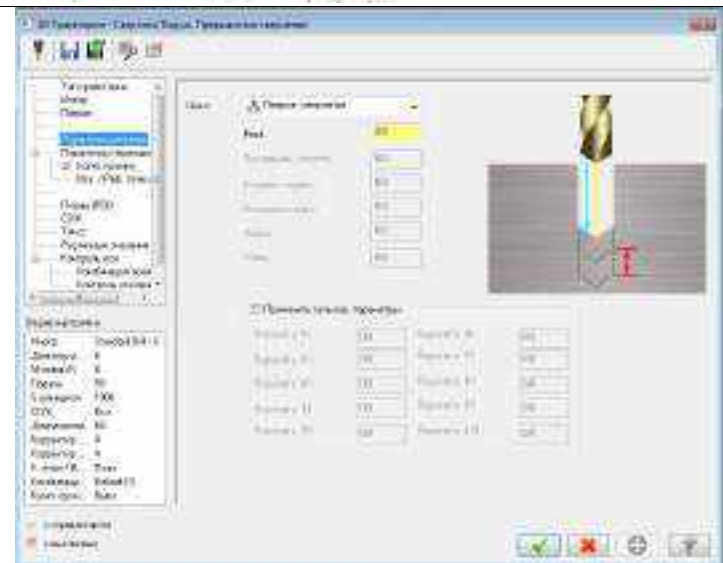


Создаем карманные операции
 Инструмент –
 концевая фреза
 диаметром 6 мм.



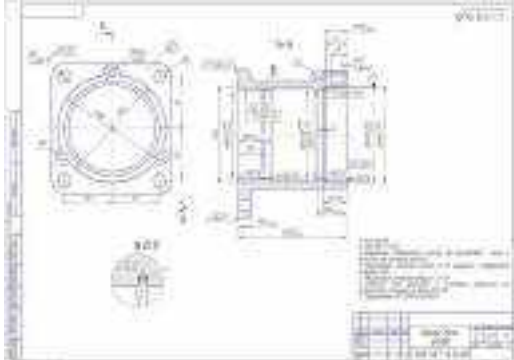
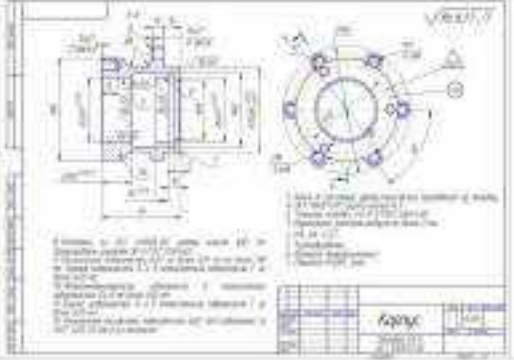
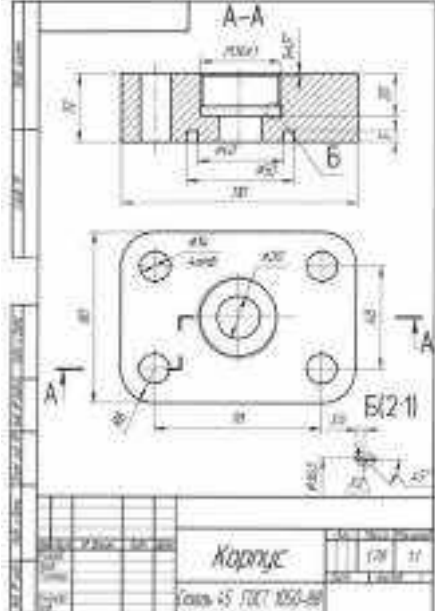
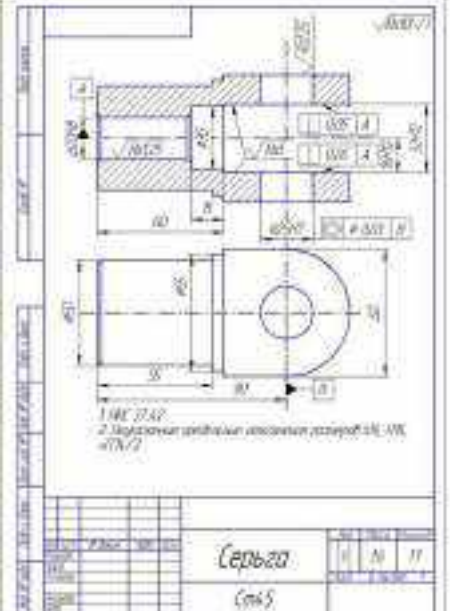
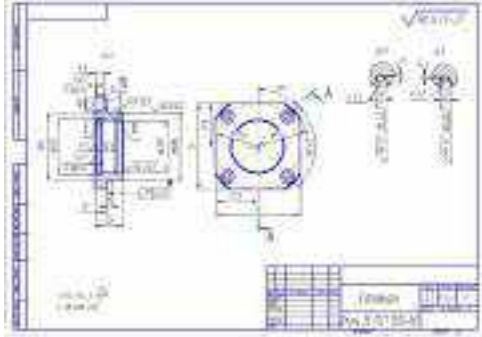
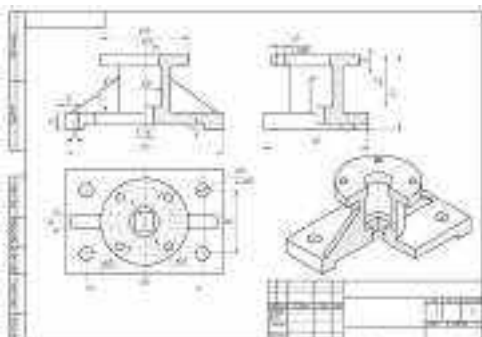


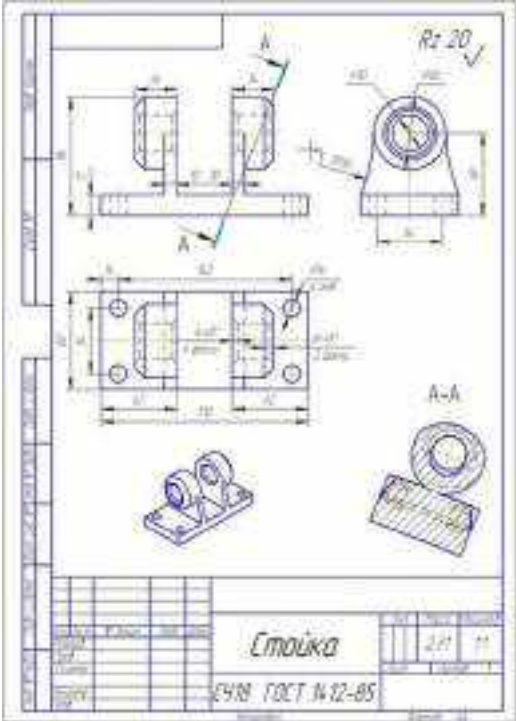
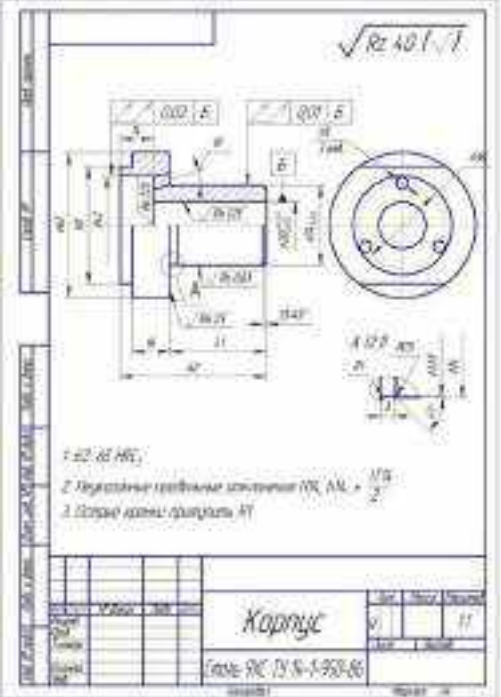
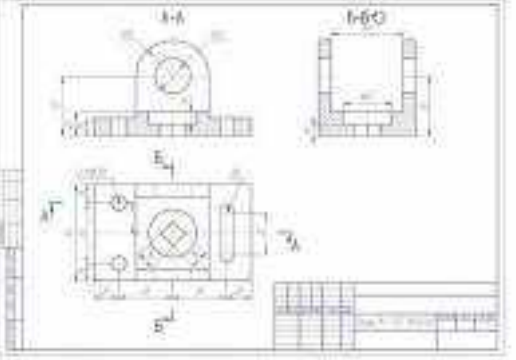
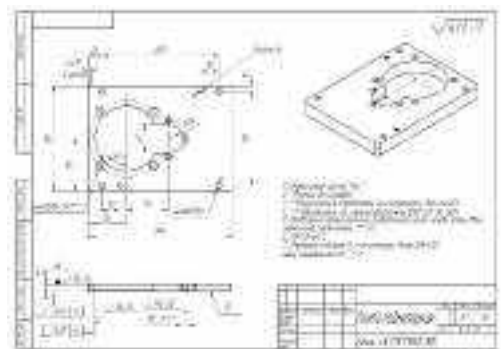
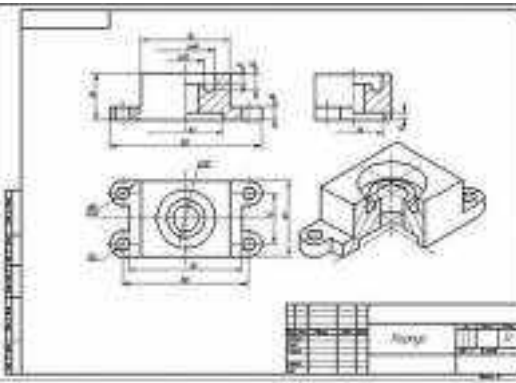
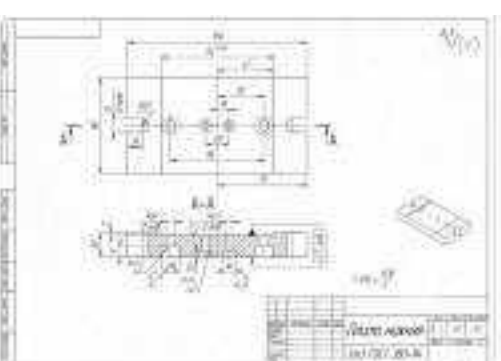
Создаем сверлильные операции
Траектории-2D –
Сверление
Инструмент – сверло диаметром 6 мм и 3,5 мм



II Порядок выполнения работы

В программе Mastercam разработайте управляющие программы для изготовления предложенных деталей.

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали
1		7	
2		8	
3		9	

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали
4	 <p>Technical drawing of a stand (Стойка). It includes a front view, a top view, and a side view. A detail view A-A shows a circular component with a radius of $Rz\ 20$. The drawing includes a title block with the name "Стойка" and the standard "ЕУНБ ГОСТ 14.12-85".</p>	10	 <p>Technical drawing of a bracket (Корпус). It includes a front view, a top view, and a side view. The drawing specifies surface finish requirements: $\sqrt{Ra\ 40\ 1/1}$. It includes a title block with the name "Корпус" and the standard "ГОСТ 13.9-1-93B-06".</p>
5	 <p>Technical drawing of a component showing front, top, and side views with dimensions and section lines A-A and B-B.</p>	11	 <p>Technical drawing of a component showing front, top, and side views with dimensions and a detail view.</p>
6	 <p>Technical drawing of a component showing front, top, and side views with dimensions and a detail view.</p>	12	 <p>Technical drawing of a component showing front, top, and side views with dimensions and a detail view.</p>

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Разработка УП для токарной обработки

Цель работы:

- 1) познакомиться с основами программирования токарного станка, оборудованного устройством числового программного управления (УЧПУ) GSK-980 TDb;
- 2) обучиться первоначальным навыкам практической работы с устройством ЧПУ модели GSK-980 TDb;
- 3) разработать расчетно-технологическую карту и составить управляющую программу (УП) для обработки детали «вал» на токарном станке.

Устройство и система координат станка

Станок предназначен для обработки резанием наружных и внутренних поверхностей вращения, в том числе фасонных, цилиндрических и конических, торцевания, отрезания, снятия фасок, обработки галтелей, прорезания канавок, нарезания внутренних и наружных резьб, сверления осевых отверстий в деталях из цветных и черных металлов, пластиков.

Общий вид токарного станка с ЧПУ модели СJK-6132 показан на рис 3.1.



Рис. 3.1. Токарный станок с ЧПУ СJK-6132, общий вид

Устройство станка показано на рис. 1.2. Цельнолитая станина 5, установлена на тумбе 1. Тумба вмещает двигатель главного движения, бак и насос СОЖ.

Суппорт 2 и задняя бабка 6 перемещаются по направляющим станины в продольном направлении, поперечные салазки 7

перемещаются в поперечном направлении по направляющим суппорта.

Четырехпозиционный резцедержатель 8 имеет автоматический привод для смены инструмента по команде устройства ЧПУ 4. Задняя бабка 6 с ручным управлением служит для поддержки нежестких деталей с противоположной от патрона 9 стороны.

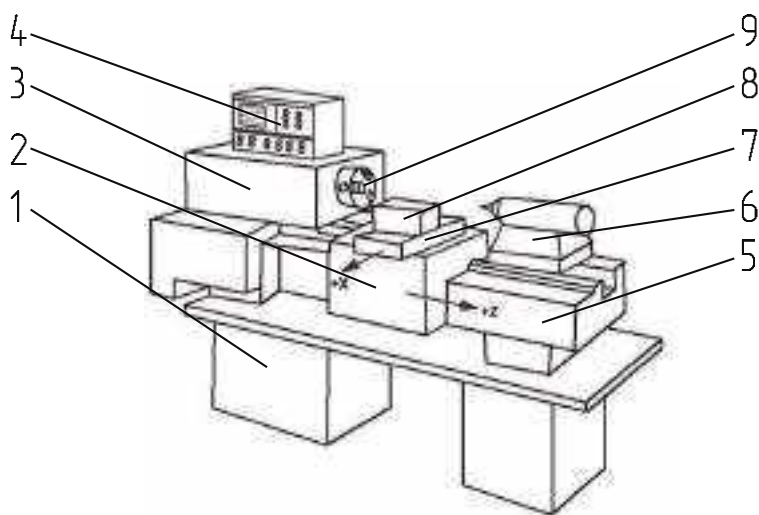


Рис. 3.2. Устройство токарного станка:

1 — тумба; 2 — суппорт; 3 — передняя бабка; 4 — УЧПУ; 5 — станина; 6 — задняя бабка; 7 — поперечные салазки; 8 — четырехпозиционный резцедержатель; 9 — патрон

Стандарт ISO описывает выбор и направление координатных осей станка. За положительные перемещения элемента станка принято считать то направление, при котором инструмент или заготовка отходят один от другого. Исходной осью (ось Z) является ось рабочего шпинделя (рис. 3.3).

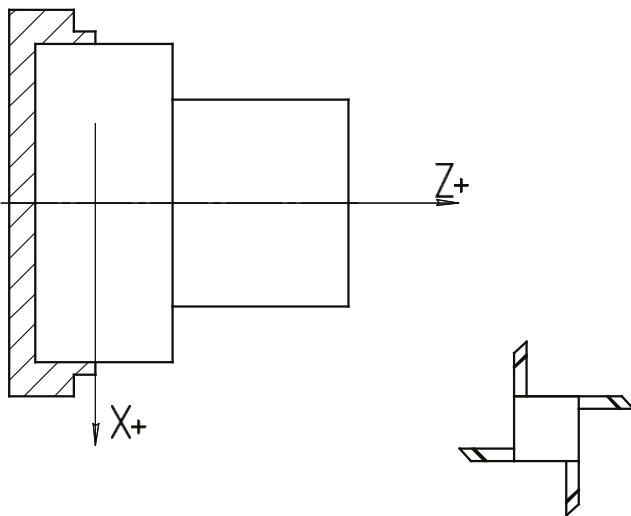


Рис. 3.3. Система координат токарного станка:

Z — продольная ось заготовки; X — поперечная

На токарном станке модели СJK-6132 используется двухкоординатная система перемещений. Станок оборудован устройством ЧПУ (УЧПУ) «GSK980 TDb», которое предназначено для оперативного управления станками с ЧПУ. Программа создается на персональном компьютере, затем загружается в память УЧПУ либо вводится непосредственно на УЧПУ.

Технические характеристики станка:

- 1) расстояние между центрами 1000 мм; 2) высота центров над станиной 320 мм;
- 3) высота центров над суппортом 150 мм;

- 4) привод станка обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения шпинделя;
- 5) диапазон скоростей вращения 50–3000 об/мин; 6) мощность привода главного движения 2,2 кВт;
- 7) автоматический резцедержатель на 4 позиции инстру- мента; 8) дискретность перемещений 0,001 мм по обеим осям.

Порядок выполнения работы

Порядок выполнения работы следующий:

- 1) изучить содержание данных методических указаний, общее устройство станка и органы управления станком без включения электродвигателей станка. Включать станок и выполнять практическую часть работы на нем студентам разрешается только после проверки их знаний преподавателем; 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и устройству станка. Получить эскиз детали на выполнение практической части работы;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки и подготовить ее к отработке на УЧПУ в виде текстового файла в формате.txt. Чертежи заготовки в соответствии с вариантом приведены в альбоме заданий; 4) ввести УП в устройство и запустить ее выполнение в графическом режиме с блокировкой аппаратных устройств станка. Полученный результат предъявить преподавателю;
- 5) привести в порядок рабочее место;
- 6) составить отчет о проведенной работе.

Необходимое оборудование, инструменты и приборы: чертеж детали, инструкция по программированию «GSK-980 TDb», персональный компьютер, токарный станок модели СJK-6132.

Управляющая программа представляет собой последовательность простейших команд, таких как линейное и круговое перемещение инструмента по заданным координатам, включение, отключение вращения шпинделя, изменение частоты вращения шпинделя, подачи и др.

Структурную единицу программы (или подпрограммы) составляет кадр. Система ЧПУ выполняет кадры программы последовательно, один за другим. Кадр представляет собой записанную по правилам

программирования последовательность символов языка программирования (символ — это буква (A–Z), цифра (0–9) либо знак (%, +, — и т. п.)), которая образует строку текста. Соответствующие управляющие сигналы поступают на исполнительные органы станка.

Параметры команд задаются буквами латинского алфавита:

O — номер программы 1–9999 для программ обработки и подпрограмм;

N — номер кадра 1–9999;

G — подготовительная функция;

X, Z — координаты точки в системе отчета станка;

F — величина подачи либо шаг резьбы;

S — скорость вращения шпинделя либо скорость резания;

T — вызов инструмента и коррекции на него;

M — вспомогательная функция;

; — конец блока (кадра, программы);

/ — символ пропуска.

В начале программы прописываются установочные модальные функции, такие как система измерения G21/G20 (мм/дюйм), рабочая плоскость (XY, XZ, YZ), управление скоростью шпинделя G96/G97 (постоянная скорость резания либо постоянная скорость вращения), выбор размерности подачи G94/G95 (мм/мин либо мм/об.) и некоторые другие. По умолчанию эти функции прописаны в параметрах станка, поэтому их ввод не обязателен.

Примечание 1: в G96 действует значение S, зарезервированное в G97.

Его значение продолжается после того, как возвращается в G96.

Пример:

G96 S50; (Обработка со скоростью резания 50 м/мин)

G97 S1000; (Скорость вращения шпинделя 1000 об/мин)

G96 G01 X200; (Обработка со скоростью резания 50 м/мин)

Примечание 2: при переходе от G96 к G97, если ни одной из команд S (об/мин) не прописано в G97, последняя шпиндельная скорость в G96 принимается как команда S в G97. Программирование функций интерполяции

Интерполяция определяется как плоский или трехмерный контур, сформированный путем перемещения по нескольким осям, двигающимся одновременно.

В системе GSK-980TDb X и Z — управляемые оси. Система обладает линейной (G0/G1), круговой (G2/G3) интерполяцией и функцией нарезания резьбы.

Рассмотрим функции интерполяции.

Перемещение с ускоренным ходом G00

Формат команды G00 X (U)_Z (W);

Функция команды — быстрое перемещение по координатам X, Z от начальной точки до указанной конечной точки.

Перемещение осуществляется на максимальной скорости для каждого двигателя, поэтому траектория может отличаться от прямой. Линейная

Интерполяция с рабочей подачей G01

Формат команды G01 X (U)_Z (W)_F_;

Функция команды — путь движения — прямая линия от начальной точки до указанной.

Круговая Интерполяция G02, G03

Функции команды: путь движения G02 по часовой стрелке, образует дугу от начальной точки до указанной; путь движения G03 против часовой стрелки, образует дугу от начальной точки до указанной.

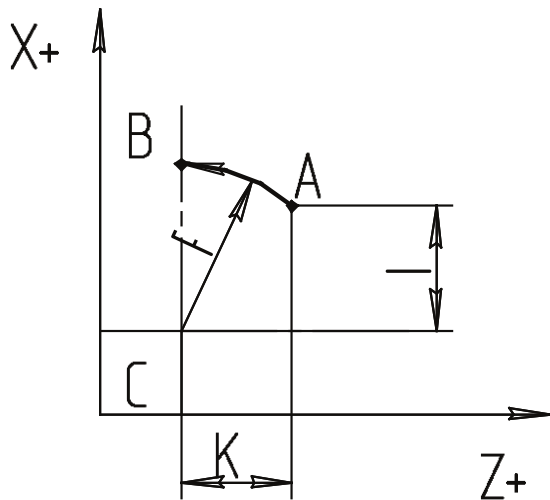


Рис. 3.4. Программирование круговой интерполяции:

R — радиус дуги; I , K — разница значений координат по X и Z между начальной точкой дуги и ее центром. Функции снятия фасок (закругления кромок)

Система ЧПУ GSK-980TDb поддерживает линейные и круговые закругления кромок.

Адрес команды линейного закругления кромок — L , после которого указывается размер фаски. Команда кругового закругления кромок — D , и значение команды является радиусом закругления кромок. Линейное и круговое закругление кромок может быть использовано с $G01$, $G02$ или $G03$.

Формат команды: $G01 X (U)_ Z (W)_ L_;$; или $G01 X (U)_ Z (W)_ D_;$

Функция задержки $G04$

Обеспечивает остановку подвижных органов станка на заданное время.

Формат команды

$G04 P_;$; P — 0.001 с;

$G04 X_;$; X — 1 с; $G04 U_;$; U — 1 с.

Программирование вспомогательных функций M и функций инструмента T

Вспомогательная функция М состоит из М-адреса команды и 2-х или 4-х разрядного числа. Некоторые стандартные М-функции и их значения приведены ниже:

M00..... пауза программы

M08..... включение насоса СОЖ

M03..... запуск шпинделя

M09..... выключение по часовой стрелки насоса СОЖ

M04..... запуск шпинделя против часовой стрелки

M12..... зажим патрона

M05..... остановка шпинделя

M13..... разжим патрона

Производителям станков дано право самостоятельно назначать М-функции для управления периферией станка, например, стружкоуборочные конвейеры, управление замками кожухов и дверей и т. д.

На станках, оборудованных системой автоматической смены инструмента, используются функция Т, задающая каждому инструменту соответствующий номер в системе ЧПУ. Вылет вершины резца относительно нулевой точки резцедержателя по осям X, Y, Z заносится в таблицу корректоров, притом у одного резца может быть несколько режущих кромок и соответственно несколько корректоров. Команда смены инструмента

Формат команды T0103, где 01 — номер инструмента, а 03 — номер корректора.

Далее приведен пример программы обработки детали типа «вал».

Чертеж детали приведен на рис. 3.5.

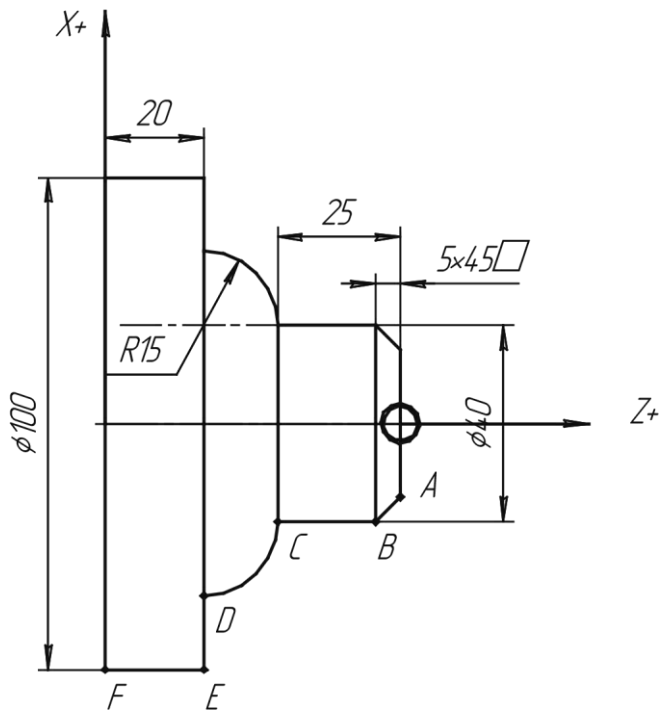


Рис. 3.5. Чертеж вала

O0008;	Название программы;
N0010 M3 S1000;	Включение вращения шпинделя по ч. с.
	со скоростью 1000 об/мин;
/N0020 G4 X5;	Задержка 5 с для выхода шпинделя на заданную скорость (строка пропускается);
N0030 T0101;	Выбор инструмента № 1, корректора №
	1;
N0040 G0 X30Z0;	Ускоренное перемещение в точку A;
N0050 G1 X40Z-	Перемещение с рабочей подачей 200
5F200;	мм/мин в точку B;
N0060 W-20;	Перемещение с рабочей подачей 200 мм/мин в точку C (инкрементально);
N0070 G3 U30Z-40 R15;	Перемещение по дуге окружности радиусом 15 мм в точку D. Перемещение по X задано инкрементально, по Z — абсолютно;

N0080 G1 X100; Перемещение с рабочей подачей в точку *E*; N0090 G1 Z-60; Перемещение с рабочей подачей в точку *F*; N0100 G1 X110; Отход на безопасную плоскость (БП) по *X*;

N0110 G0 Z5; Ускоренное перемещение в БП по *Z*; N0110 M30;

% Конец программы.

Определение начальной точки заготовки относительно начальной точки станка происходит с помощью функции «Система координат заготовки G50». Система координат заготовки G50

Функция команды — определение абсолютных координат текущего положения и создание системы координат заготовки. После того как выполнится G50, система воспринимает текущее положение за нуль программы.

Формат команды G50 X (U) __ Z (W) __, где *X* — новые абсолютные координаты текущего положения в направлении *X*, в диаметре; *U* — относительное значение между новыми абсолютными координатами текущего положения в направлении *X* и абсолютными координатами до выполнения команды; *Z* — новые абсолютные координаты текущего положения в направлении *Z*; *W* — относительное значение между новыми абсолютными координатами текущего положения в направлении *Z* и абсолютными координатами до выполнения команды.

Программирование в циклах станка

Для увеличения производительности программирования предусмотрены циклы обработки; они позволяют производить подвод, обработку, отвод резца циклически по заданным параметрам. Рассмотрим некоторые из них.

Цикл черновой осевой обработки G71

Формат команды

G71 U (Δd)R (e) F__ S__ T__; G71 P (ns)Q (nf)U (Δu)W (Δw); Первый блок:

U — глубина резания; R

— расстояние отвода;

второй блок:

P — номер кадра начала контура обработки;

Q — номер кадра конца контура обработки;

U — припуск по оси X;

W — припуск по оси Z;

F — подача в цикле;

S — скорость вращения шпинделя.

G71 выполняет траекторию, которая задается в диапазоне кадров с P по Q.

Глубина каждого реза U задается в первом блоке.

Во втором блоке U, W задают припуск на чистовую обработку по X, Z соответственно.

F, S обеспечивают подачу и скорость вращения шпинделя.

Цикл чистовой осевой обработки G70

Если используется цикл G71, то вместе с ним может использоваться цикл G70. G70 повторяет контур цикла G71 один раз без припуска. Формат команды G70 P (ns)Q (nf);

Остальные команды, требующиеся для программирования обработки, приведены в табл. 1.1. Чертеж детали приведен на рис. 3.6.

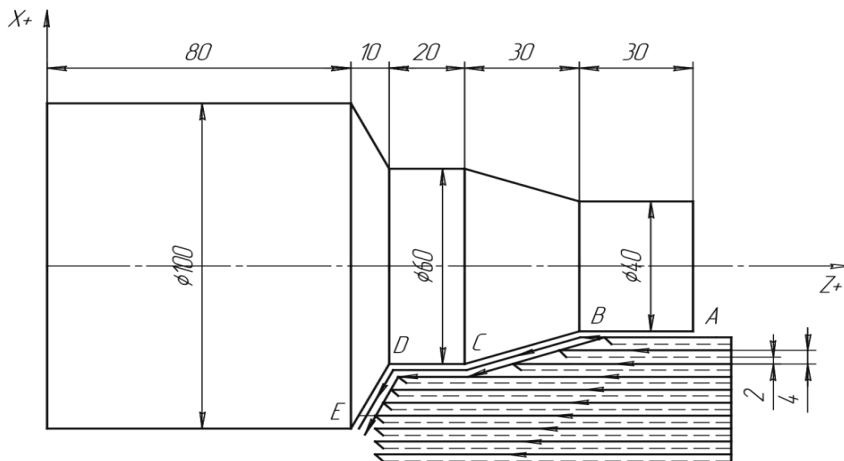


Рис. 3.6. Чертеж вала и траектория движения резца по циклу чернового и чистового продольного точения

Перечень функций программирования:

- G00..... Позиционирование (быстрый ход)
 G71..... Черновая осевая обработка
 G01..... Линейная интерполяция
 G72..... Черновая радиальная обработка
 G02..... Круговая интерполяция по часовой стрелке
 G94..... Подача, мм/мин
 G03..... Круговая интерполяция против часовой стрелки
 G95..... Подача, мм/об.
 G96..... Поддержание постоянной скорости резания
 G04..... Задержка
 G97..... Поддержание постоянной скорости вращения шпинделя
 G20..... Дюймовая система
 G21..... Метрическая система
 G72..... Черновая радиальная обработка -
 G50..... Сдвиг системы координат
 G94..... Подача, мм/мин
 G70..... Цикл чистового точения

Таблица 1.1 Перечень функций программирования

Адрес	Цифровой диапазон	Функция
O	0 ~ 9999	Имя программы
N	0 ~ 9999	Номер кадра
G	0 ~ 99	Подготовительная функция
F	0 ~ 8000	Подача, мм/мин

Адрес	Цифровой диапазон	Функция
	0,0001 ~ 500	Подача, мм/об
	0,001 ~ 500	Метрический шаг резьбы
S	0 ~ 9999	Скорость вращения шпинделя, об/мин
X, Y, Z	-9999,999 ~ 9999,999	Координата по X, Y, Z, мм
I, J, K	-9999,999 ~ 9999,999	Координата X, Y, Z от начальной точки до центра дуги, мм
U, V, W	-9999,999 ~ 9999,999	Приращение координаты X, Y, Z, мм
T	1 ~ 4	Номер инструмента
M	0 ~ 99	Вспомогательная функция
P	0 ~ 9999	Запрос подпрограммы
Q	0 ~ 9999	Конечный номер блока в составе цикла

Пример программирования обработки контура:

O0004

G00 X200 Z10 M3 S800

Подвод, включение шпинделя;

G71 U4 R2 F200

Глубина резания 4 мм, отвод 2 мм;

G71 P80 Q120 U0.5 W0.2

Черн. обработка А-Е, припуск X=0.5, Z0.2;

N80 G00 X40 S1200

Позиционирование;

G01 Z-30 F100

А-В;

X60 W-30

В-С;

W-20

С-Д;

N120 X100 W-10

Д-Е;

G70 P80 Q120

Чистовая обработка А-Е;

M30

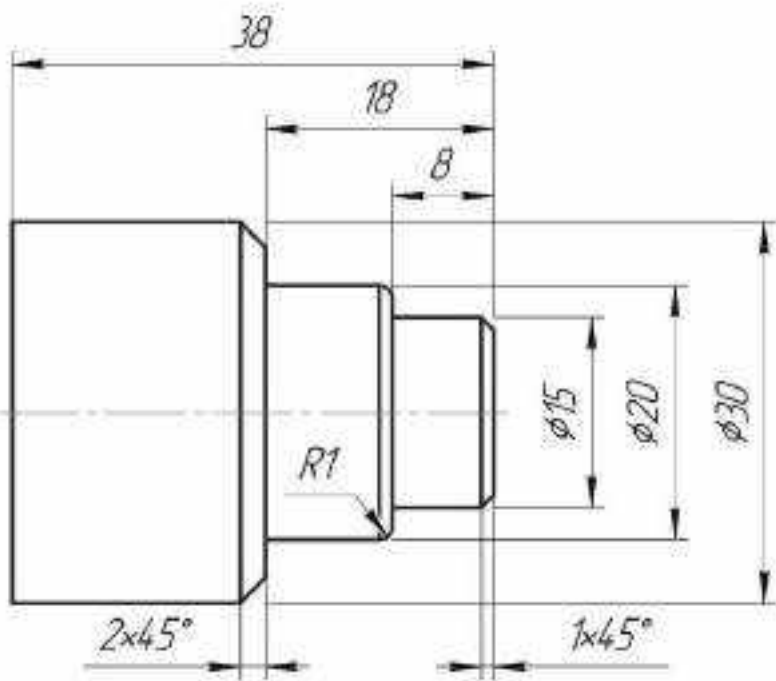
Конец программы;

Для удобства составления управляющей программы следует координаты фиксированных точек контура занести в форму.

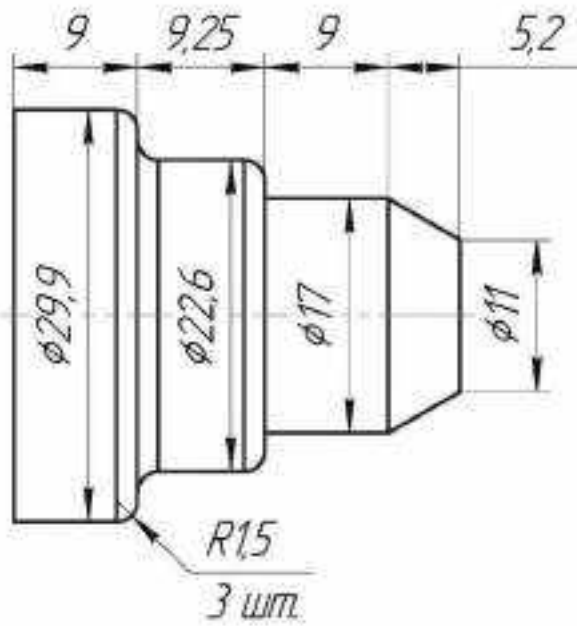
№	Точки	Координаты точек	
		Координата X	Координата Z
1	A		
2	B		
...	...		
<i>n</i>			

Альбом заданий

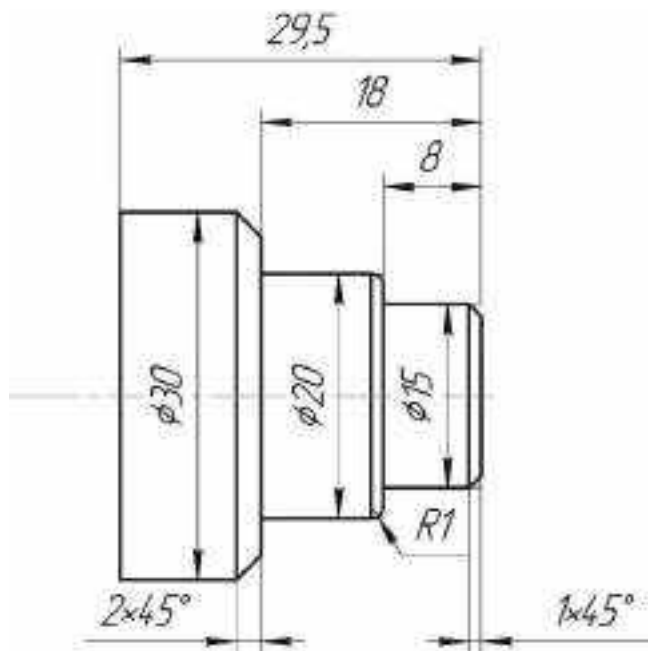
Вариант 1



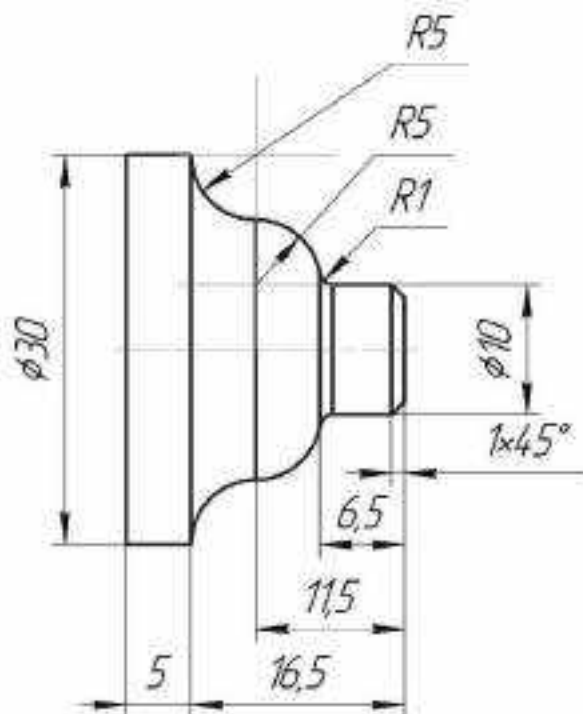
Вариант 2



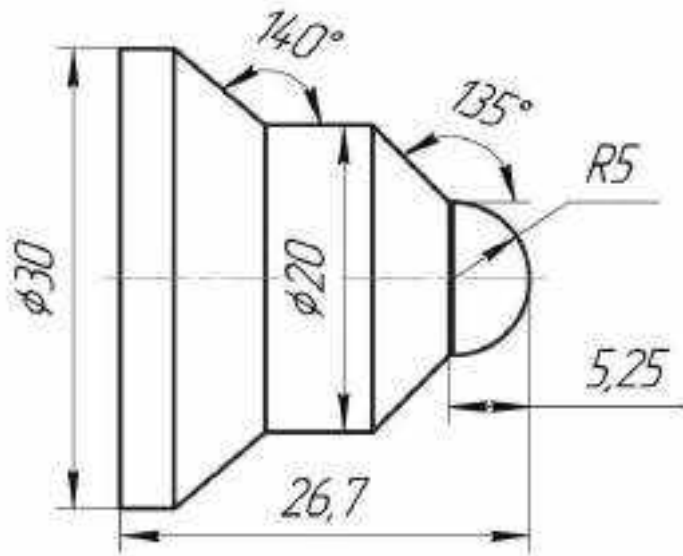
Вариант 3



Вариант 4



Вариант 5



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Разработка УП для циклов сверления

1 Цель работы

Цель работы - приобрести умение осуществлять подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ сверлильно-расточной группы.

2 Основные теоретические сведения

2.1. Технологические особенности обработки отверстий на станках с ЧПУ сверлильно-расточной группы

Трудоемкость обработки отверстий в ряде деталей 40% общей трудоемкости, поэтому выбору рациональной схемы обработки отверстий следует уделять особое внимание. Практически все типы станков с ЧПУ пригодны для обработки отверстий.

Технологические переходы обработки отверстий на станках с ЧПУ выполняются по типовым схемам, которые имеют следующие особенности:

1. Большинство переходов осуществляется за один проход (многопроходная обработка характерна только для глубоких отверстий).

2. Траектория инструмента в пределах прохода состоит из участков рабочего и вспомогательного ходов (рис. 4.1).

Рабочий ход, как правило, включает в себя недоход (1-3 мм для предварительно обработанных поверхностей, 5-10 мм для необработанных поверхностей), участок резания и перебег (зависит от размера заборного конуса инструмента и принимается больше его длины на 1+-3 мм; отсутствует при обработке глухих отверстий).

Вспомогательный ход включает быстрый подвод инструмента к обрабатываемому отверстию на величину недохода и его возврат в исходную точку.

3. На участке резания траектория может иметь промежуточные опорные точки, которые характеризуются изменением скоростей подачи и главного движения.

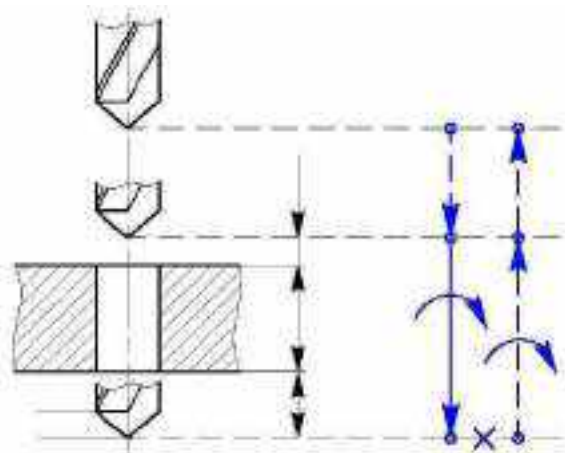


Рис. 4.1. Вспомогательные и рабочие ходы при обработке сквозного отверстия

Последовательность технологических переходов для обработки каждого из отверстий выбирают с учетом следующих факторов:

1. Возможности станка с ЧПУ, которые определяются точностью позиционирования и поворота стола станка или его инструментальной головки, а также числом позиций инструментального магазина.

2. *Конфигурация отверстия*, которая характеризуется составом, размерами и взаимным расположением основных и дополнительных элементов отверстия.

Основными элементами отверстия являются гладкие цилиндрические (реже - конические) поверхности различных квалитетов (обычно от 13-го до 7-го). В случае глухих отверстий к основным элементам также относится дно отверстия, форма которого может быть произвольной.

Дополнительными элементами отверстия являются фаски, канавки, резьбы, наружные и внутренние торцы, требующие обработки.

Отверстия, имеющие более одного основного элемента, относятся к *отверстиям сложной конфигурации*, в которых основные элементы образуют ступени. При этом каждая выделенная ступень обрабатывается за один или несколько типовых переходов.

3. Допустимые отклонения размеров, формы и относительного расположения поверхностей отверстия, которые определяют набор переходов, необходимый для обеспечения требуемой точности ступени отверстия.

Общая последовательность переходов для всей совокупности обрабатываемых отверстий выбирается из условия сведения до минимума времени на вспомогательные перемещения и смену инструмента t_G :

Различают два основных способа обхода однотипных отверстий инструментами:

1. *Параллельный способ*, при котором одним инструментом обрабатываются все одинаковые отверстия в детали, затем производится смена инструмента и цикл повторяется.

2. *Последовательный способ*, при котором каждое отверстие последовательно обрабатывается по всем переходам.

Особенности программирования обработки для станков с ЧПУ сверлильно-расточной группы

Программирование для станков с ЧПУ сверлильно-расточной группы в общем случае сводится к кодированию следующих действий:

1) позиционирование инструмента от одной опорной точки (центра отверстия) к другой;

2) запуск циклов обработки отверстий, когда инструмент, располагается над требуемой точкой;

3) замена инструмента и коррекция его длины.

Для упрощения программирования сверлильных и расточных переходов используют *постоянные циклы обработки отверстий*, которые в общем случае включают в себя следующие действия:

1) быстрое перемещение вдоль оси Z из начальной точки цикла до точки начала рабочей подачи (точки возврата);

2) однократный рабочий ход вдоль оси Z на заданную глубину отверстия, либо поэтапное заглубление инструмента с периодическим выводом его из отверстия (в конце рабочего хода может присутствовать задержка);

3) вывод инструмента из обрабатываемого отверстия на быстром или рабочем ходу в точку возврата или начальную точку цикла (может быть произведен реверс вращения шпинделя).

Функции G81 (сверление и центрование) и G82 (сверление с паузой в конце рабочего хода) задают циклы сверления с однократным проходом (рис. 4.2). При этом G81 обычно применяется при сверлении сквозных

отверстий, а G82 - глухих отверстий (пауза позволяет более качественно очистить дно отверстия).

Кадр, в котором задается цикл сверления с однократным проходом, имеет следующий вид:

N... G81 (G82) X... Y... Z... P... R... K... F... LF

где параметр P задает время задержки в конце рабочего хода в микросекундах (игнорируется при использовании G81); параметр K определяет количество циклов сверления в одном месте (по умолчанию K имеет значение 1; при записи K0 данные о цикле вводятся в память системы ЧПУ, но сам цикл не выполняется).

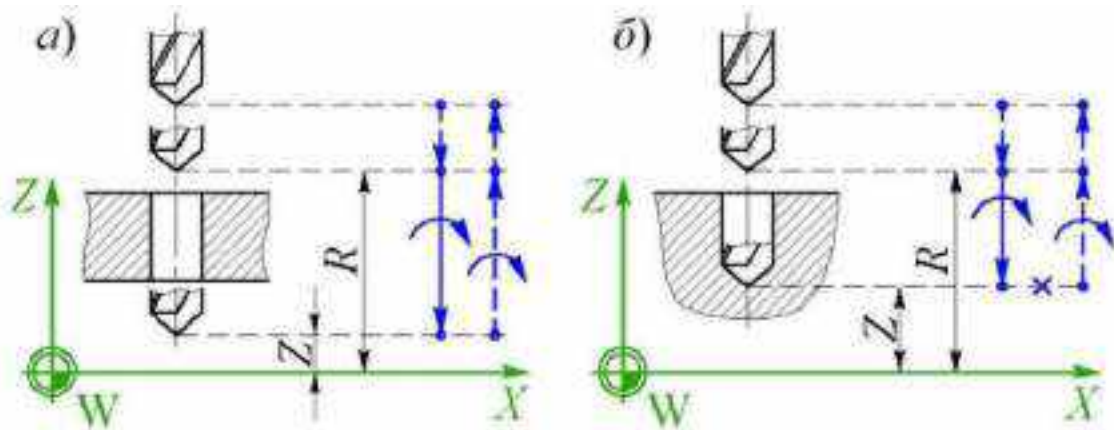


Рис. 4.2. Циклы сверления с однократным проходом: а) цикл G81; б) цикл G82

Функция G83 задает цикл глубокого сверления, при котором обработка сопровождается многократным выводом инструмента из отверстия для удаления стружки.

Кадр, в котором задается цикл глубокого сверления, имеет следующий вид:

N... G83 X... Y... Z... Q... R... K... F... LF

где параметр Q определяет приращение глубины сверления за один проход (рис. 4.3).

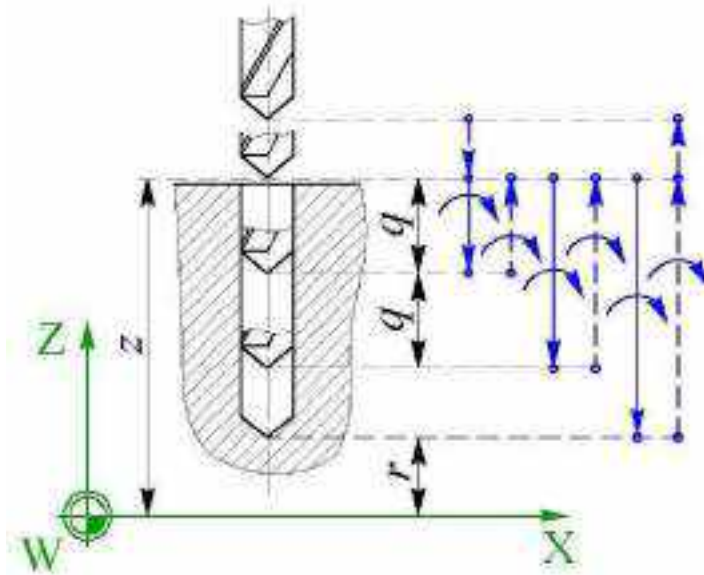


Рис. 4.3. Цикл глубокого сверления G83

Функция G84 задает цикл нарезания резьбы метчиком, при котором по достижении заданной глубины осуществляется реверс рабочей подачи и вращения шпинделя.

Кадр, в котором задается цикл нарезания резьбы метчиком, имеет следующий вид:

N... G84 X... Y... Z... R... K... F... LF

Функция G85 (расточивание или развертывание) задает самый простой цикл растачивания без задержки в конце рабочего хода (рис. 4.4). Кадр, в котором программируется цикл растачивания G85, записывается следующим образом:

N. G85 X. Y... Z... R... K... F... LF

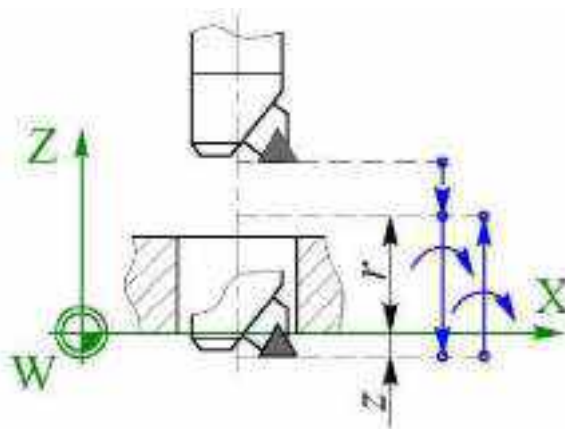


Рис. 4.4. Цикл простого растачивания (развертывания) G85

Функция G87 (расточивание) задает цикл растачивания с радиальным смещением расточной оправки для ввода инструмента в отверстие на быстром ходу и применяется для растачивания отверстий на обратной подаче (рис. 4.5). Данный цикл предполагает следующие действия:

- 1) быстрое перемещение расточной оправки в начальную точку цикла и ее радиальное смещение на величину q относительно оси отверстия;
- 2) быстрое перемещение расточной оправки в точку возврата (координата g) и ее радиальное смещение на величину q до совмещения с осью отверстия;
- 3) рабочий ход в точку с координатой z с остановкой подачи в конце рабочего хода на время p ;
- 4) остановка вращения шпинделя и отвод расточной оправки от обрабатываемой поверхности в радиальном направлении на величину q ;
- 5) быстрое перемещение расточной оправки вдоль оси Z в начальную точку (по умолчанию) или в точку возврата;
- 6) совмещение оси вращения шпинделя с ось отверстия.

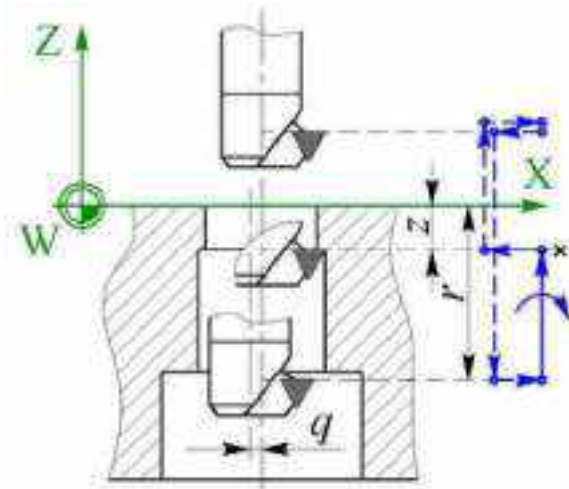


Рис. 4.5. Цикл растачивания с радиальным смещением, задаваемый функцией G87

Кадр, в котором программируется цикл растачивания, задаваемый функцией G87, имеет следующий вид:

N... G87 X... Y... Z... Q... R... K... F... LF

где параметр Q определяет значение q радиального смещения расточной оправки (рис. 4.5).

Для стержневых и расточных инструментов, применяемых для обработки отверстий, требуется указать только коррекцию на длину инструмента без указания коррекции на диаметр.

Для станков сверлильно-расточной группы задание коррекции на длину инструмента производится функцией G43 (G44), если инструмент короче (длиннее) запрограммированного. При этом в корректор заносится абсолютная разность Az между расчетной z_0 и действительной z_i координатой центра инструмента. Отсюда кадр УП, в котором задается коррекция на длину инструмента, будет иметь следующий вид:

N... G43 (G44) Z... T... LF

Слово H00 или функция G49 используются для отмены коррекции на длину инструмента.

3 Порядок выполнения работы

Данная лабораторная работа предполагает выполнение следующих этапов:

1. Изучить методические указания к лабораторной работе.
2. Пройти собеседование с преподавателем и получить задание для выполнения работы.
3. На основе конфигурации отверстий в детали (рис.4.6—4.10), их размеров и точности (табл. 4.1-4.5) составить последовательность технологических переходов для обработки каждого отверстия. Для одинаковых отверстий составить одну последовательность.
4. Для разнотипных переходов произвести выбор режущих инструментов и построить схемы обработки отверстий.
5. Составить общую для всех отверстий последовательность технологических переходов
6. Построить расчетно-технологическую карту для данной операции.
7. На основе полученных данных составить текст управляющей программы
8. Оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

4 Индивидуальные варианты заданий

Режимы обработки необходимо произвольно выбрать из следующих диапазонов: подача 440-560 мм/мин, скорость вращения шпинделя 35-50 м/мин. При программировании обработки отверстий, расположенных под углом к плоскостям детали, размерные перемещения следует задавать в полярной системе координат.

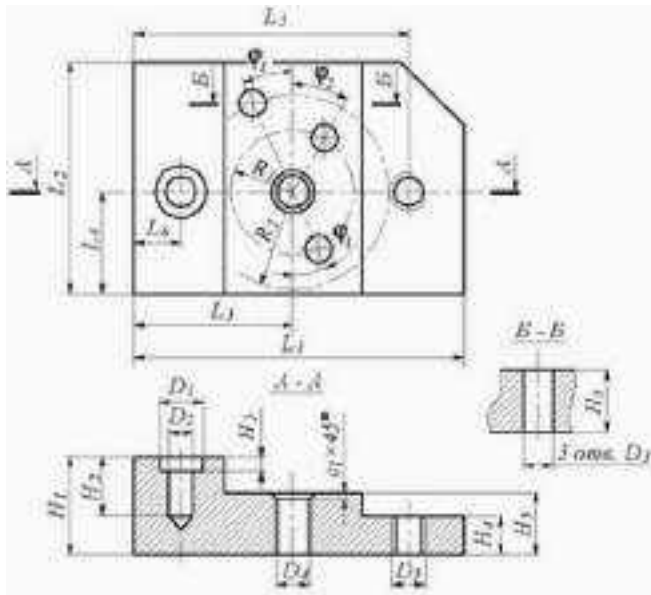


Рис. 4.6. Эскиз обрабатываемой детали для вариантов 1, 6, 11, 16, 21

Таблица 4.1

Размеры обрабатываемых деталей для вариантов 1, 6, 11, 16, 21

Размер	Вариант				
	1	6	11	16	21
L_i	130	150	155	150	130
L_2	100	110	115	100	110
L_3	60	60	65	60	60
L_4	40	50	50	40	40
L_5	110	115	120	115	115
L_6	9	11	11	9	9
D_i	12	15	15	12	13
D_2	8	10	11	7	9
D_3	10	8	8	10	7
D_4	11H7	9H7	12H7	10H8	8H7
D_5	9M	6M	7M	8M	6M
H_i	20	25	30	25	24
H_2	10	18	17	10	12
H_3	4	6	6	4	5
H_4	10	9	10	8	11
H_5	12	15	15	13	15
R_i	38	40	40	38	38
R_2	30	30	30	30	32
C_i	2	1	3	2	3
Φ_1	20°	22°	25°	21°	23°

$\Phi 2$ —	25°	20°	25°	24°	23°
------------	-----	-----	-----	-----	-----

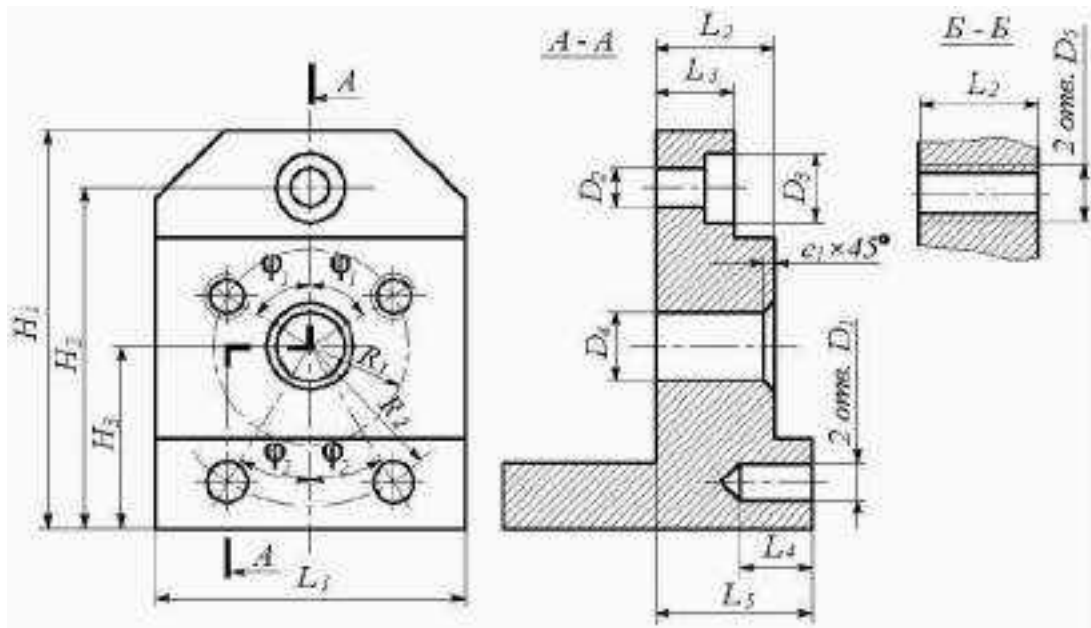


Рис. 4.7. Эскиз обрабатываемой детали для вариантов 2, 7, 12, 17, 22

Таблица 4.2

Размеры обрабатываемых деталей для вариантов 2, 7, 12, 17, 22

Размер	Вариант				
	2	7	12	17	22
L_1	90	86	95	88	98
L_2	30	35	35	37	38
L_3	20	20	25	27	28
L_4	15	20	20	17	18
L_5	40	40	45	42	43
D_1	10	12	11	13	10
D_2	8	10	9	8	7
D_3	14	13	15	12	13
D_4	15H7	13H8	14H7	16H8	12H7
D_5	7M	9M	10M	8M	9M
H_1	130	140	150	132	132
H_2	115	120	125	117	117
H_3	60	70	70	62	62
R_1	40	45	47	42	42
R_2	55	65	65	57	57
C_1	2	3	2	2	3
Φ_1	20°	18°	22°	24°	20°
$\Phi 2$ —	18°	22°	25°	25°	20°

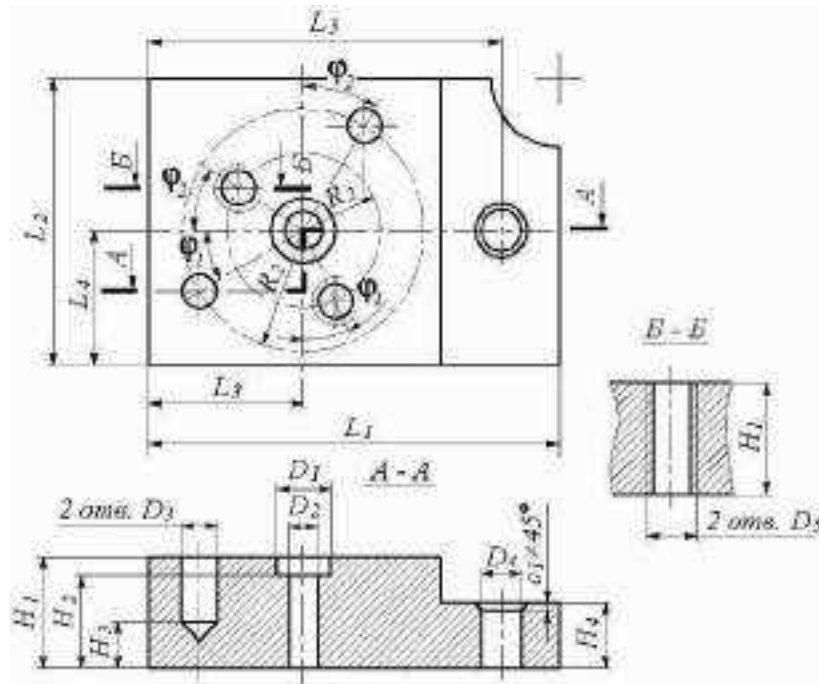


Рис. 4.8. Эскиз обрабатываемой детали для вариантов 3, 8, 13, 18, 23

Таблица 4.3

Размеры обрабатываемых деталей для вариантов 3, 8, 13, 18, 23

Размер	Вариант				
	3	8	13	18	23
L_1	150	152	148	153	150
L_2	130	131	129	132	135
L_3	55	55	52	55	55
L_4	60	61	57	60	63
L_5	130	130	126	132	132
D_1	14	12	15	14	12
D_2	11	10	11	10	9
D_3	8	9	7	8	7
D_4	15H7	17H8	14H7	13H7	16H8
D_5	13M	10M	12M	13M	10M
H_1	30	32	30	31	35
H_2	26	25	23	26	29
H_3	6	8	8	9	11
H_4	12	10	10	13	15
R_1	50	50	55	50	52
R_2	38	40	35	40	37
C_i	3	2	2	3	2
Φ _____	24°	25°	23°	24°	27°
$\Phi 2$ _____	26°	25°	23°	27°	29°

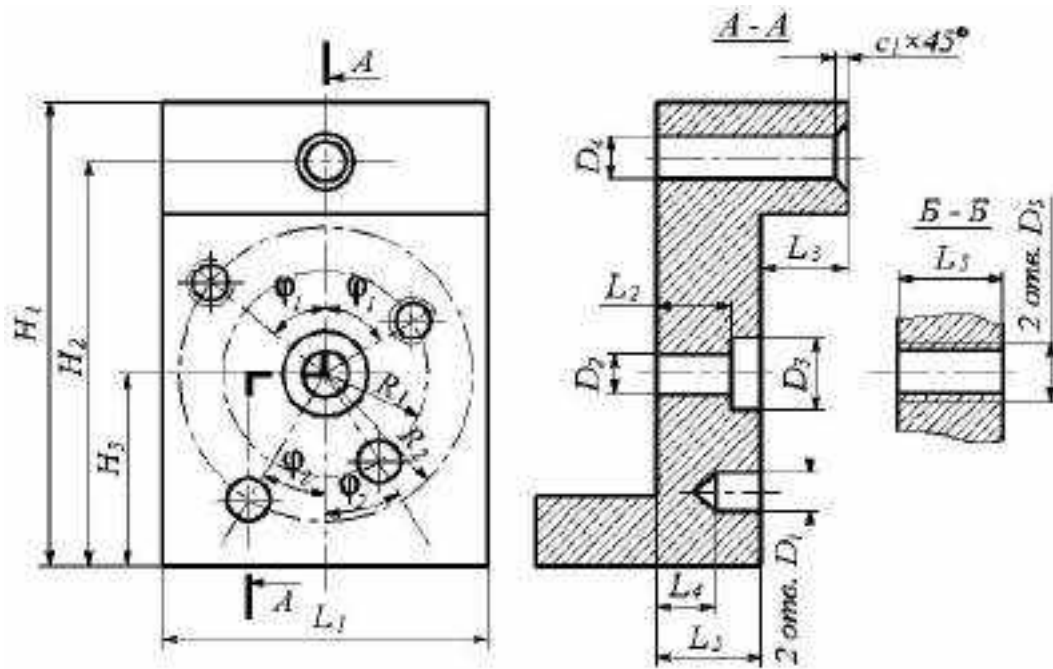


Рис. 4.9. Эскиз обрабатываемой детали для вариантов 4, 9, 14, 19, 24

Таблица 4.5

Размеры обрабатываемых деталей для вариантов 5, 10, 15, 20, 25

Размер	Вариант				
	5	10	15	20	25
L_1	180	170	185	182	178
L_2	100	100	115	98	110
L_3	80	82	85	85	80
L_4	45	40	52	45	43
L_5	160	155	160	164	160
L_6	12	10	12	10	13
D_1	17	16	19	15	18
D_2	13	10	14	10	12
D_3	14	12	10	8	11
D_4	18H7	19H10	15H7	20H8	16H7
D_5	17M	13M	16M	14M	13M
H_1	45	49	50	40	42
H_2	30	35	38	35	30
H_3	12	28	30	25	25
H_4	7	6	7	6	7
H_5	20	22	23	20	22
H_6	45	49	50	40	42
R_1	30	27	25	32	24
R_2	40	35	45	40	38
C_1	2	3	3	2	4

Φ_1	30°	25°	20°	30°	32°
Φ_2	32°	22°	22°	30°	28°

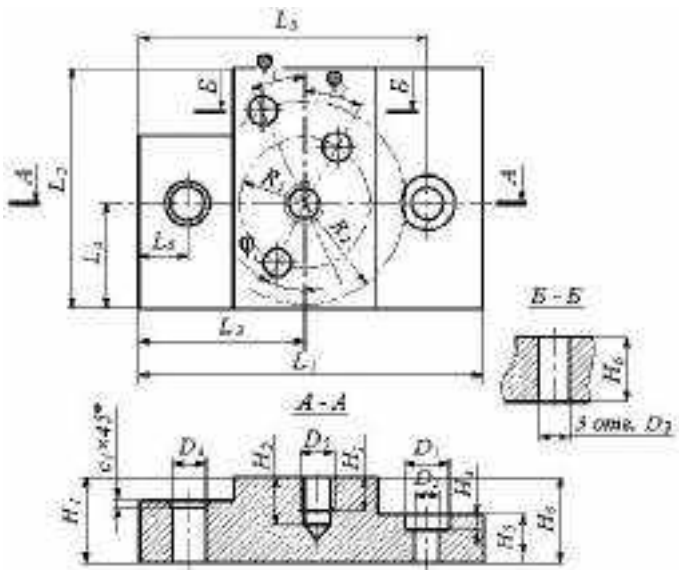


Рис. 4.10. Эскиз обрабатываемой детали для вариантов 5, 10, 15, 20, 25

5 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы основные технологические особенности обработки отверстий на станках с ЧПУ?
2. Что относится к основным и дополнительным элементам отверстий?
3. В чем заключаются отличия параллельного и последовательного способов обхода инструментами однотипных отверстий?
4. Какими функциями кодируются ускоренные перемещения при сверильно-расточной обработке?
6. Из каких действий состоит постоянный цикл обработки отверстия?
7. Какими функциями задаются постоянные циклы обработки отверстий?
8. Какими командами производится вызов и отмена коррекции инструмента на вылет при программировании обработки на сверильнорасточных станках с ЧПУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина

**Методические указания
по выполнению самостоятельных работ
по междисциплинарному курсу «Системы автоматизированного
проектирования и программирования в машиностроении»
для специальности
15.02.08 Технология машиностроения**

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «14» *сентября* 20 *22* г. № *7*

Председатель цикловой комиссии *Val* Т.В. Валуева

Автор: Веселова А. В., преподаватель Технического колледжа
им. С.И. Мосина

1 Самостоятельная работа студента по подготовке к выполнению практических работ

Для подготовки к выполнению практической работы студенту необходимо:

1. ознакомиться с информацией, изложенной в теоретической части методической разработки практической работы;
2. ознакомиться с видеоматериалами по теме практической работы (режим доступа:

<https://youtu.be/QSmLHqYhuTM>

<https://youtu.be/8w9wuL4vFCE>

<https://youtu.be/nQhd3XUMr2U>

<https://youtu.be/CEp0qDMuXP8>

<https://youtu.be/aa1wjWiuTuE>

<https://youtu.be/mS9-AYpcdsw>

<https://youtu.be/kPuCAE9R9io>

<https://youtu.be/GKsO5V2VXR4>

<https://youtu.be/wt8ErNXHOTM>

https://youtu.be/CGXgT_ZJnj4

3. используя полученную информацию, выполнить практическую часть (Работа на компьютере), сохраняя результаты работы в личной папке;
4. подготовиться к защите практической работы.

**Темы самостоятельных работ студентов по подготовке к выполнению
практических работ и распределение отводимого времени**

№ п/п	Наименование работы	Часы
1.	Разработка УП для фрезерной обработки	8
2.	Программирование объемной фрезерной обработки	8
3.	Разработка УП для токарной обработки	8
4.	Разработка УП для циклов сверления	10

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И. Мосина

Методические указания
по выполнению практических работ
МДК 1.4 Подготовка автоматизированного производства изготовления деталей
для высокоточных изделий
по специальности
15.02.08 Технология машиностроения

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНО

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «17 января 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Дал

Т.В. Валueva

Составители: Валueva Т.В., Веселова А.В.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ МДК 1.4 Подготовка автоматизированного производства изготовления деталей для высокоточных изделий для специальности 15.02.08 Технология машиностроения обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- оперативного программирования обработки деталей на токарных и фрезерных обрабатывающих центрах с числовым программным управлением;

уметь:

- - составлять управляющие программы для обработки типовых деталей на металлообрабатывающем оборудовании;
- создавать и отлаживать управляющие программы обработки деталей с использованием системы автоматизированного проектирования Mastercam;

знать:

- методику разработки и внедрения управляющих программ для обработки простых деталей на автоматизированном оборудовании;
- состав, функции и возможности использования информационных технологий в машиностроении;
- особенности конструкций многокоординатных токарных и фрезерных обрабатывающих центров с программным управлением;
- особенности разработки управляющих программ в системе автоматизированного проектирования Mastercam.

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций.

ПК 1.7	Проектировать многокоординатную обработку при производстве деталей для высокоточных изделий.
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ОК 10.	Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).
ОК 11.	Применять проектный подход в профессиональной деятельности.

Тема 1.1 Основы 2D моделирования

Практическая работа №1

Создание 2D контуров

Тема работы:

Создание 2D контуров

Цель работы:

уметь: строить 2D контуры
знать правила построения 2D контуров

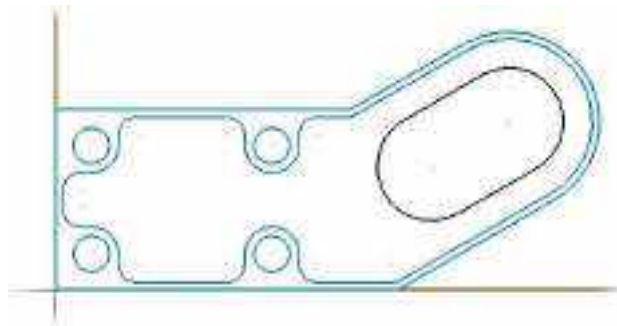
Количество часов:

4 часа.

I. Теоретическая часть

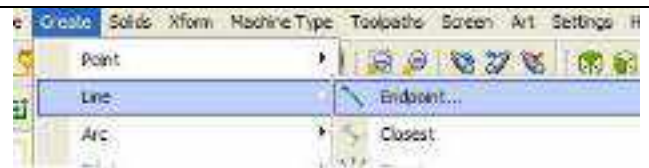
Создание линий и дуг

Линии и дуги являются стандартными элементами геометрии при создании 2D деталей.



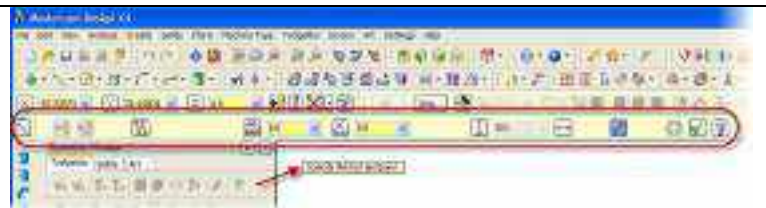
Создание вертикальных линий

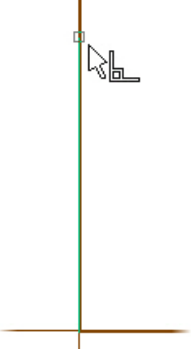
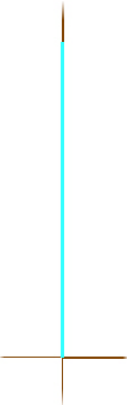
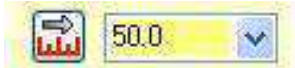


Нажмите [F9], чтобы отобразить в графическом окне оси XY координатной системы. Отображение нулевой точки и направления координатных осей поможет вам лучше ориентироваться в 2D пространстве.

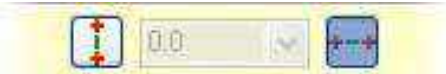

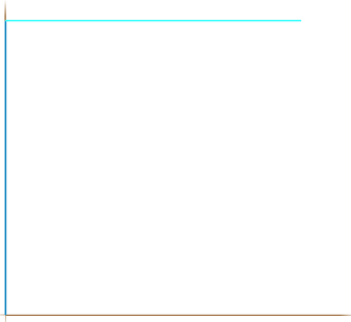




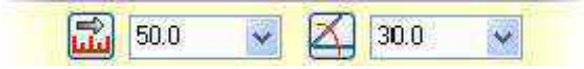

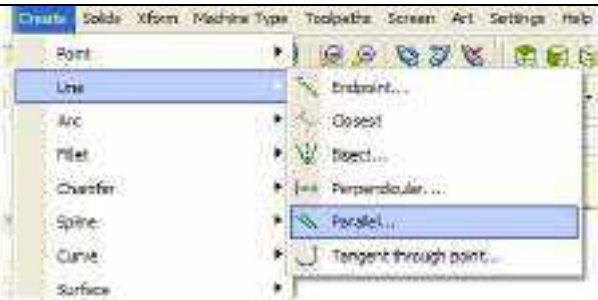

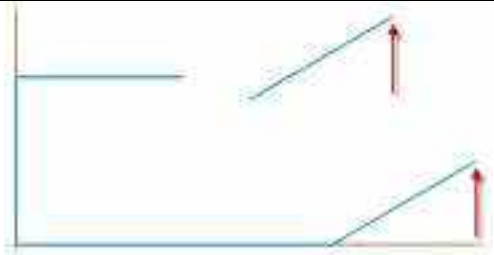
Выберите в меню Mastercam **Create (Создать), Line (Линия), Endpoint (по конечным точкам)**.

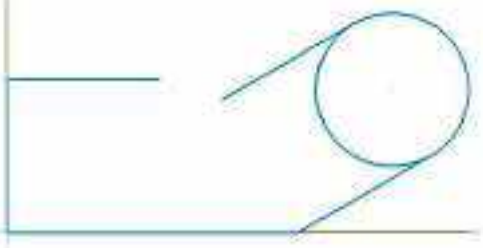

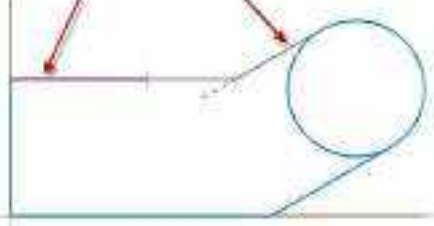
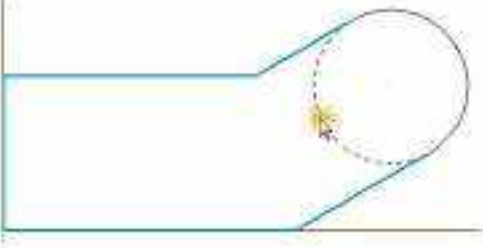
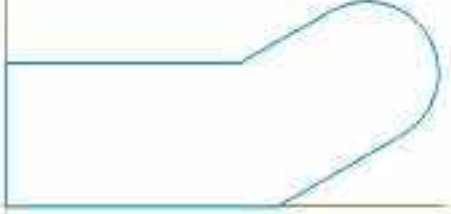
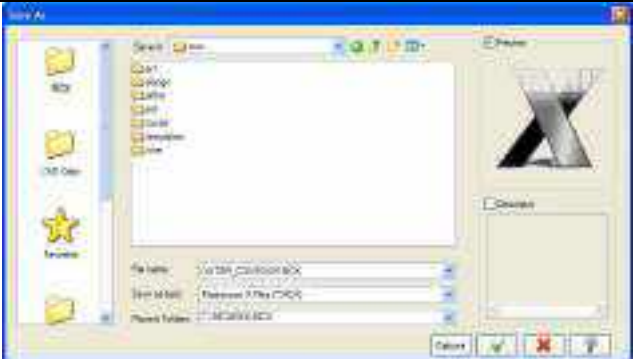
В Mastercam появится линейка функции и запрос select the first endpoint (укажите первую конечную точку).




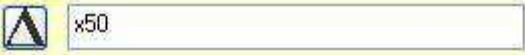
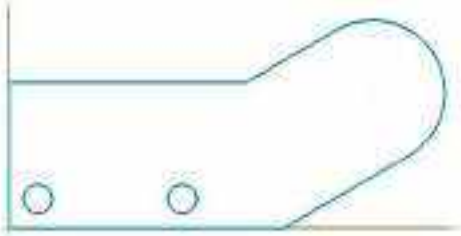


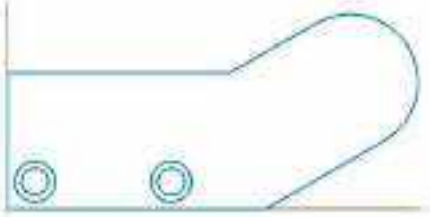
<p>В качестве первой конечной точки выберите точку начала координат, переместив курсор в центр окна. Курсор изменится на стрелку и значок рядом с ней. Значок означает, что вы находитесь рядом с нулевой точкой системы координат.</p>	
<p>Кликните на нулевую точку и перемещайте курсор вертикально вдоль оси Y. Значок визуальной подсказки изменится. Нажмите левую кнопку мыши и подтвердите создание вертикальной линии. Щёлкните в любом месте вдоль оси Y, задав временную длину линии. Цвет линии изменится на синий. Это значит, что элемент находится в процессе создания и может быть изменён.</p>	
<p>Live entities (живые элементы) могут быть изменены до выхода из функции. Затем вы сможете создавать другой элемент в данной функции или выйти из функции, нажав зелёную галочку (Ок). После этого элементы будут созданы. На линейке функции, в окне задания длины линии, введите величину 50. Появится вертикальная линия длиной 50 мм.</p>	
<p>На линейке функции нажмите кнопку Apply (Применить). Линия создана, при этом вы остались в функции и можете создавать следующие линии. </p>	
<p>Нажмите правую кнопку мыши в графическом окне и выберите в меню Fit (в размер окна). Вся созданная геометрия отобразится в графическом окне.</p>	
<p style="text-align: center;">Создание горизонтальных линий</p>	

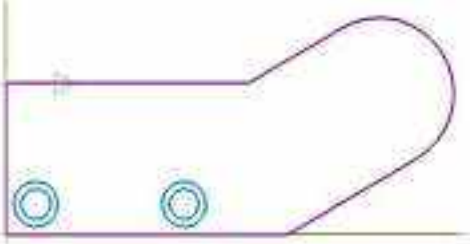

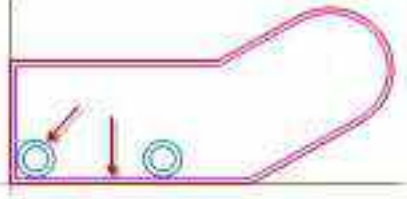
<p>Нажмите кнопку Length (Длина) на линейке функции создания линии по конечным точкам. Кнопка фиксирует введённое вами значение. Когда значение зафиксировано, поле подсвечивается красным.</p>	
<p>Нажмите кнопку Horizontal (Горизонталь). Кнопка отображается нажатой. Это значит, что будет создана горизонтальная линия.</p>	
<p>Переместите курсор к верхней конечной точке первой линии. Автокурсор подсвечивает линию и появляется визуальная подсказка выбора конечной точки. Кликните на конечную точку. Перемещайте курсор влево или вправо и вы увидите два возможных направления.</p>	
<p>Кликните справа от первой линии. Заметьте, что новая линии пока не создана, и вы можете её изменить. На линейке функции нажмите кнопку Apply (Применить). Нажмите кнопку Length (Длина) снова и отмените фиксированную длину линии. После этого вы сможете создать линию другой длины. Выберите первую конечную точку вертикальной линии и перемещайте курсор вправо по оси X. Вы создаёте дополнительную горизонтальную линию, т.к. кнопка Horizontal (Горизонталь) остаётся нажатой.</p>	
<p>Кликните в любом месте, установив временную длину линии. На линейке функции введите значение длины 95 мм. На линейке функции нажмите кнопку Apply (Применить). Нажмите правой кнопкой в графическом окне и выберите Fit (В размер окна).</p>	
<p style="text-align: center;">Создание линий под углом и окружностей</p>	

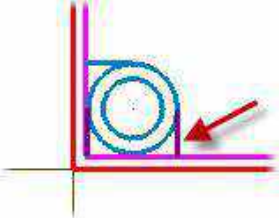
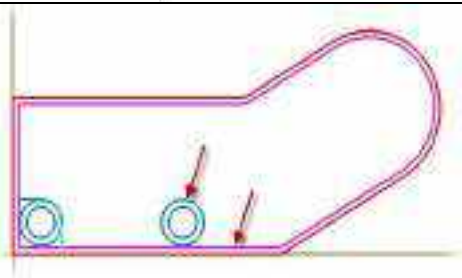


<p>Отмените выбор Horizontal (Горизонталь). Следующую линию рисуем под углом. Нажмите на клавиатуре несколько раз [Page Down], уменьшив отображение элементов на экране. Это даст вам пространство для создания линии.</p>	
<p>Кликните на правую конечную точку линии длиной 95 мм, и затем перемещайте курсор вверх вправо. Кликните ещё раз, создав временную линию. Введите 50 мм в окошке длины линии и значение 30 в окошке задания угла. На линейке функции нажмите кнопку Apply (Применить).</p>	
<p>Нажмите ОК (зелёную галочку) и выйдите из функции.</p>	
<p>Выберем в меню Create, Line, Parallel (Создать, Линия, Параллельная) чтобы создать линию, параллельную линии под углом. Появится линейка функции Line Parallel (Линия, Параллельная). Выберите наклонную линию и затем кликните на пространство сверху от линии. Mastercam создаст временную параллельную линию. Введите 50 мм (расстояние от исходной линии) и выйдите из функции, нажав ОК.</p>	
<p>Чтобы создать дугу по конечным точкам, выберите функцию Create, Arc, Circle Edge Point (Создание окружности по крайней точке).</p>	
<p>Нажмите кнопку Two Point (две точки) на линейке функции.</p>	

<p>Выберите верхние конечные точки двух наклонных линий.</p>	
<p>Нажмите ОК и выйдите из функции.</p>	
<p>Обрезка контура</p>	
<p>Выберите функцию Edit, Trim/Break, Trim/Break/Extend (Редактировать, Обрезать\разбить, Обрезать\Разбить\Продлить).</p>	
<p>Нажмите кнопку Trim 2 Entity (Обрезать оба элемента) на линейке функции. Функция найдёт ближайшее пересечение и обрежет/продлит оба элемента.</p>	
<p>Чтобы обрезать окружность между наклонными линиями, нажмите на линейке функции кнопку Divide/Delete (Разделить/Удалить). Данная функция делит элемент между ближайшими точками пересечения. Выберите левую сторону окружности.</p>	
<p>Нажмите ОК и выйдите из функции.</p>	
<p>Выберите File, Save (Файл, Сохранить) и сохраните созданную вами геометрию, появится следующее диалоговое окно. Введите имя OUTER_CONTOUR.MCX в поле File Name (Имя файла). Нажмите ОК и сохраните файл.</p>	
<p>Создание отверстий</p>	
<p>Откройте файл OUTER_CONTOUR.MCX, сопровождающий данную</p>	

<p>программу, или продолжайте использовать файл МСХ. Кликните на поле рядом с надписью Level (Слой) на линейке статуса в нижней части графического окна и введите новый слой 2. Все новые элементы разместятся на Слое 2.</p> <p>Чтобы нарисовать отверстия выберите функцию в меню Mastercam Create, Arc, Circle Center Point (Создать, Дуга, Окружность по центральной точке).</p>	
<p>Нажмите на клавиатуре [Spacebar] (Пробел) и перейдите в режим FastPoint (Быстрая точка). Появится белое поле на линейке функции Автокурсор.</p> <p>Область позволяет ввести координаты точек с или без буквенных обозначений осей координатной системы (X, Y, Z).</p> <p>Введите 10, 10 для центра первой окружности и нажмите [Enter].</p>	
<p>Переместите курсор в графическое окно. Отображается временный круг с центральной точкой, координаты которой вы ввели.</p>	
<p>Кликните на экран и задайте временный диаметр.</p> <p>Введите 10 мм в поле рядом с кнопкой Диаметр на линейке функции Circle Center Point (Окружность по центральной точке), и затем зафиксируйте это значение, нажав кнопку Diameter (Диаметр).</p> <p>После этого можно нарисовать вторую окружность с таким же диаметром. Нажмите Apply (Применить) и закончите создание окружности.</p>	
<p>Создание дополнительных отверстий</p>	
<p>Удерживайте нажатой клавишу [Shift] на клавиатуре и затем</p>	

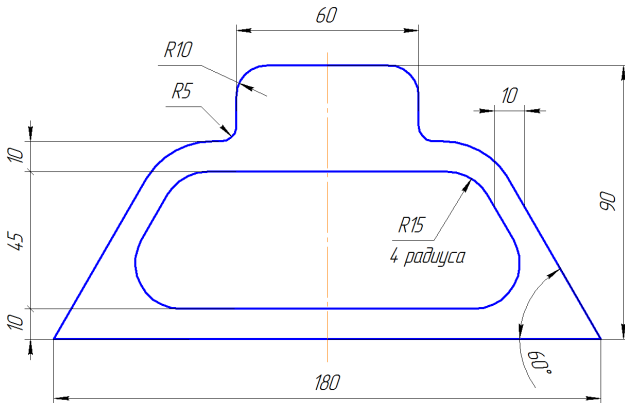
<p>кликните мышкой центральную точку первой окружности. Появится линейка задания относительного размера. Введите x50 в поле рядом со значком Делта и нажмите [Enter].</p>	
<p>Временная геометрия будет создана и появится линейка функции Circle Center Point (Окружность по центральной точке). Нажмите Apply (Применить) и создайте второе отверстие. Нажмите кнопку Diameter (Диаметр) и отмените фиксацию значения</p>	
<p>Введите значение 7.5 мм в поле Radius (Радиус), и зафиксируйте его. Следующие две окружности будут с одинаковым размером.</p>	
<p>Чтобы нарисовать третью окружность, выберите центр первого отверстия. Когда вы перемещаете курсор к центру окружности, то подсвечивается центральная точка и отображается визуальная подсказка. Кликните центральную точку и затем нажмите Apply (Применить).</p>	
<p>Кликните центральную точку правой окружности и создайте следующую окружность</p>	
<p>Нажмите ОК и выйдите из функции.</p>	
<p>Выберите File (Файл), Save As (Сохранить как.). Сохраните файл под именем OUTER_CONTOUR_WITH_HOLES.MCX.</p>	
<p>Редактирование и изменение геометрии</p>	
<p>Выберите функцию Xform (Преобразовать), Offset Contour (Сместить контур) в меню Mastercam. Появится диалоговое окно выбора цепочки, для этого необходимо использовать опцию chaining (цепочка). Цепочка</p>	

отличается от других опций выбора.	
<p>Кликните в любом месте наружного контура.</p> <p>Нажмите ОК (зелёную галочку) в диалоговом окне. Убедитесь, что в диалоговом окне Offset Contour (Смещение контура) выбрана опция Сору (Копировать), и введите в окне дистанцию 2.0 мм. Затем нажмите Enter.</p>	
<p>Нажмите ОК. Исходный контур красного цвета, новый контур - фиолетового.</p> <p>Mastercam создаёт временные группы из исходной геометрии (красного цвета) и из новой геометрии (фиолетового цвета).</p>	
Добавление касательных линий	
<p>Выберите Create, Line, Perpendicular (Создать, Линия, Перпендикулярная) в меню Mastercam.</p>	
<p>Нажмите кнопку Tangent (Касательная) на линейке функции. Эта опция гарантирует, что будет создана касательная линия к дуге.</p>	
<p>Кликните на левую наружную окружность и на левую внутреннюю линию. Mastercam покажет два возможных варианта решения. Кликните на верхнюю линию.</p>	
<p>Кликните на левую наружную окружность и на нижнюю внутреннюю линию. Mastercam снова покажет два возможных варианта решения.</p>	

<p>Кликните на правую линию</p>	
<p>Кликните на правую наружную окружность и на нижнюю внутреннюю линию.</p>	
<p>Для создания касательных линий с двух сторон отверстия необходимо выбрать ту же геометрию повторно. Кликните правую линию. Кликните правую наружную окружность и нижнюю внутреннюю линию снова.</p>	
<p>Кликните на левую линию. Нажмите ОК и подтвердите создание линий.</p>	

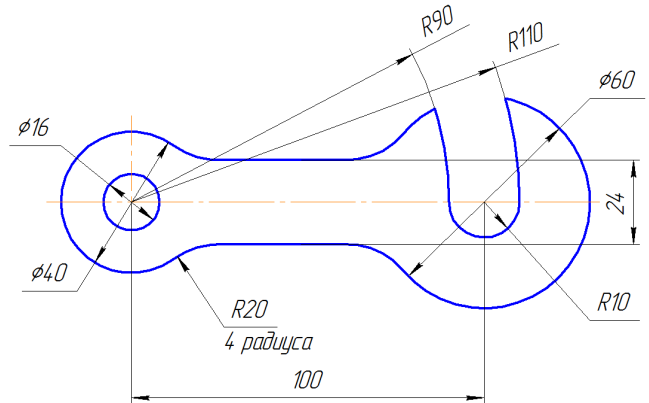
Вариант 5

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



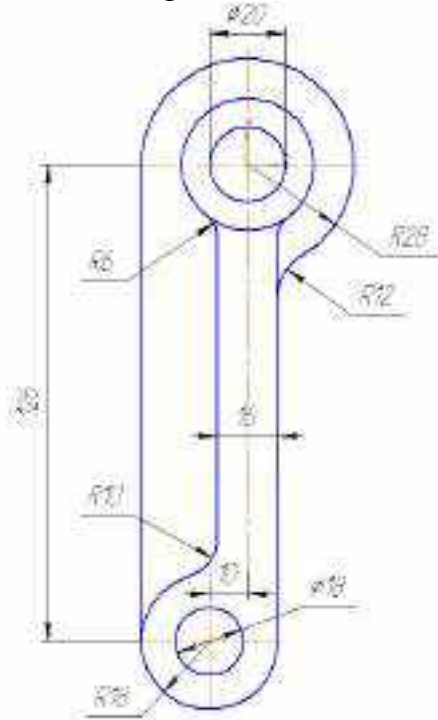
Вариант 6

Выполните графическое изображение детали «Крючок», используя геометрические построения.



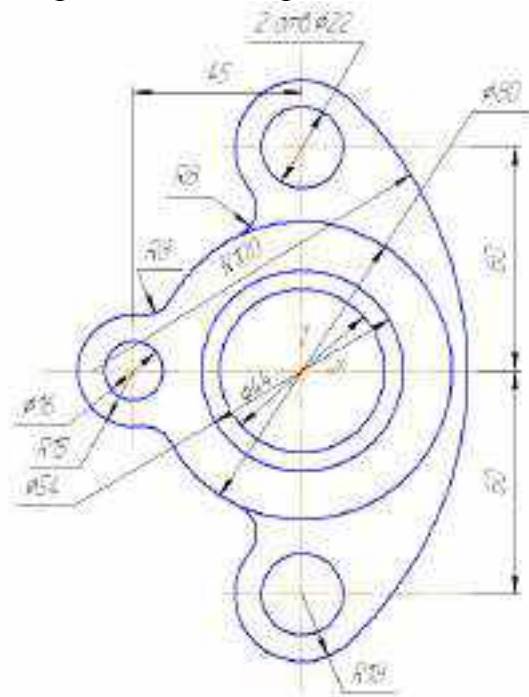
Вариант 7

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



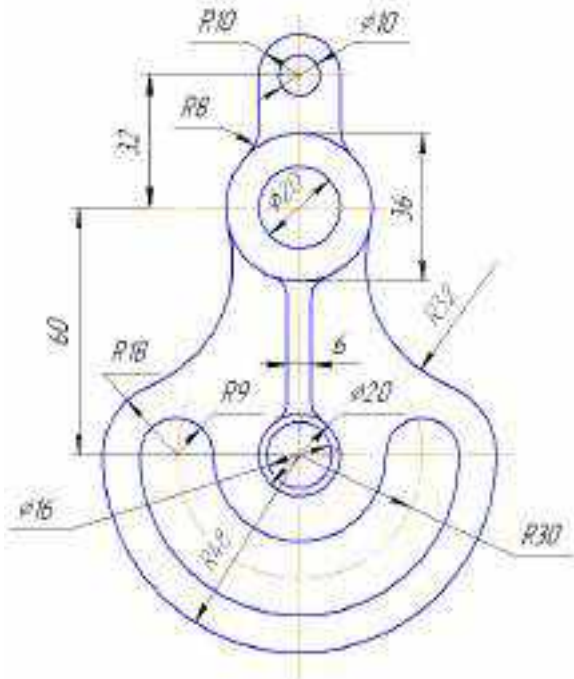
Вариант 8

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



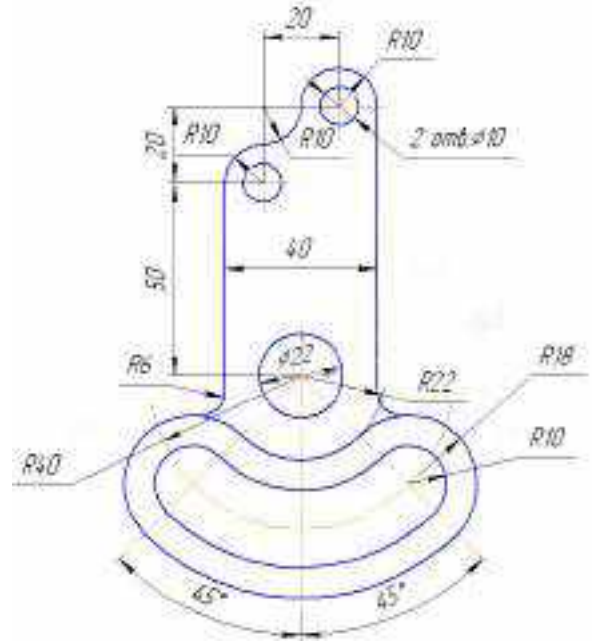
Вариант 9

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



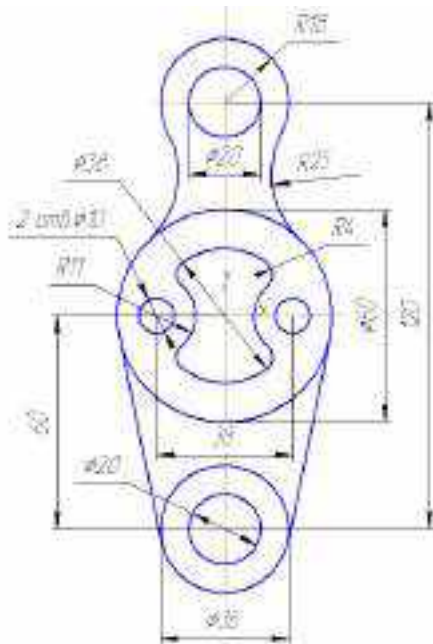
Вариант 10

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



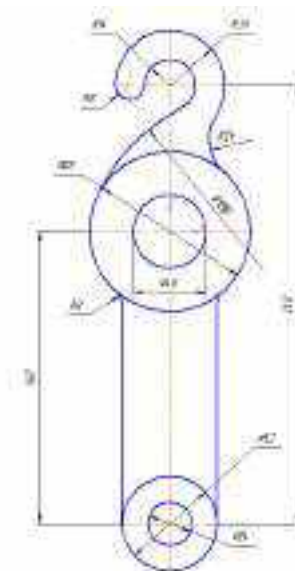
Вариант 11

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



Вариант 12

Выполните графическое изображение детали «Прокладка», используя геометрические построения.



Тема 1.2. Твёрдотельное моделирования в Mastercam

Практическая работа №2

Создание твердых тел в Mastercam

Тема работы:

Создание твердых тел в Mastercam

Цель работы:

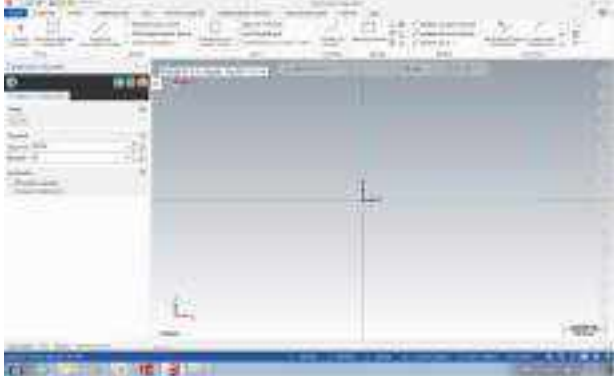
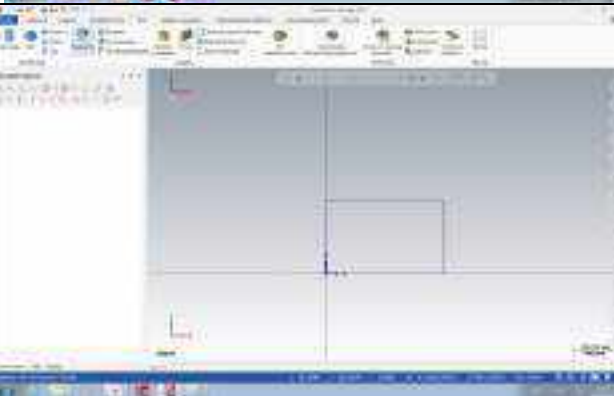
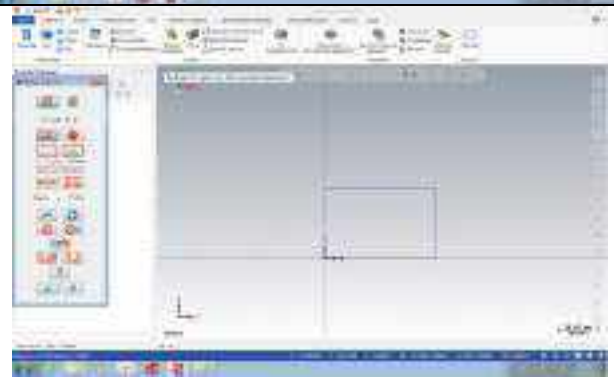
уметь: строить твердые тела в Mastercam

знать правила построения твердых тел в Mastercam

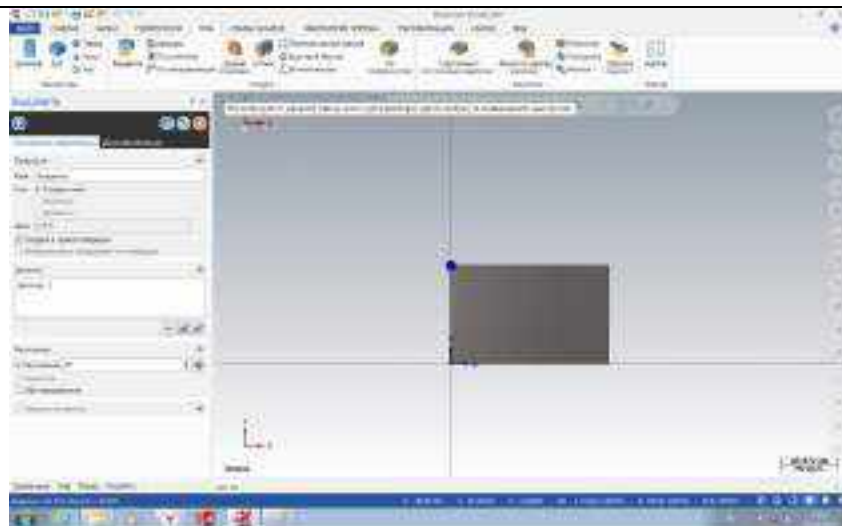
Количество часов:

6 часов.

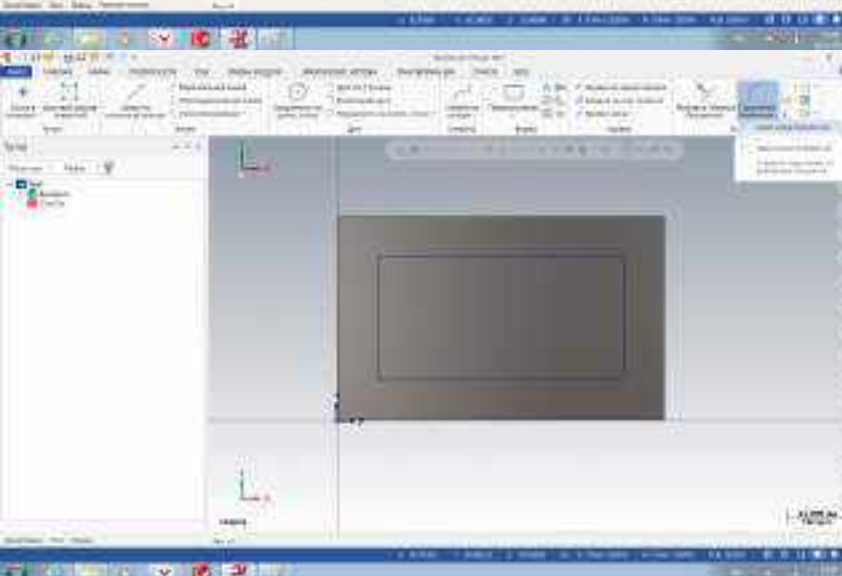
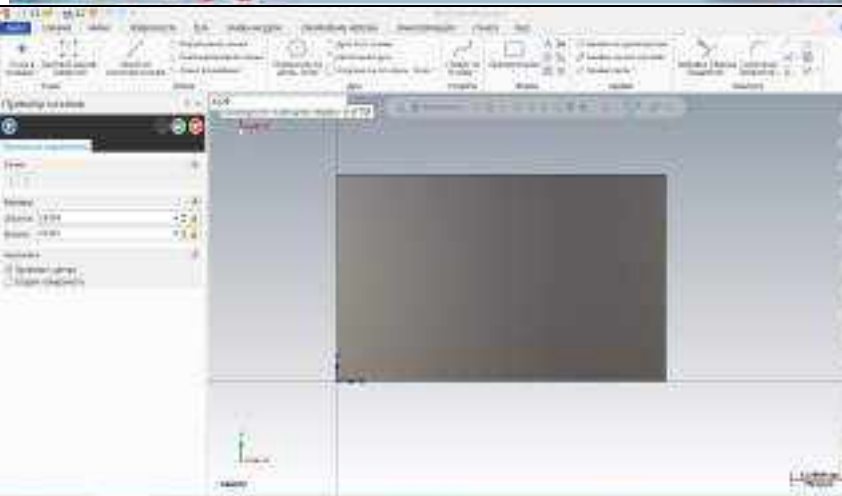
I. Теоретическая часть

<p>Откройте файл MarkerTray. Для начала построения модели выбираем «каркас», «прямоугольник»</p>	
<p>Выбираем центр координат, закрепляем его, вводим размеры прямоугольника.</p>	
<p>Выбираем клавишу тела, выдавить. В открывшемся диалоговом окне выбираем «цепочка», выделяем контур прямоугольника. Нажимаем «ОК»</p>	

Выбираем расстояние, на которое хотим выдавить модель, и нажимаем «ОК». В результате сформируется 3D модель.



Выбираем «Каркас», «Прямоугольник» далее нажимаем пробел и вводим координаты середины детали. Первая координата задается по оси X, вторая по оси Y вводится через запятую. В диалоговом окне ставим галочку на «Привязка к центру» закрепляем прямоугольник, вводим размеры в диалоговом окне и нажимаем «ОК».

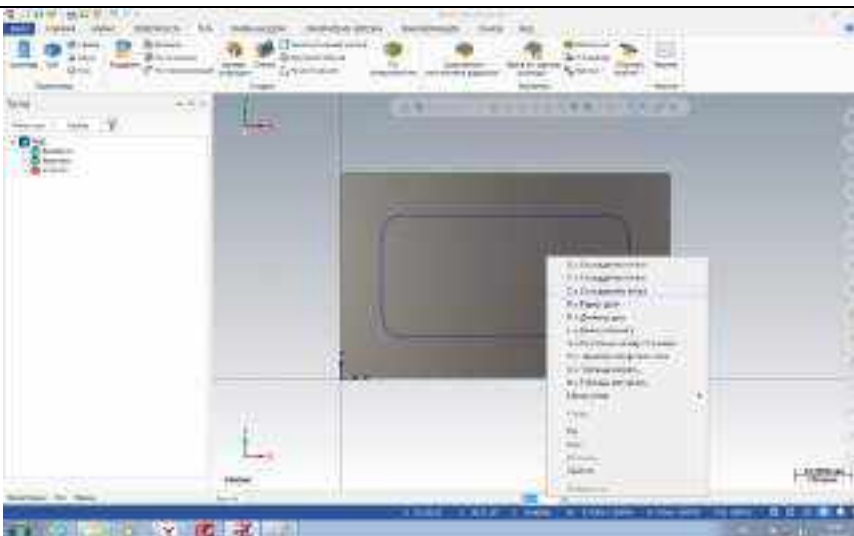
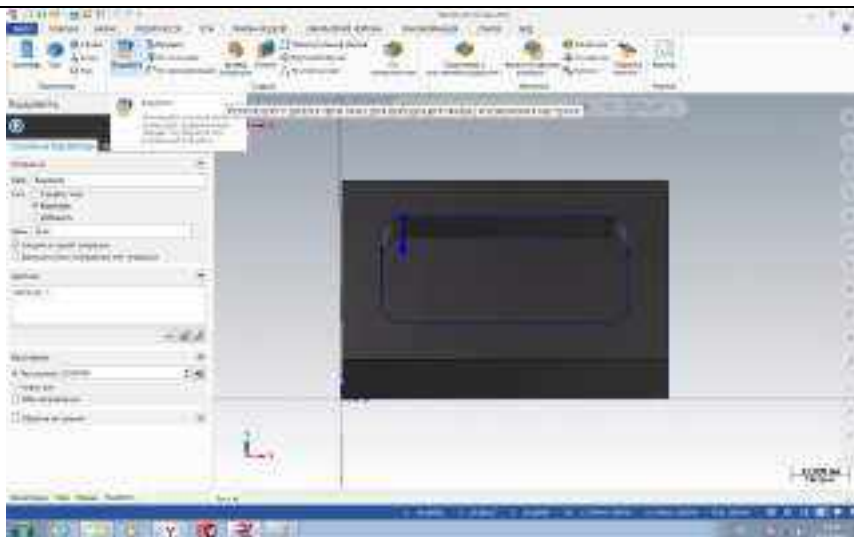


На панели управления выбираем «Каркас», «Скругление» в открывшемся диалоговом окне выбираем радиус скругления, далее выбираем 2 стороны между которыми необходимо сделать скругление.

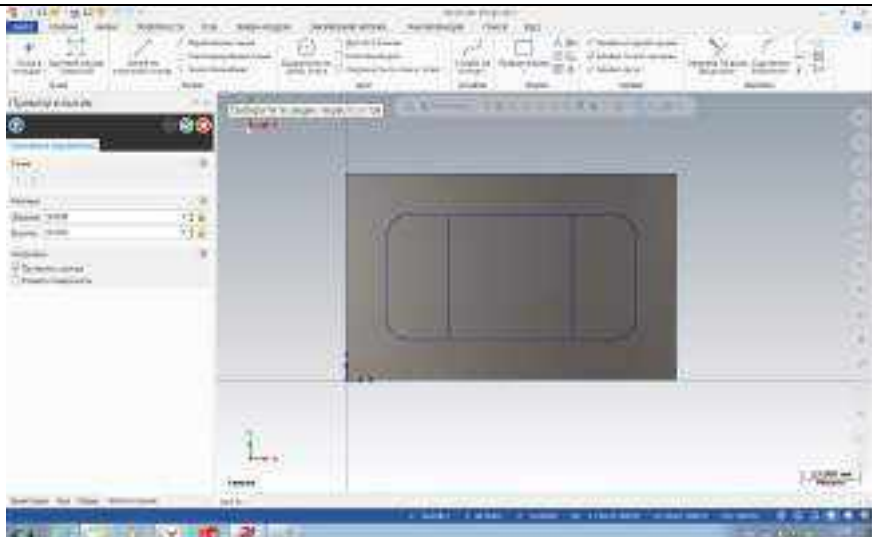
Нажимаем «ОК».

На панели управления выбираем «Тела», «Выдавить», в диалоговом окне выбираем тип «Вырезать», выбираем расстояние, на которую хотим вырезать, далее нажимаем на кнопку «Реверс» и нажимаем «ОК».

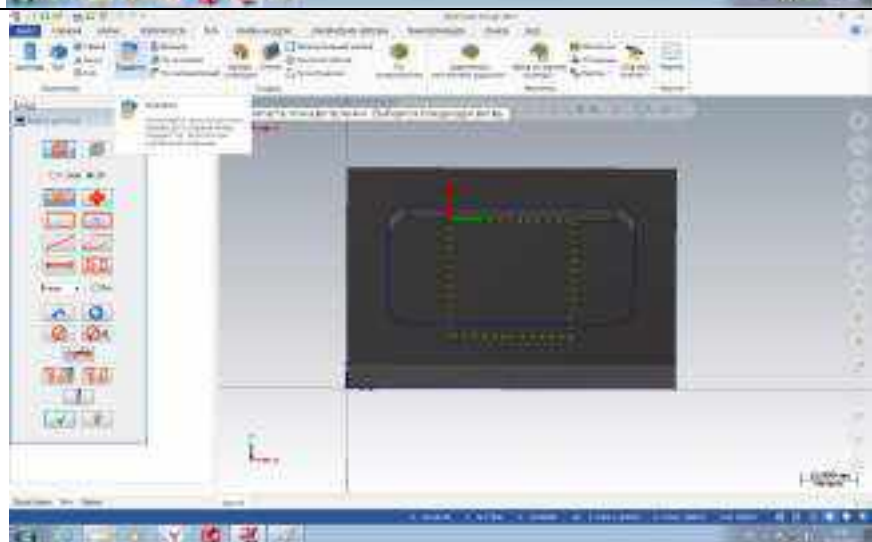
Задаем конструкционную глубину по оси Z, выбираем Zкоординаты точки.



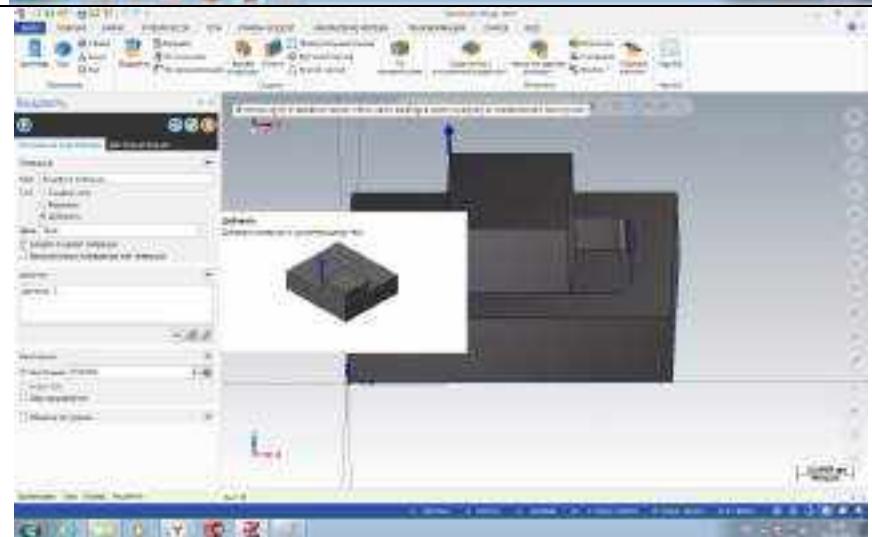
На панели управления выбираем «Каркас», «Прямоугольник», задаем координаты центра, задаем размеры прямоугольника. «ОК».



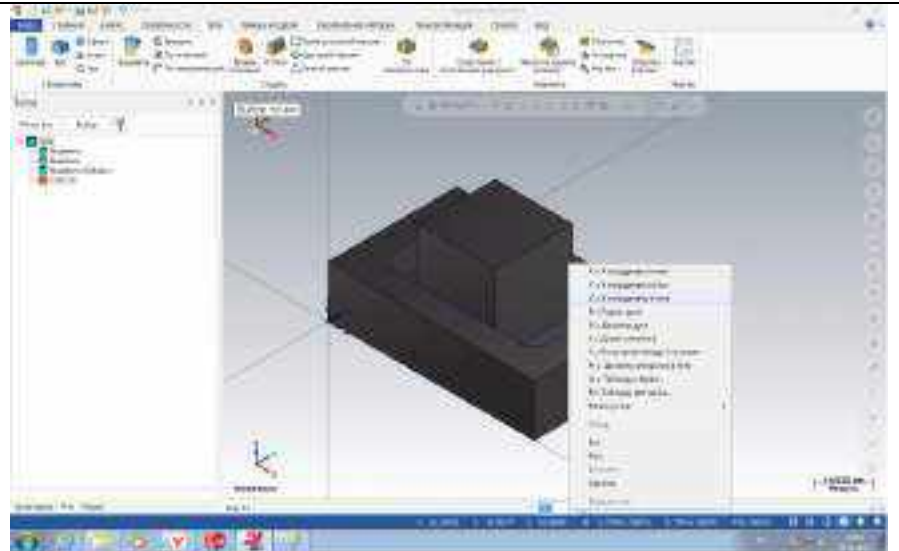
Выбираем «Тела», «Выдавить». В диалоговом окне выбираем «Цепочка» и нажимаем на нарисованный прямоугольник. «ОК»



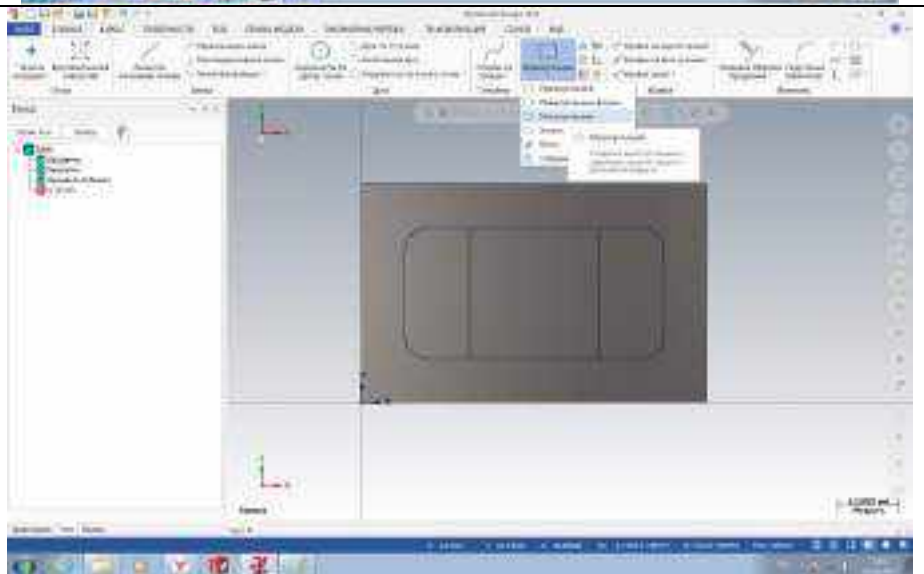
В следующем диалоговом окне выбираем «Добавить», выбираем высоту, на которую хотим выдавить, и нажимаем «ОК»



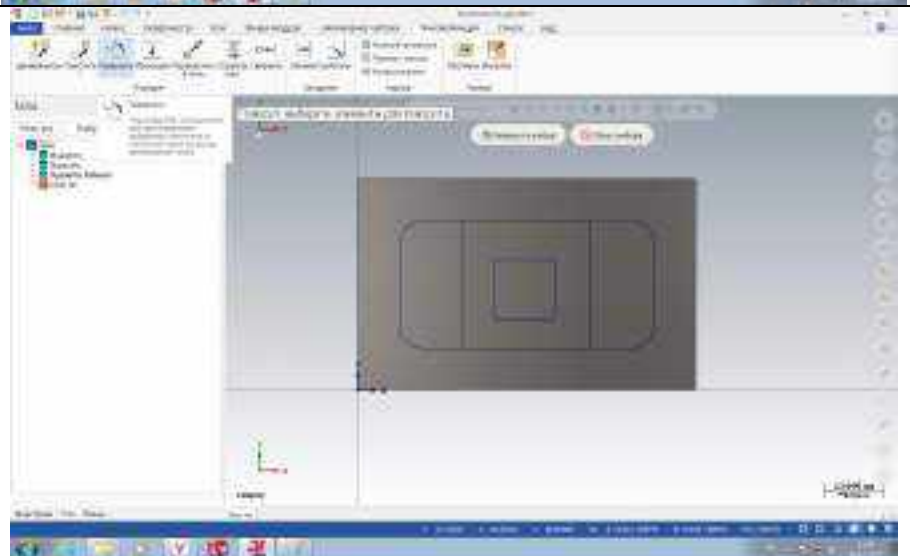
Задаем конструкционную глубину по оси Z. Выбираем Zкоординаты точки и ЛКМ ждем по поверхности модели.



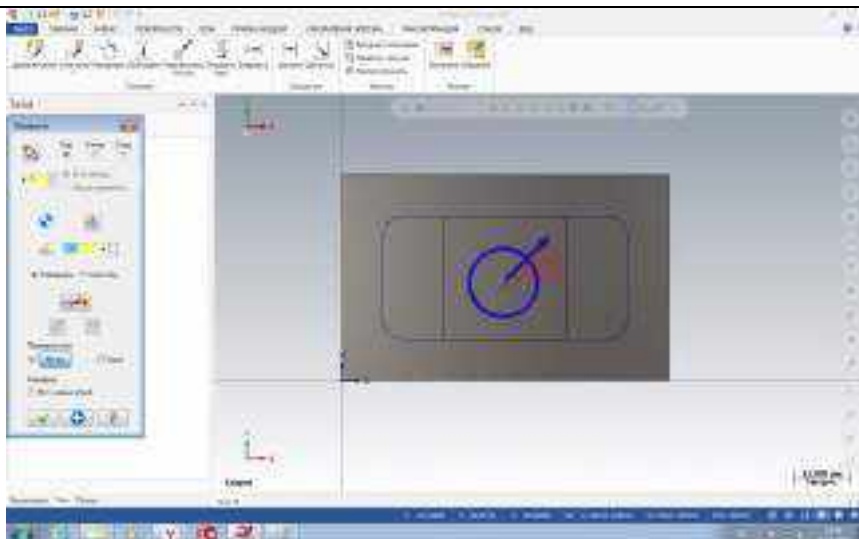
На панели управления выбираем «Каркас», «Многоугольник» выбираем все параметры нужные нам и нажимаем «ОК»



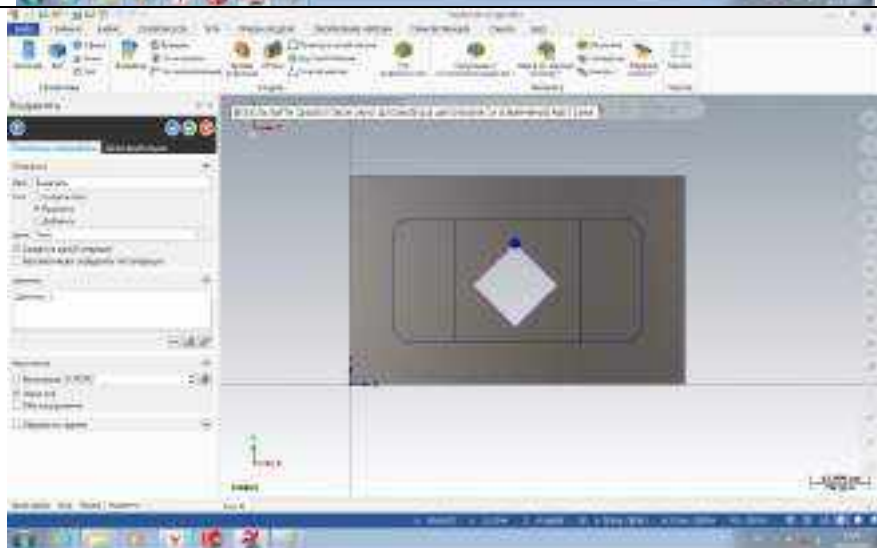
Далее нажимаем «Трансформация», «Повернуть»



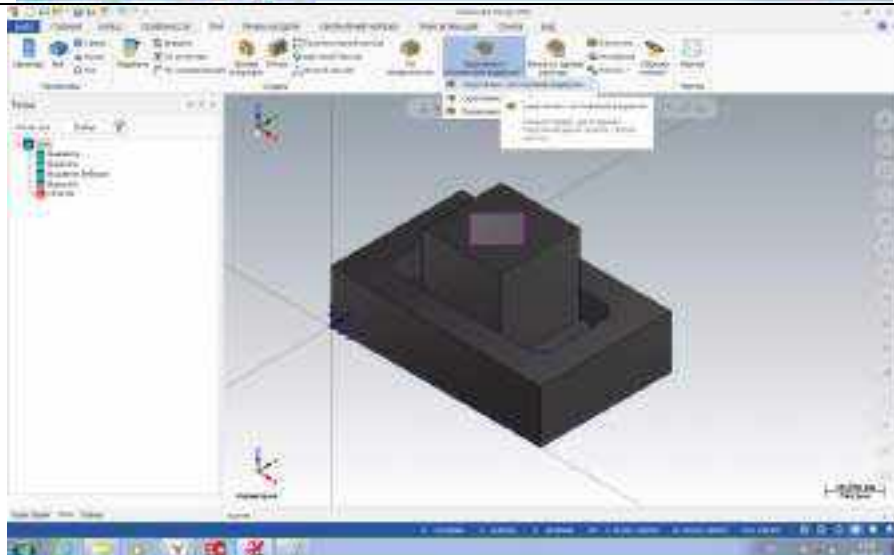
В открывшемся диалоговом окне выбираем точку поворота, далее задаем градус поворота. «ОК».



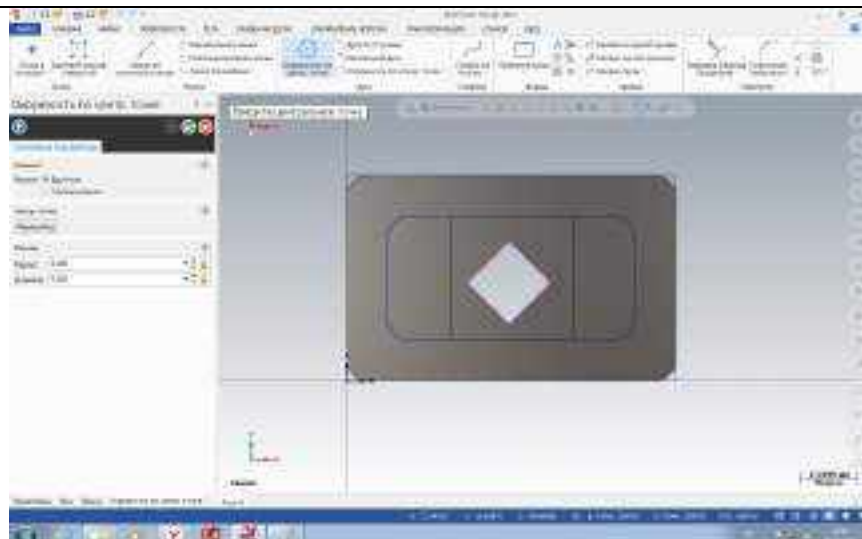
На панели управления выбираем «Тела», «Выдавить» выбираем цепочкой наш квадрат, выбираем глубину и нажимаем «ОК»



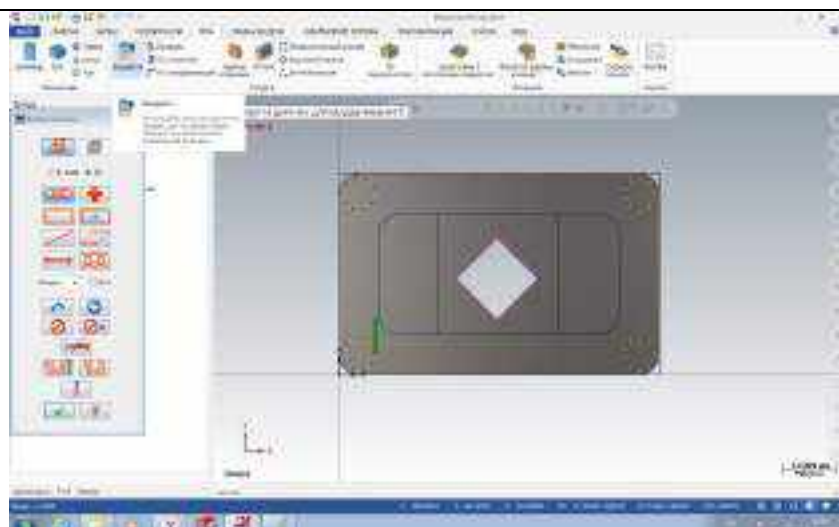
Следующая операция скругление. Для этого на панели управления выбираем команду «Тела», «Скругление с постоянным радиусом». В диалоговом окне выбираем углы которые требуется скруглить, выбираем радиус скругления и нажимаем «ОК»



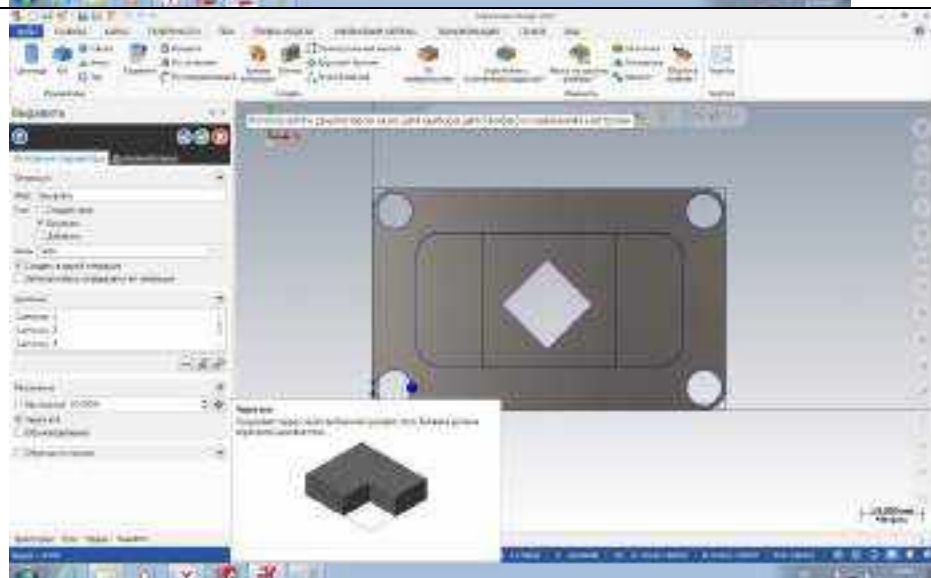
Для того чтобы сделать отверстия нужно выбрать конструктивную глубину.. Выбираем команды «Каркас», «Окружность по центральной точке», нажимая кнопку «Пробел» вводим координату центра окружности, далее в диалоговом окне вводим параметры окружности и нажимаем «ОК». Повторяем данную процедуру для черчения остальных 3 отверстий.



Для того чтобы вырезать отверстия, выбираем «Тела», «Выдавить», выбираем сразу все 4 окружности и нажимаем «ОК»



В открывшемся диалоговом окне выбираем пункт «Вырезать», выбираем расстояние «Через всё» и нажимаем кнопку «ОК»

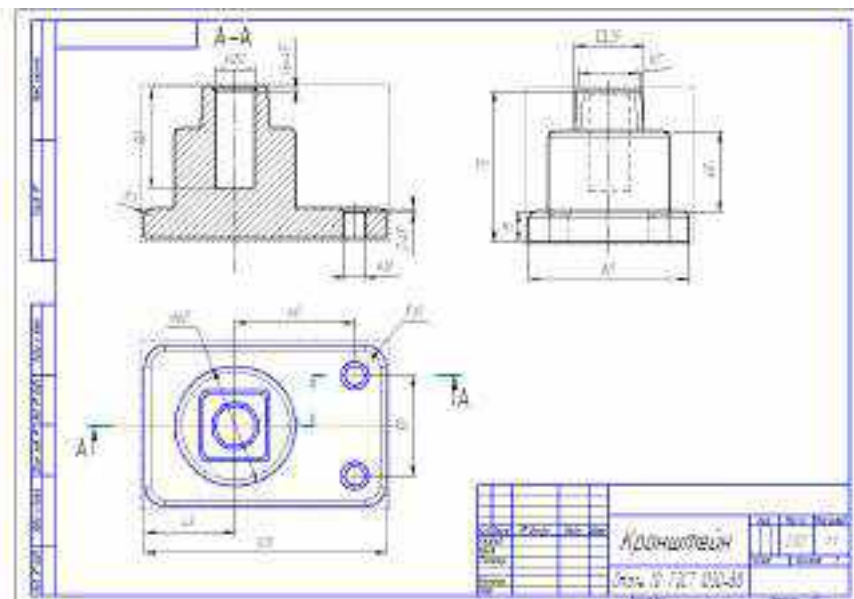


II. Порядок выполнения работы

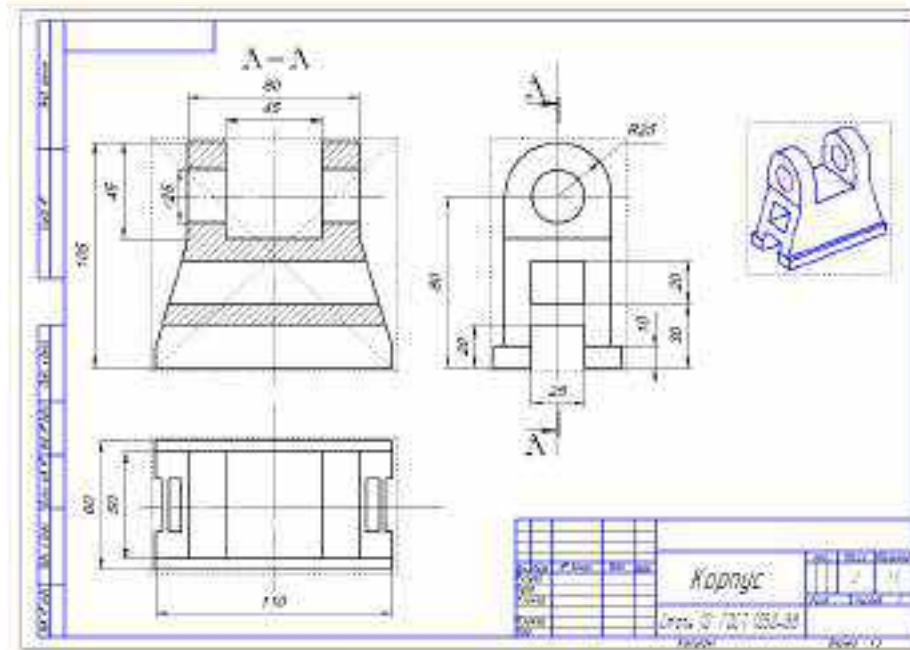
Чертеж

Задание.

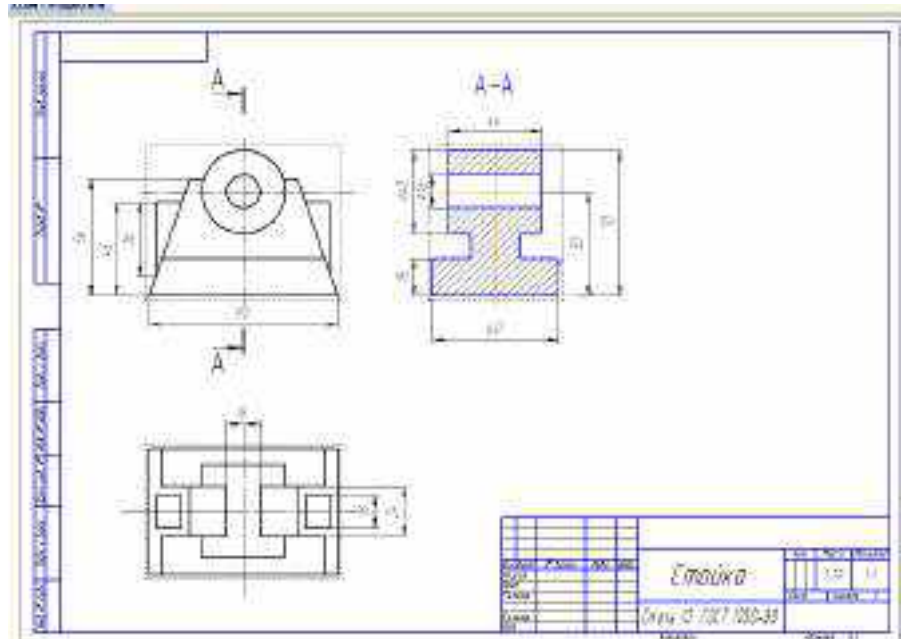
1.Создайте модель детали «Кронштейн»



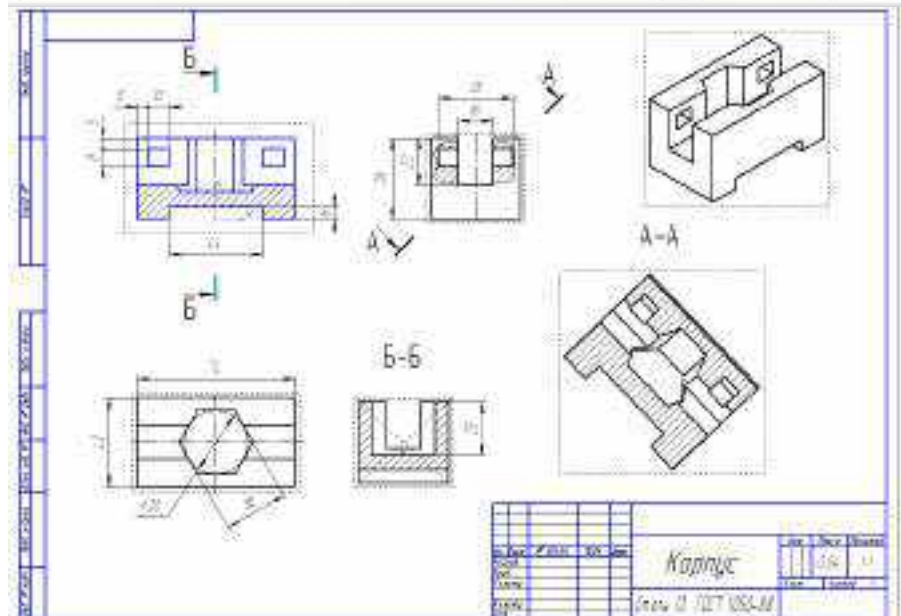
1.Создайте модель детали «Корпус»



1.Создайте модель детали «Стойка»



1.Создайте модель детали «Корпус»



Тема 1.3 Токарная обработка в Mastercam

Практическая работа №3

Программирование токарной обработки

Тема работы:

Программирование токарной обработки детали «Вал»

Цель работы:

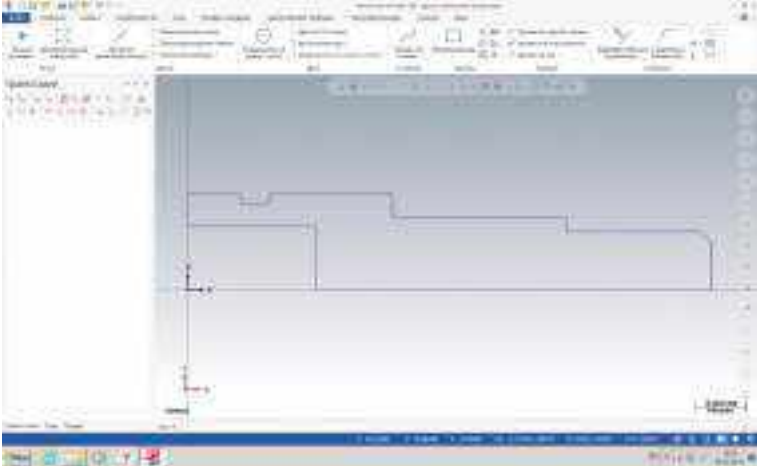
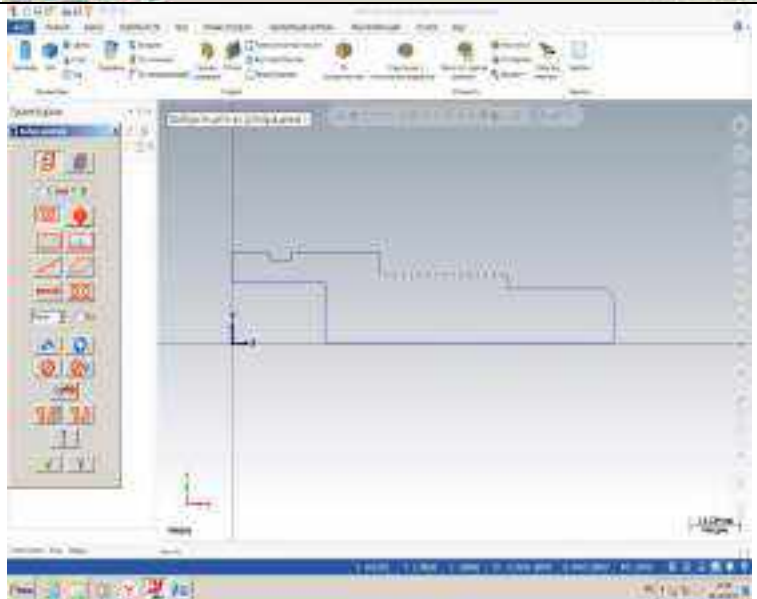
уметь: разрабатывать управляющие программы для токарной обработки детали в Mastercam

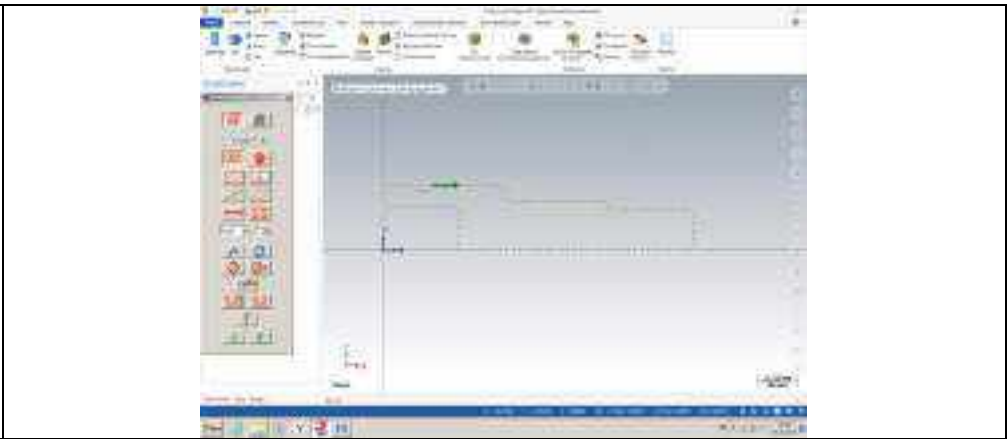
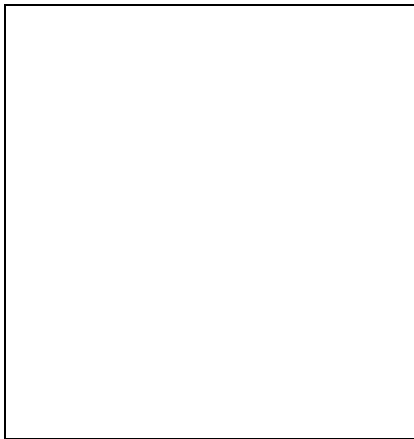
знать правила построения управляющих программ в Mastercam

Количество часов:

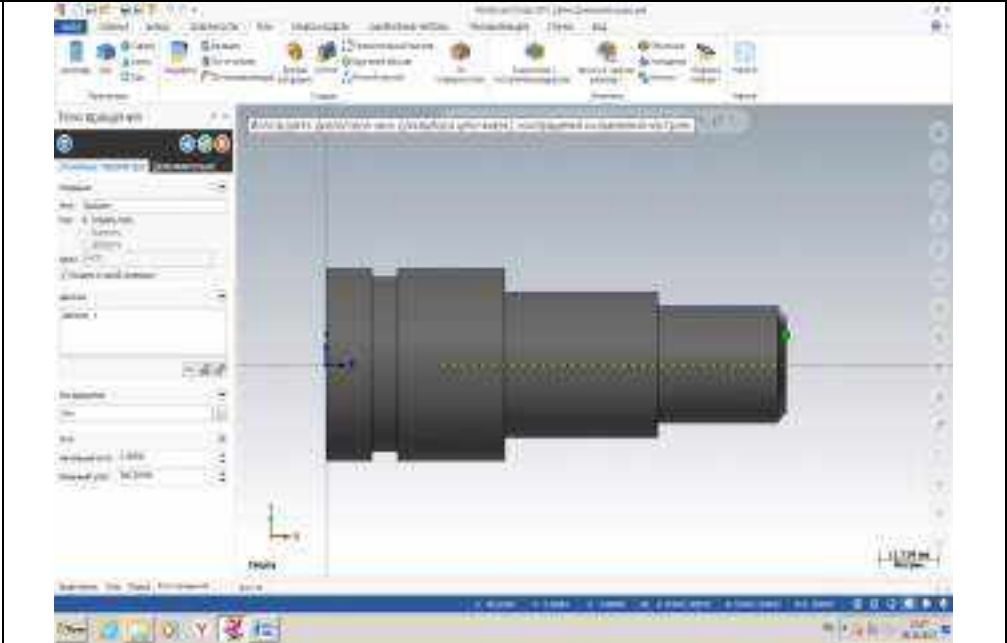
6 часов.

I. Теоретическая часть

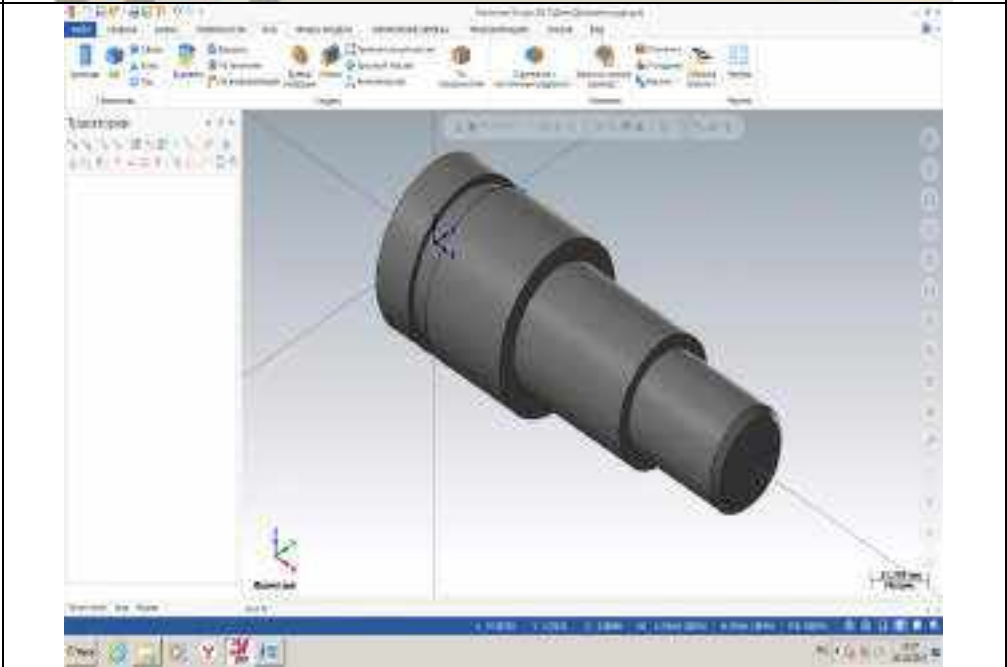
<p>Используя «Каркас»-«Линии по конечным точкам» выполняем 2D чертеж детали «Вал».</p>	
<p>После выполнения чертежа, выполняем «Тела»,-«Вращать», и выбираем цепочку для вращения</p>	



После выбора цепочки, для операции вращения, выбираем ось вращения и выполняем операцию.

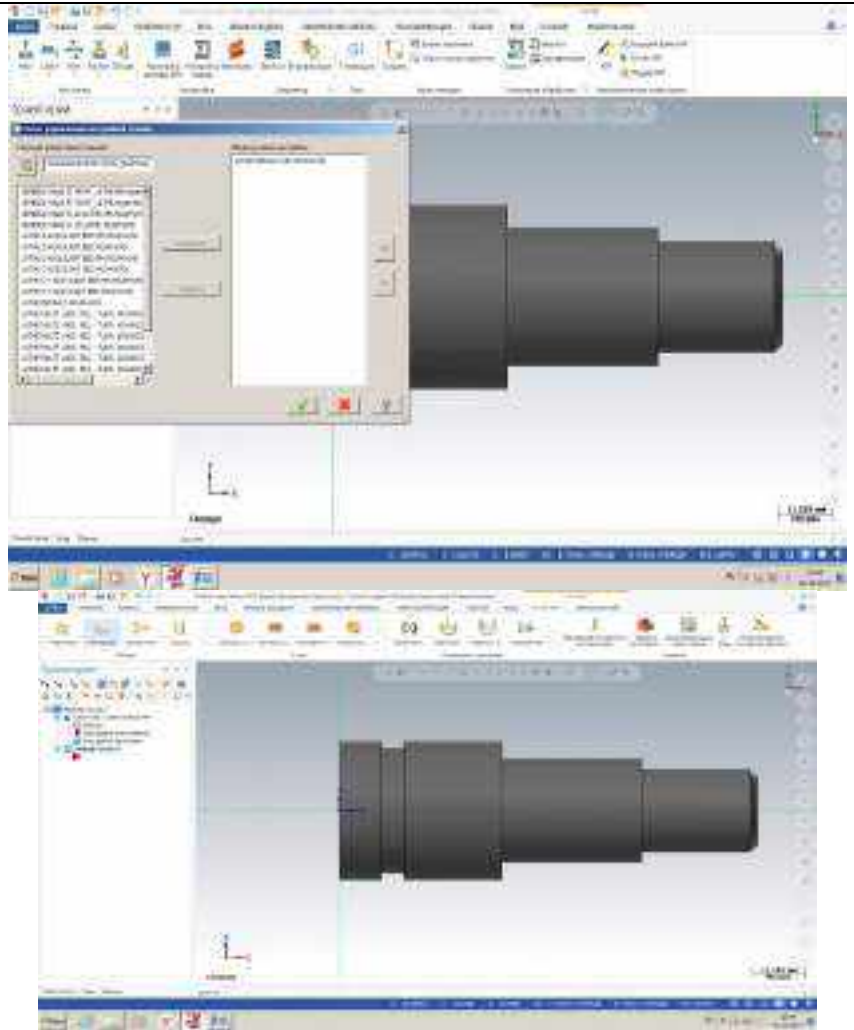


Полученная 3D модель детали «Вал».

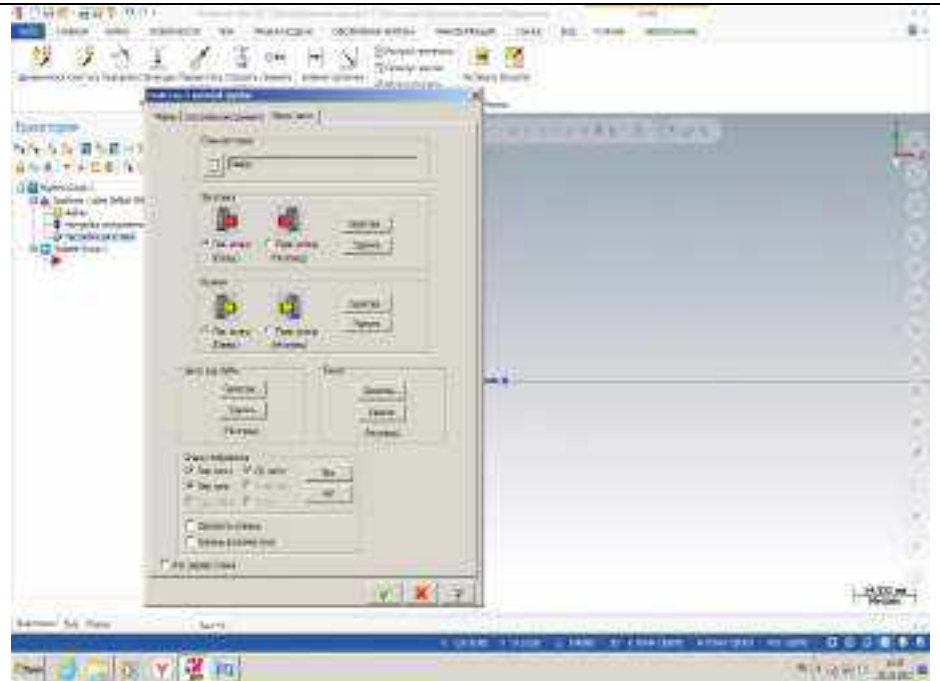


Первый установ.

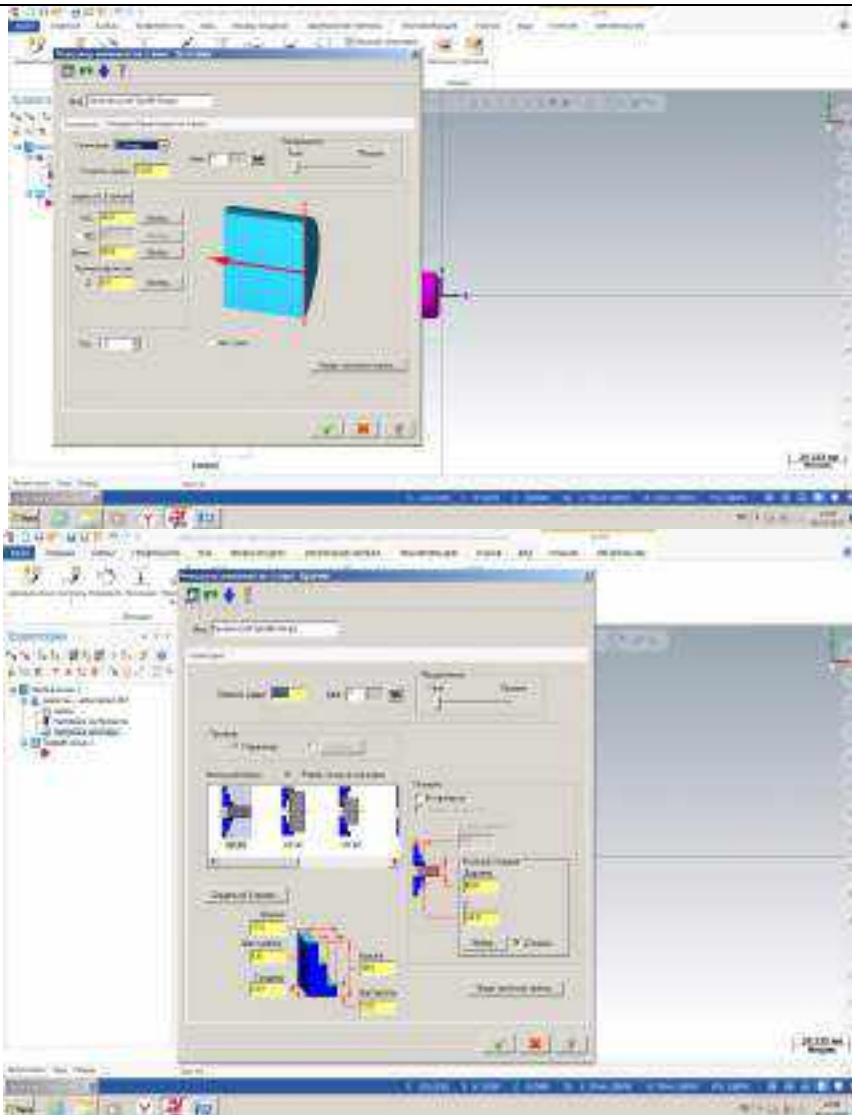
Выбираем оборудование, а именно токарный станок (lathe) Производим выбор станка из библиотеки и добавляем в группу траекторий.



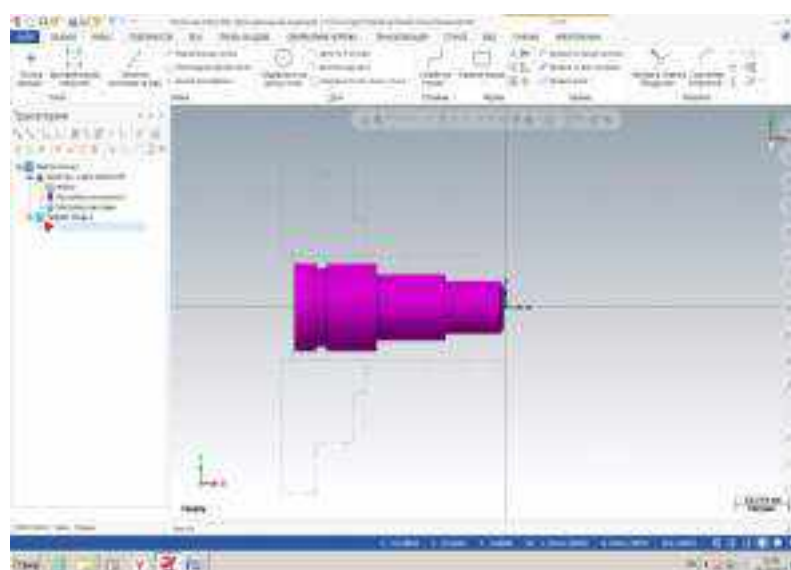
Выполняем настройку станочной группы,



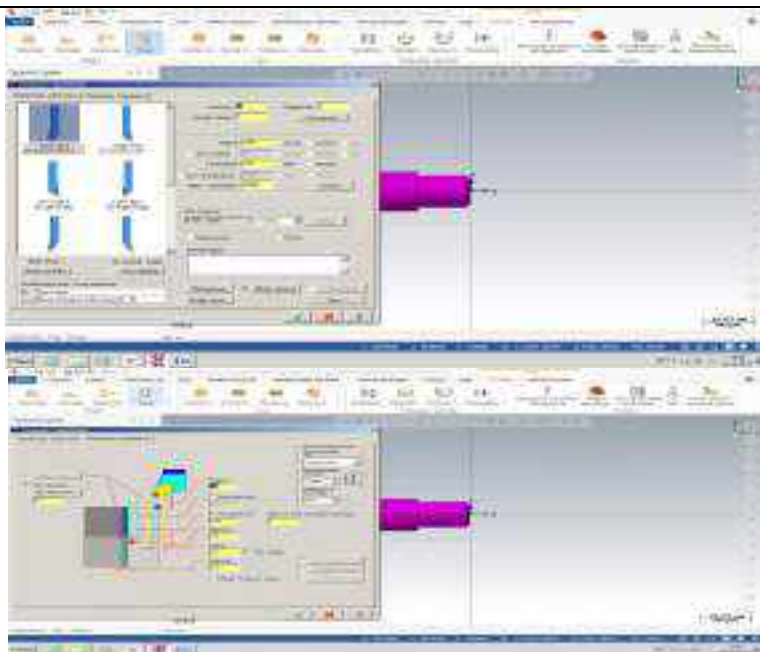
Выполняем настройку заготовки и кулачков станка.



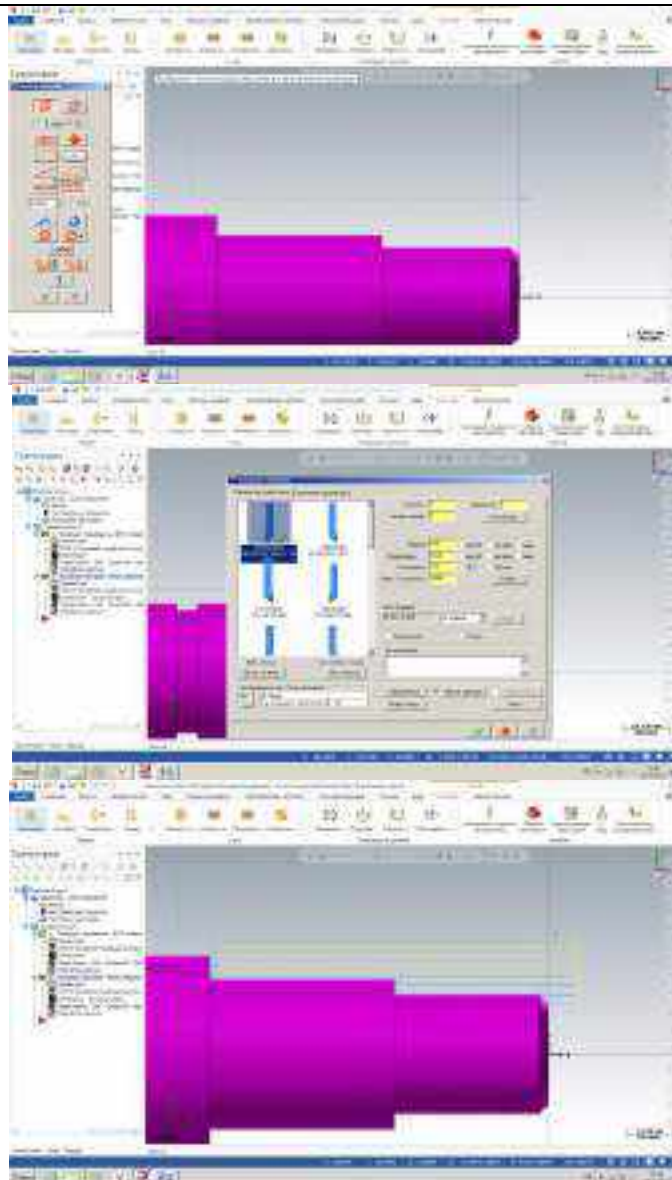
В результате получаем настройку заготовки и кулачков станка.



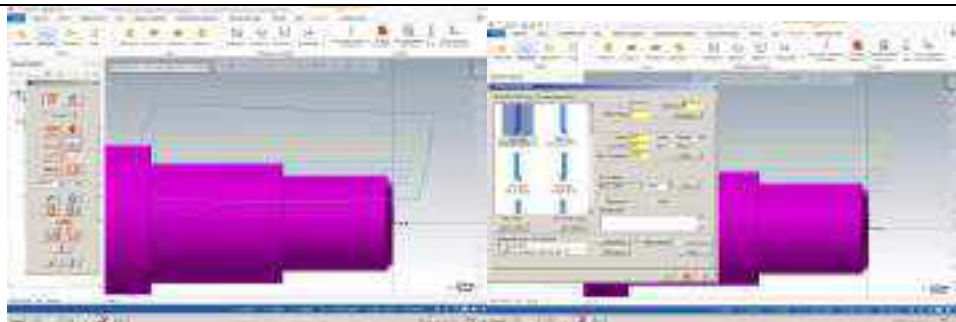
Следующий этап начало обработки: выполнение операции торцевание, задание параметров и выбор инструмента.



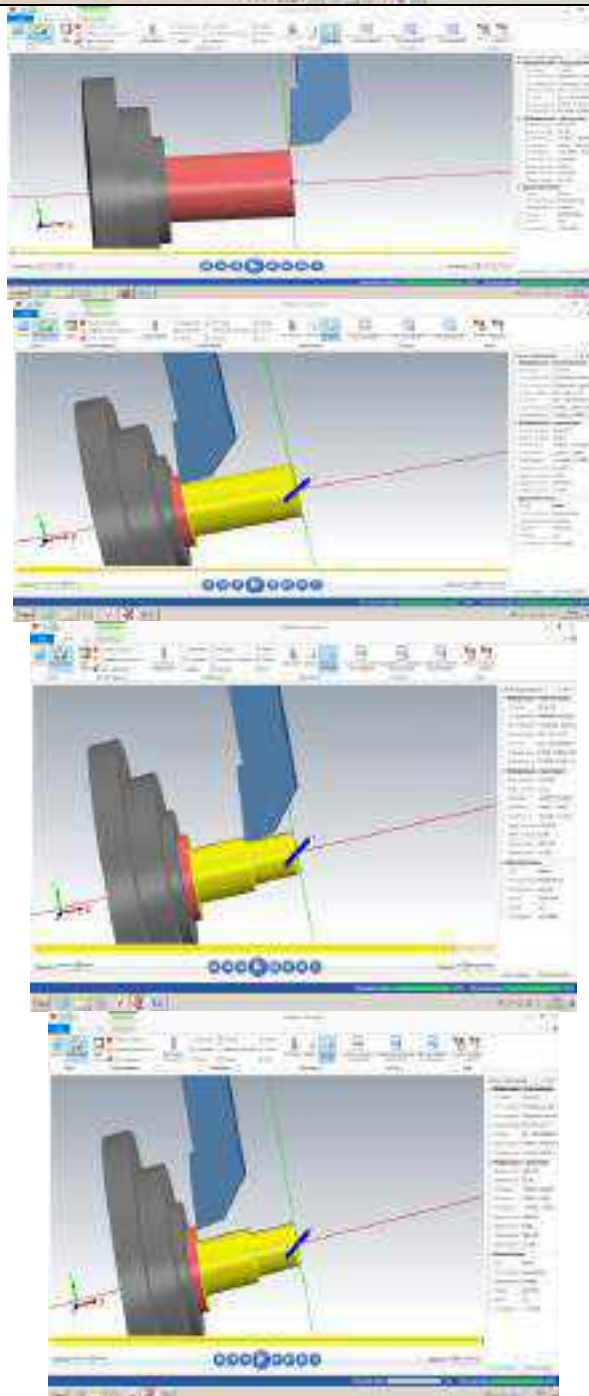
Выполнение операции «Черновое точение». Задание цепочки, для обработки. Выбор инструмента и задание параметров резания



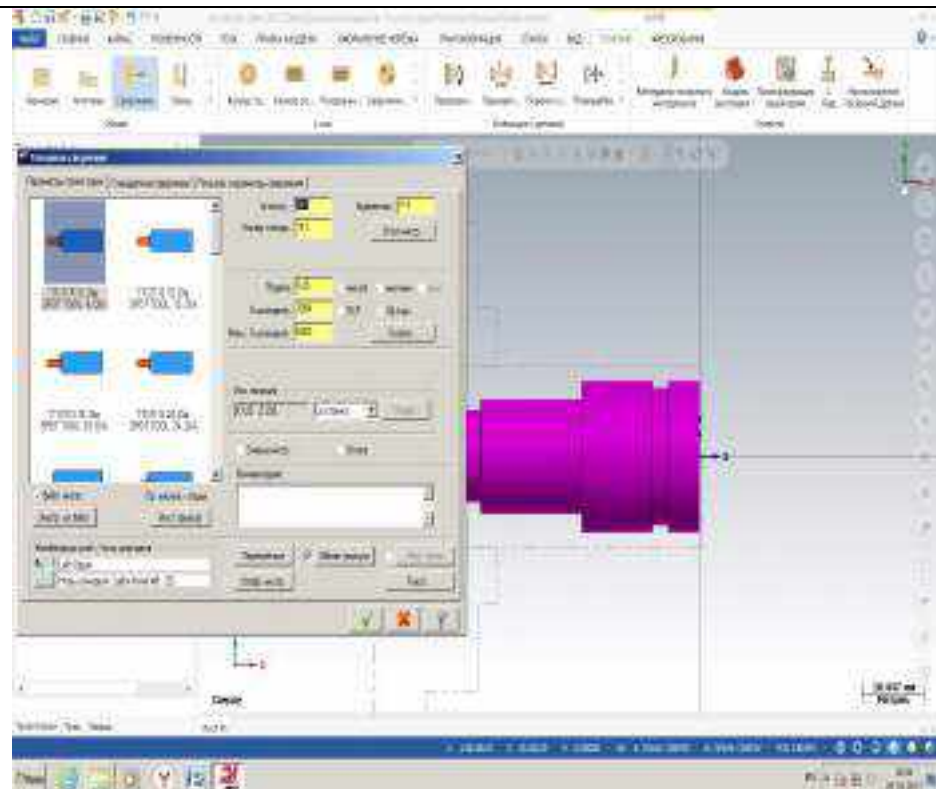
Выполнения чистовой обработки, выбор контура и задание параметров.



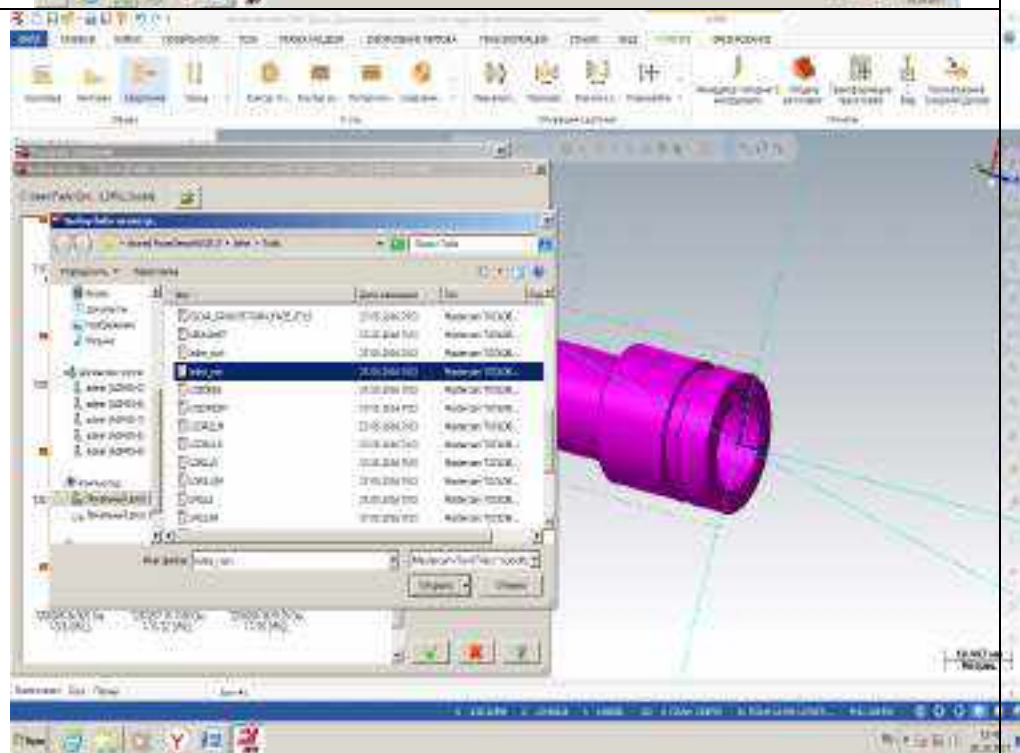
Обработка в 3D, в симуляторе Mastercam. (весь цикл обработки первого установа)



Второй установ.
Выполняем операцию сверление. Производим выбор инструмента в контекстном меню «Токарное сверление», задаем режимы сверления, включаем подачу СОЖ.

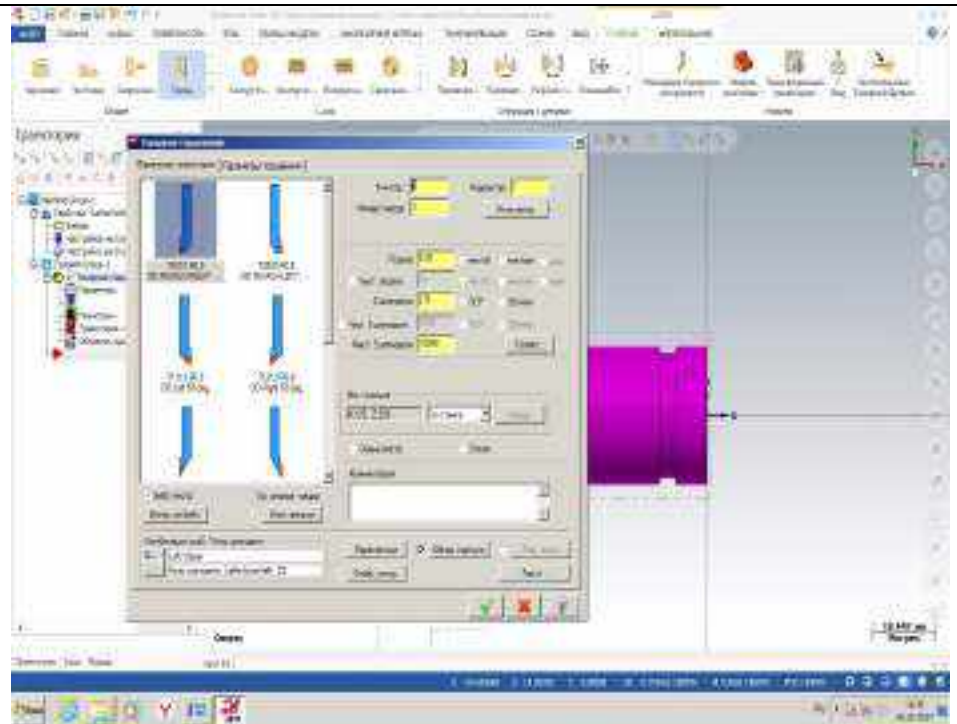


Выбираем инструмент сверло из библиотеки, если по умолчанию он отсутствует.

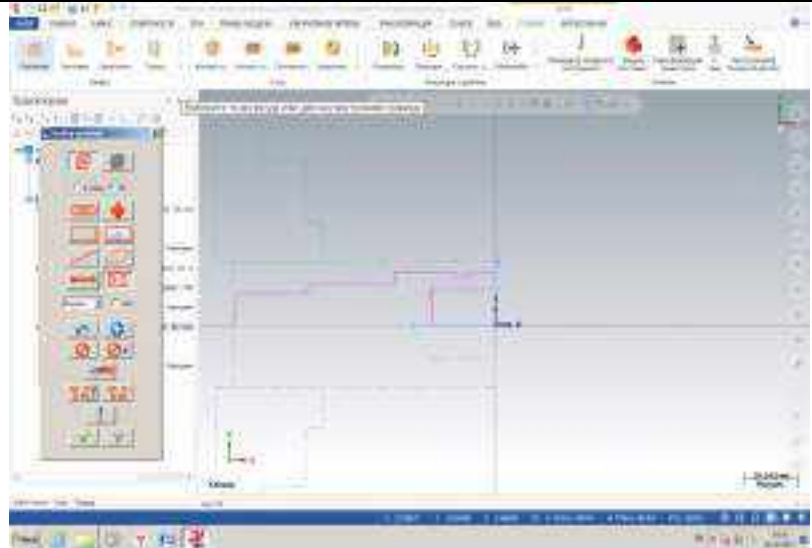


Выполняем операцию торцевание.

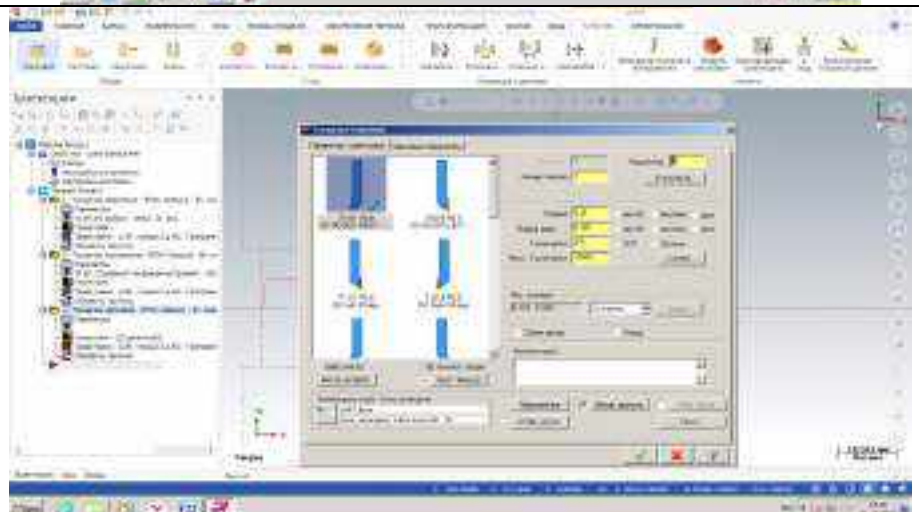
Выбираем требуемый инструмент, задаем режимы резания, включаем подачу СОЖ.



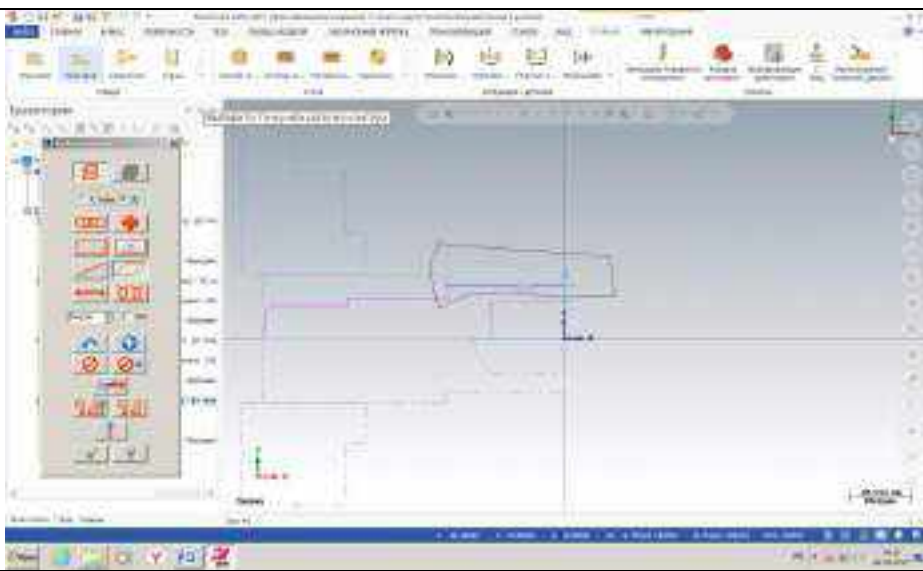
Производим выбор цепочки обработки, для чернового точения цилиндрической поверхности детали



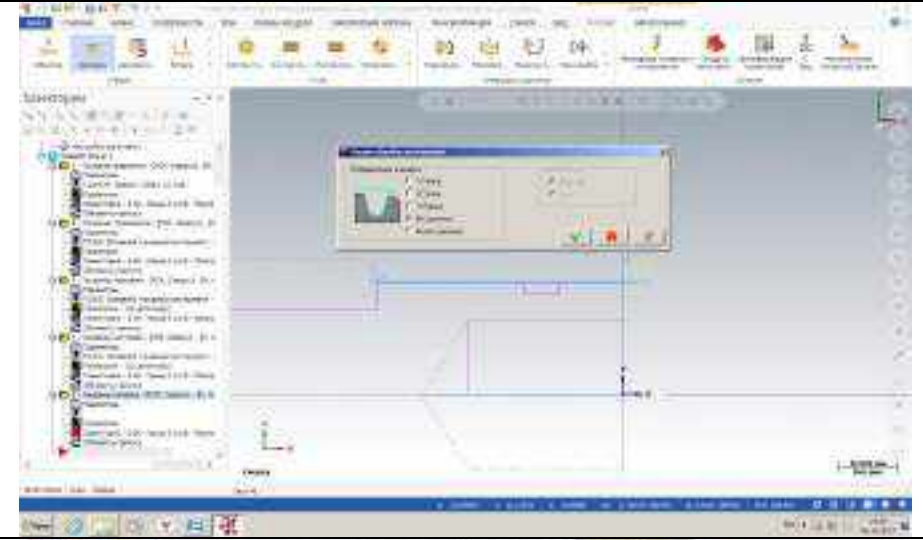
Выбираем инструмент и задаем режимы резания, выключаем подачу СОЖ.



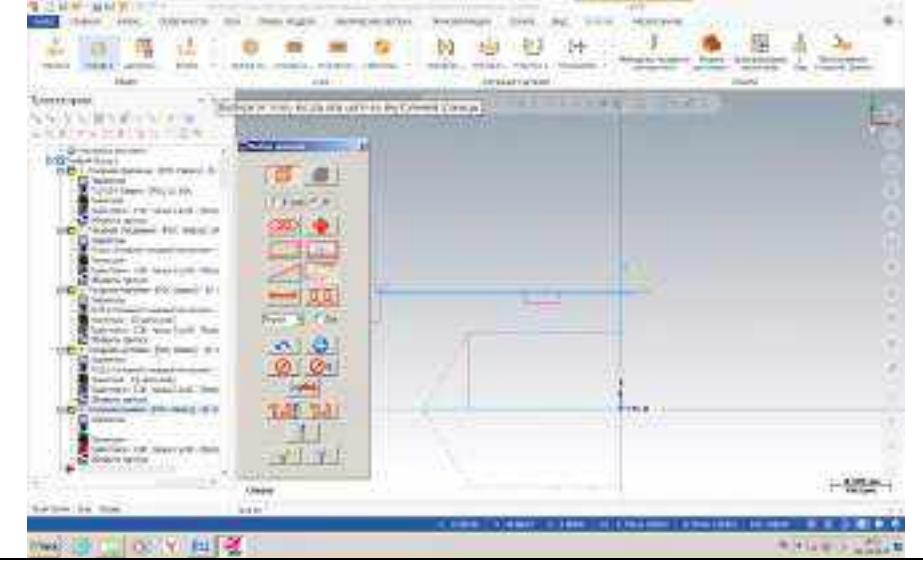
Следующей операцией является, чистовая обработка цилиндрической поверхности. Задаем контур, выбираем точку начала обработки, производим выбор инструмента.



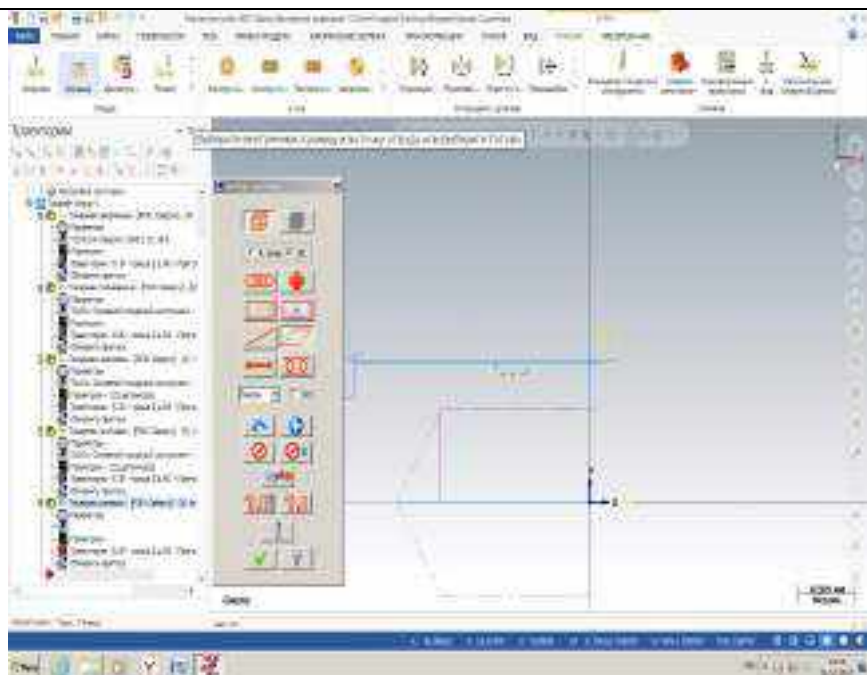
Далее следует операция «Точение канавки». Для выполнения операции требуется задать «Опции обработки канавки», выбираем «Из цепочки».



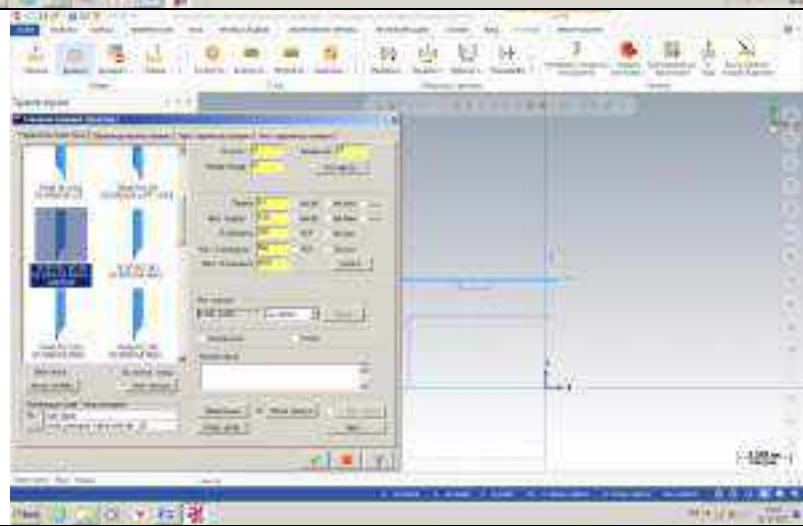
Выбираем цепочку для обработки с помощью многоугольника.



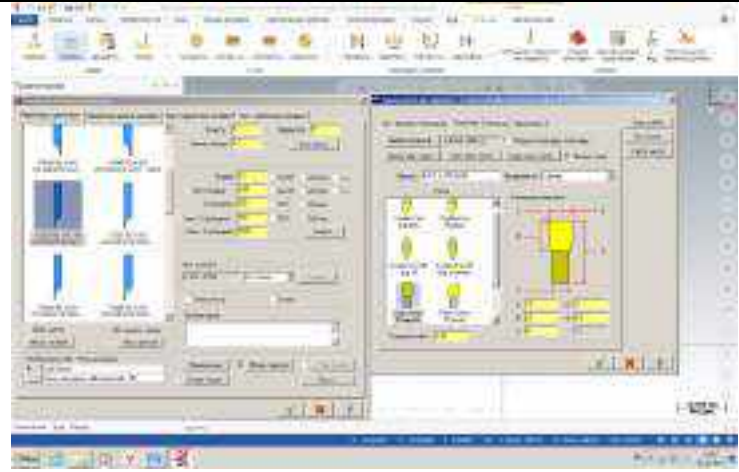
Задаем точку - начало обработки.



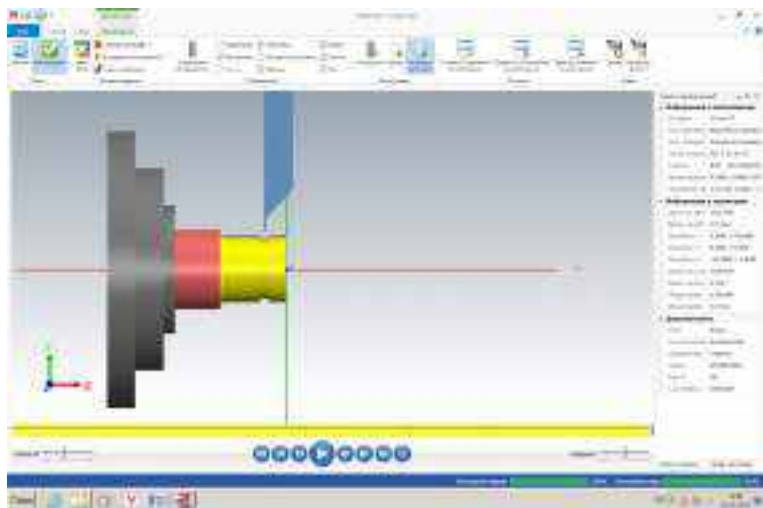
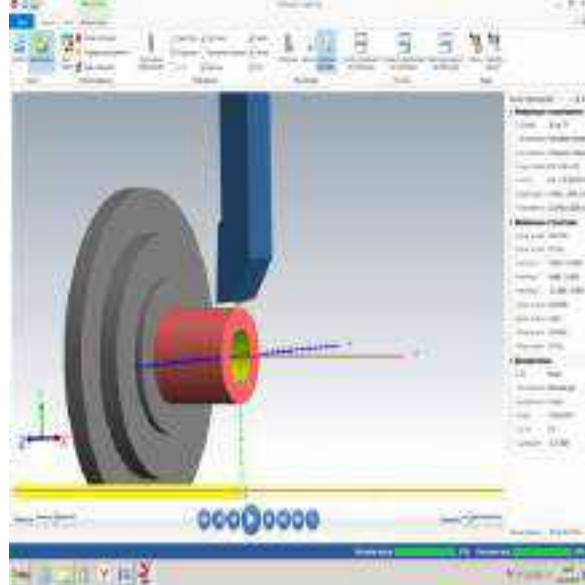
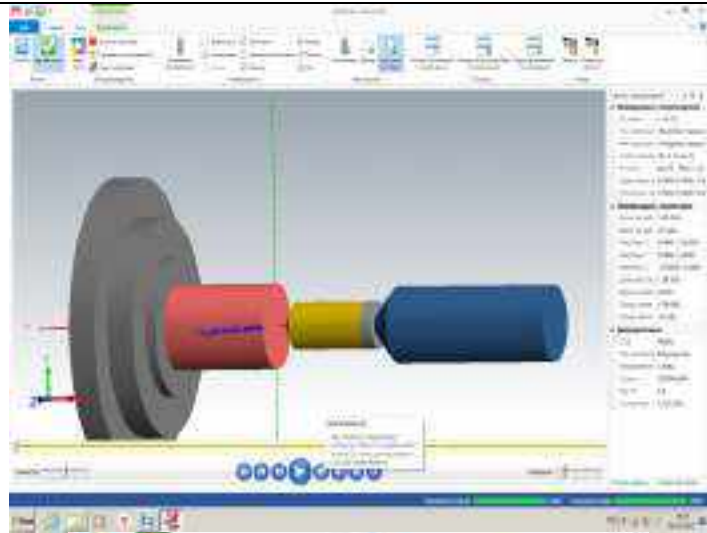
Выбираем необходимый инструмент, и подбираем режимы резания, включаем СОЖ.



Если инструмент из библиотеки не соответствует параметрам, для выполнения канавки, необходимо редактировать параметры пластины для данного режущего инструмента.

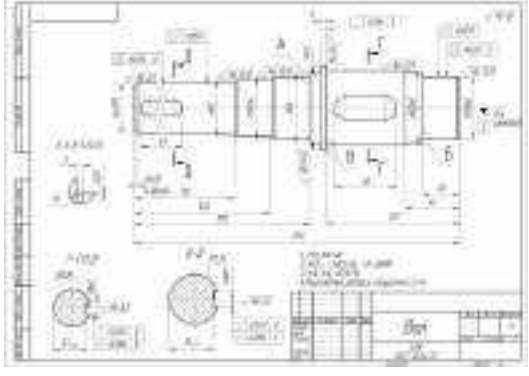
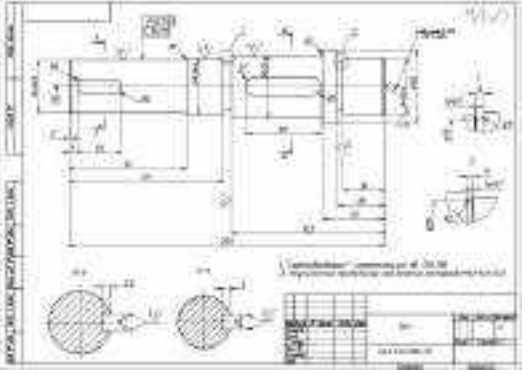
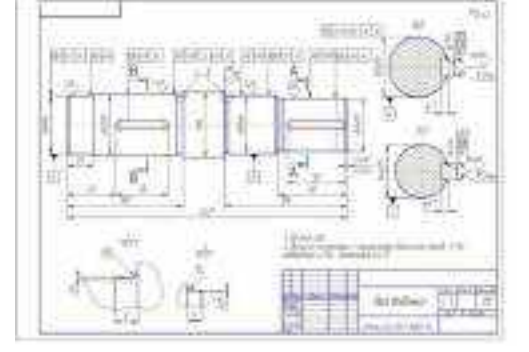
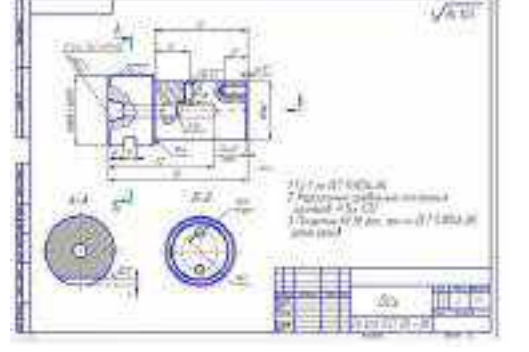
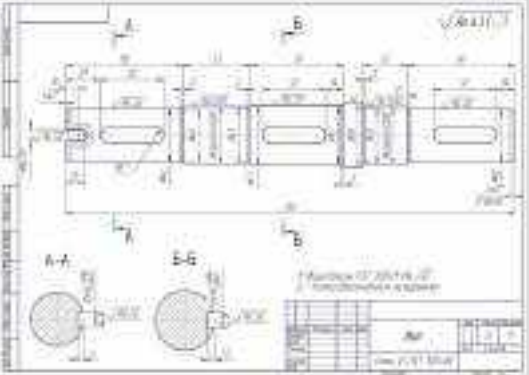
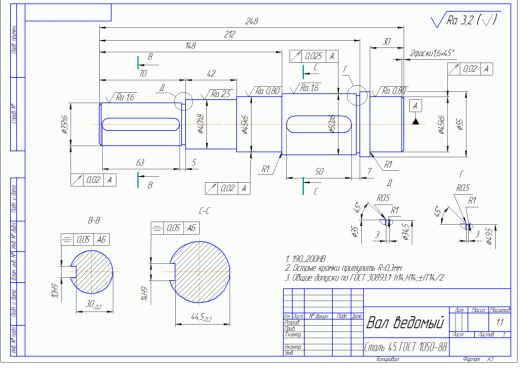
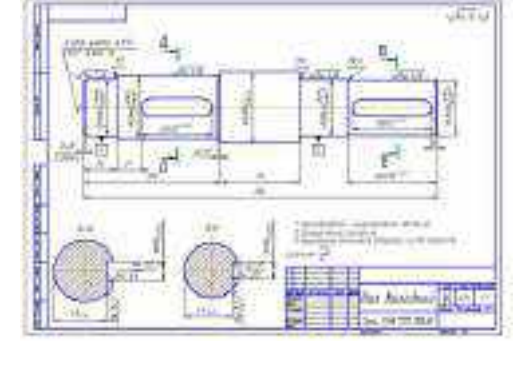
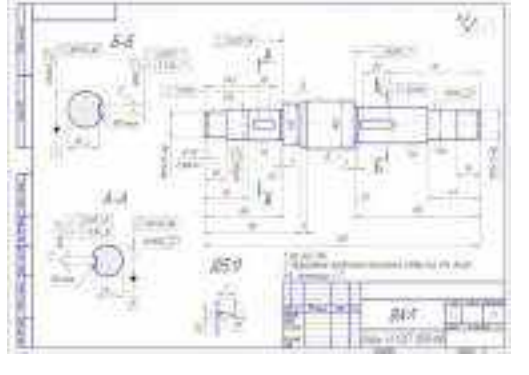


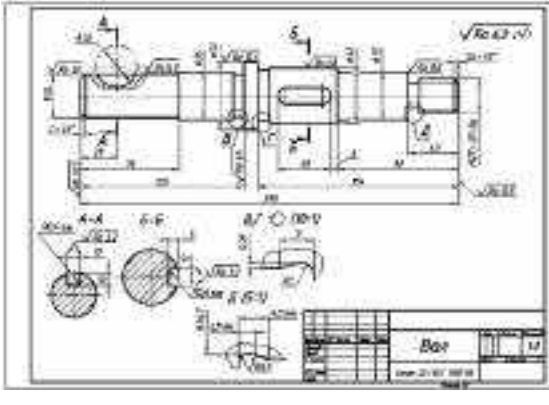
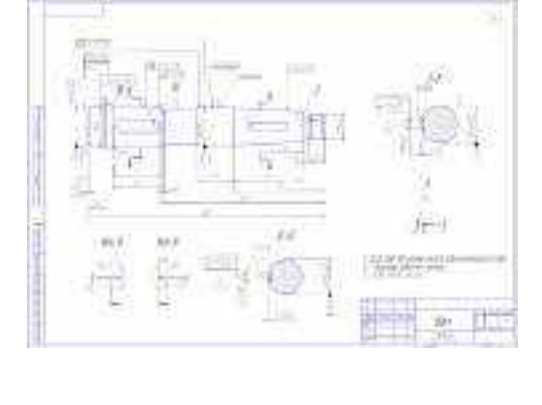
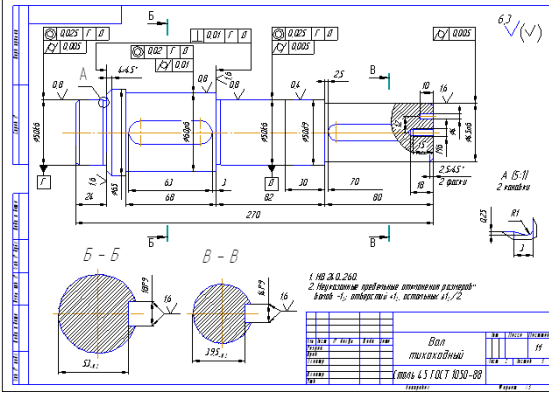
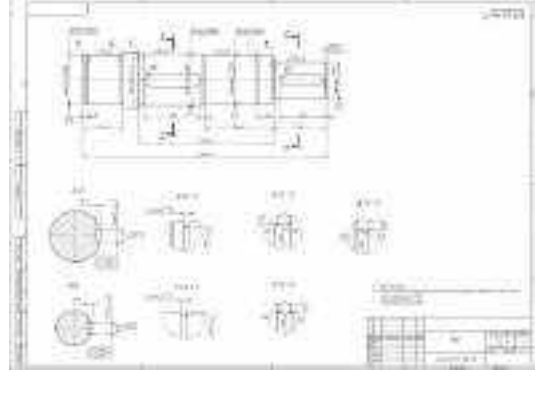
Обработка в 3D, в симуляторе Mastercam.
(весь цикл обработки второго установа)



II Порядок выполнения работы

С использованием системы автоматизированного проектирования Mastercam разработайте управляющие программы для изготовления предложенных деталей

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали																				
1		7																					
2		8																					
3		9	 <p>1. ISO 200H8 2. Отпуск керны поперек 60-120° 3. Шлифовка по ГОСТ 30911-06, Ra_z ±11%/2</p> <table border="1" data-bbox="1225 1541 1465 1630"> <tr> <td>№</td> <td>Вид</td> <td>Шкала</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Фронт</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Профиль</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Сечение</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Сечение</td> <td>1:1</td> <td>1:1</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">Вал ведомый Материал 45 ГОСТ 1050-08</p>	№	Вид	Шкала	Масштаб	1	Фронт	1:1	1:1	2	Профиль	1:1	1:1	3	Сечение	1:1	1:1	4	Сечение	1:1	1:1
№	Вид	Шкала	Масштаб																				
1	Фронт	1:1	1:1																				
2	Профиль	1:1	1:1																				
3	Сечение	1:1	1:1																				
4	Сечение	1:1	1:1																				
4		10																					

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали												
5		11													
6	 <p>1 НВ 30.0.260 2 Наружные диаметры отклонения в сторону +, впуск +1/2</p> <table border="1" data-bbox="566 974 813 1052"> <tr> <td>№</td> <td>Изменения</td> <td>№</td> <td>Дата</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	№	Изменения	№	Дата	1				2				12	
№	Изменения	№	Дата												
1															
2															

Тема 1.4 Фрезерная обработка в Mastercam

Практическая работа №4

Программирование фрезерной обработки

Тема работы:

Программирование фрезерной обработки детали «Плита»

Цель работы:

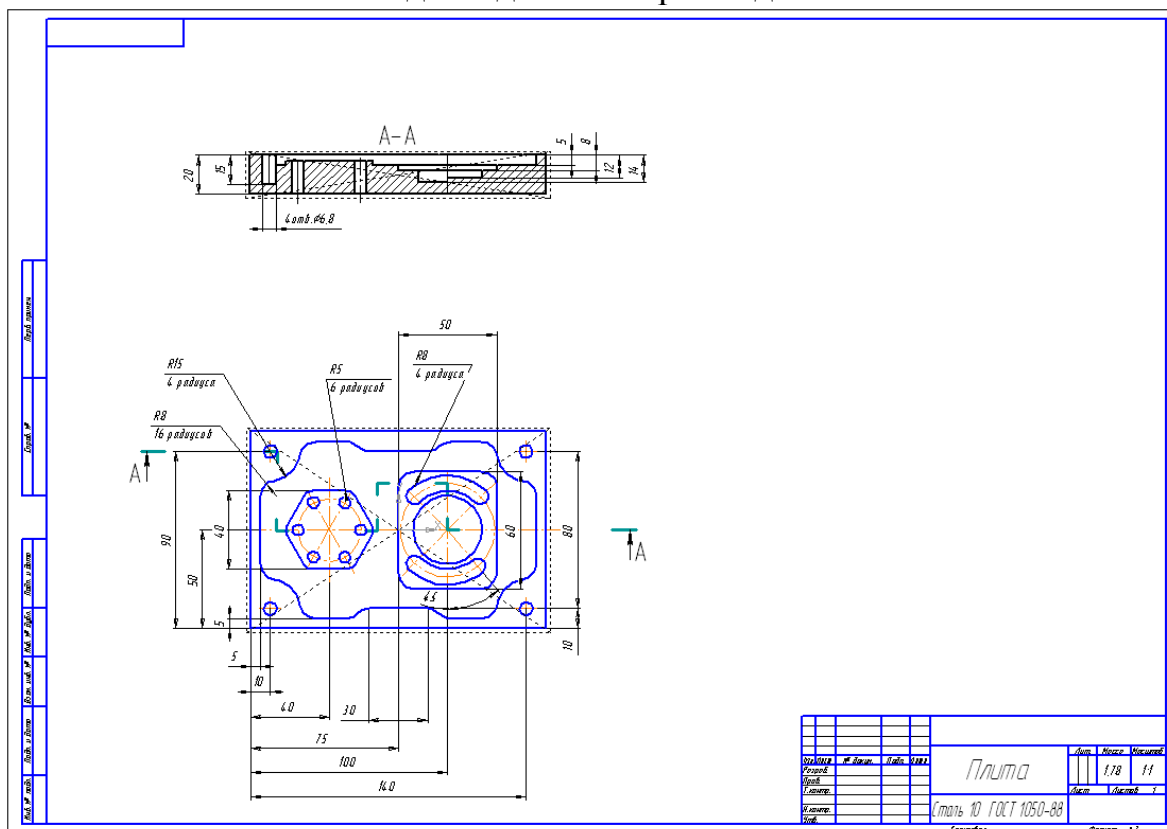
уметь: разрабатывать управляющие программы для фрезерной обработки детали в Mastercam
знать: правила построения управляющих программ в Mastercam

Количество часов:

6 часов.

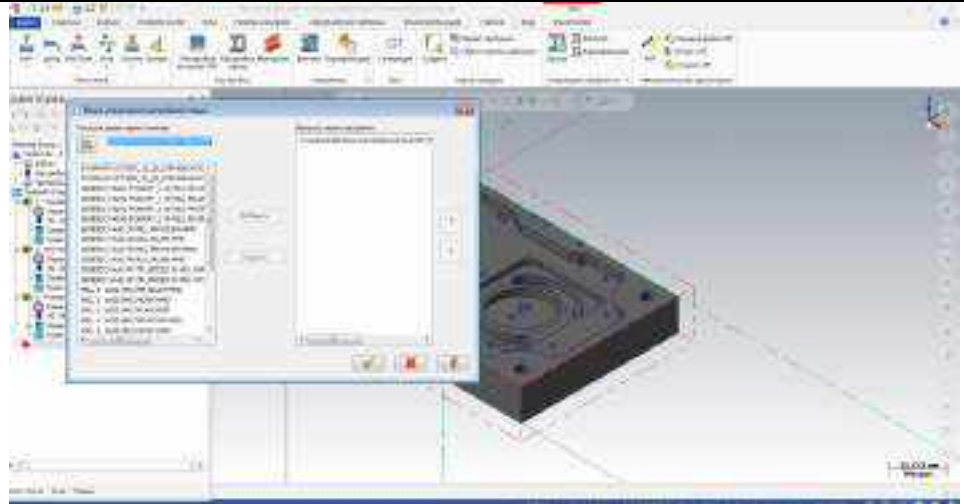
I Теоретическая часть

Исходные данные чертеж детали

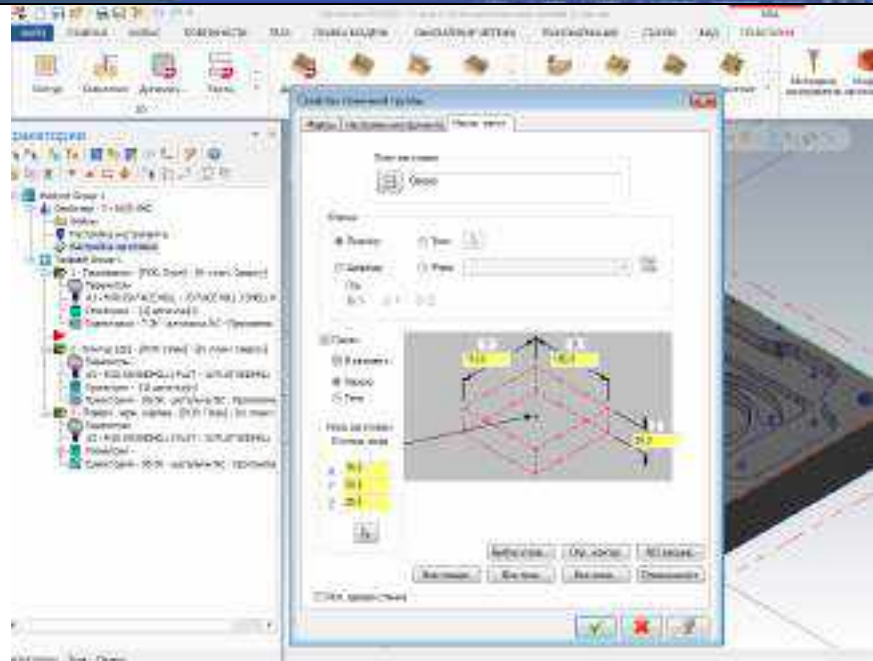


Последовательность обработки детали «Плита»

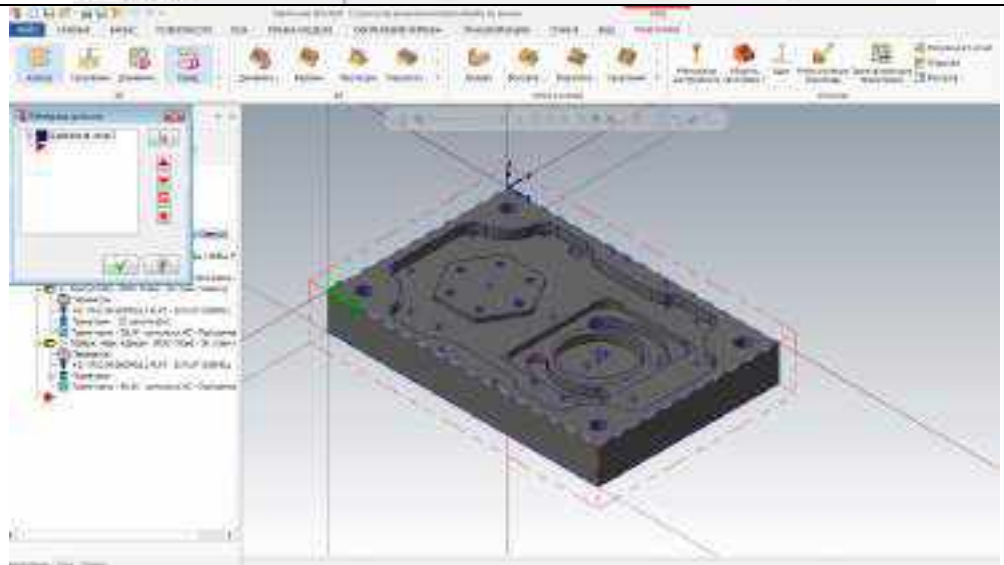
Через меню управления настройками станка добавляем 3х осевой вертикально-фрезерный станок, метрический



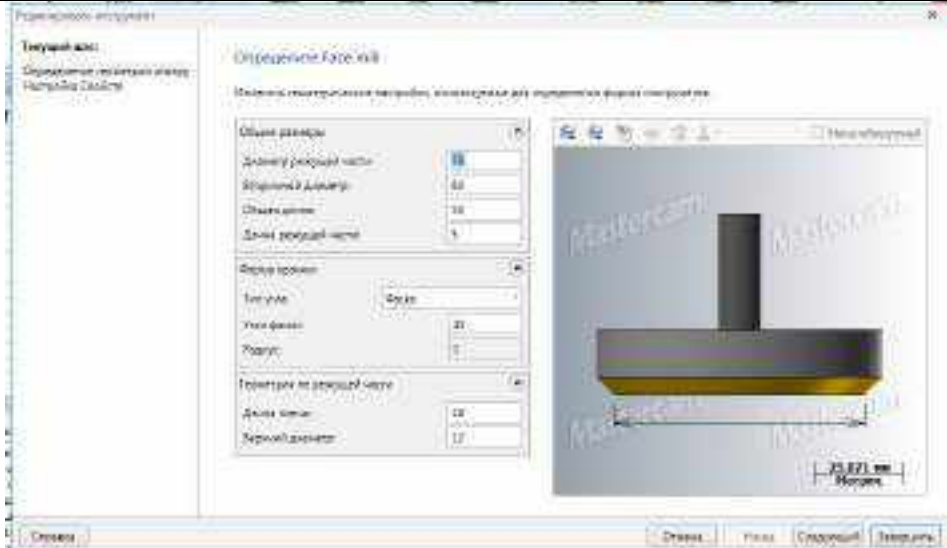
Назначаем заготовку



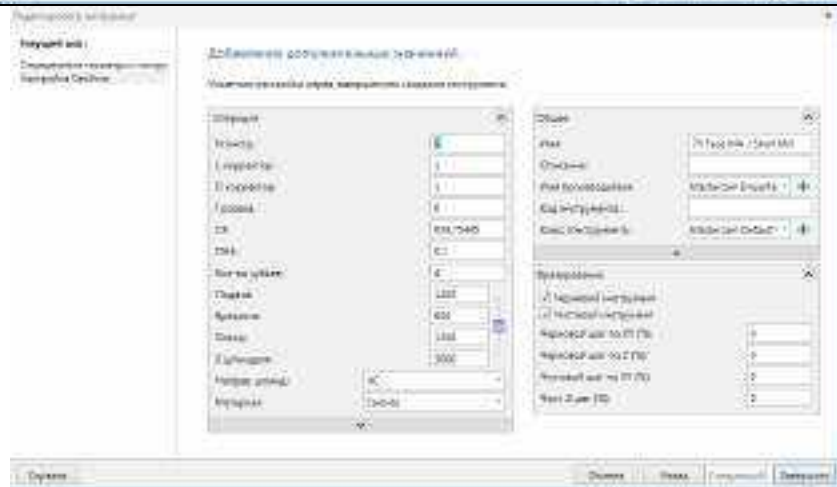
Создаем первую операцию – Торцевание. Вкладка Траектории-2D – Торец. Выбираем цепочку.



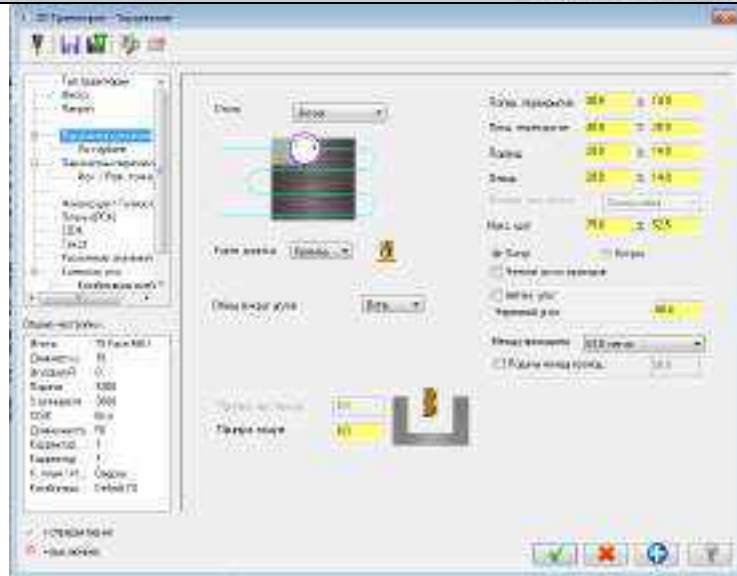
Назначаем инструмент и режимы обработки



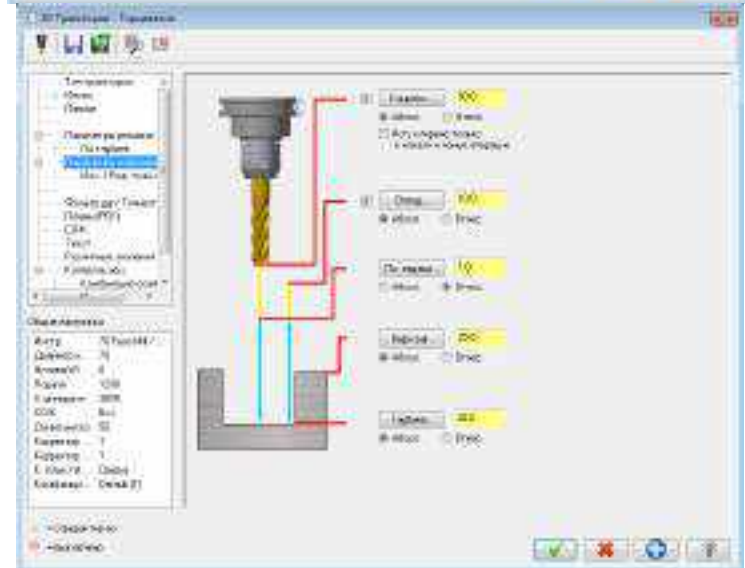
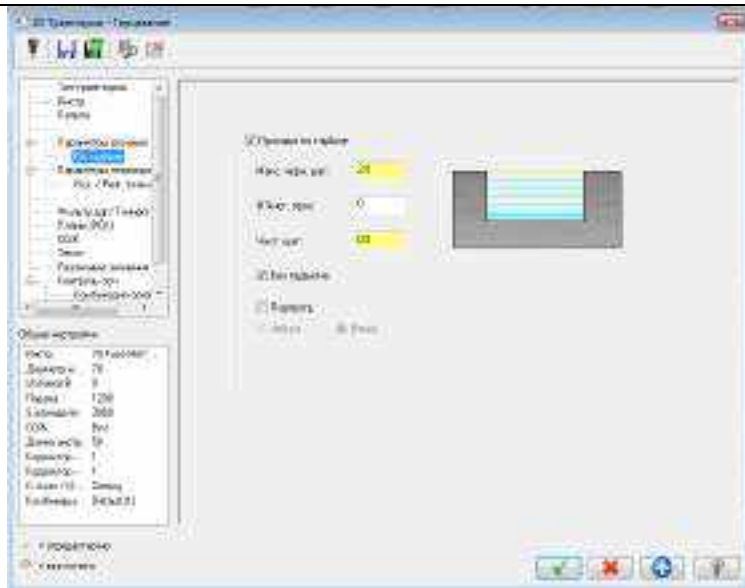
Вводим параметры резания



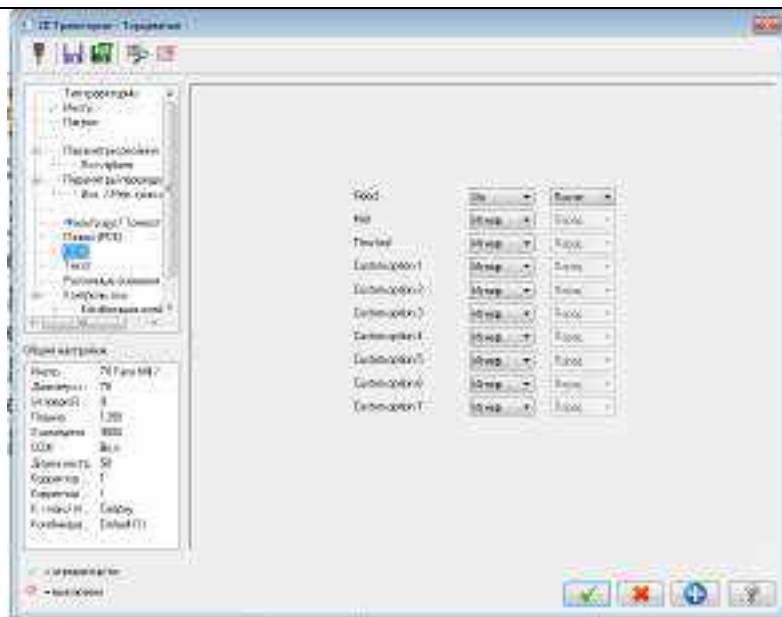
Задаем проходы по глубине



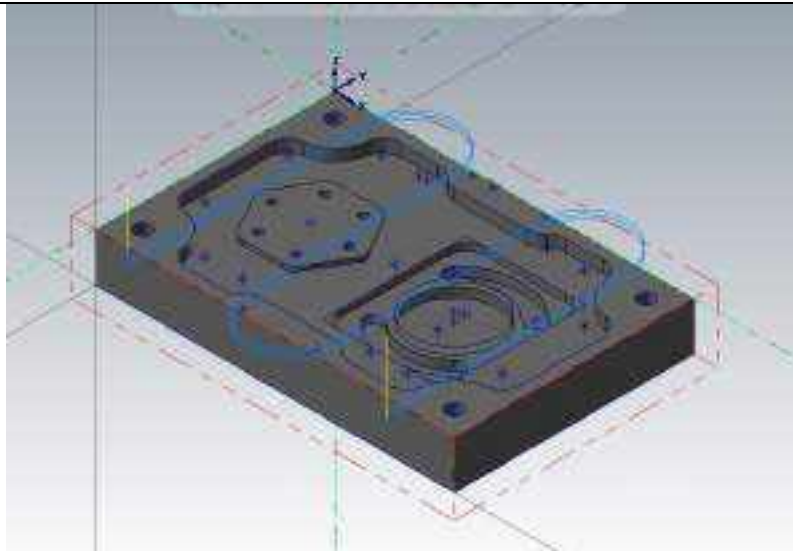
Задаем параметры переходов – значение клиренса, отвода, плоскости рабочей подачи, верх заготовки и глубину.



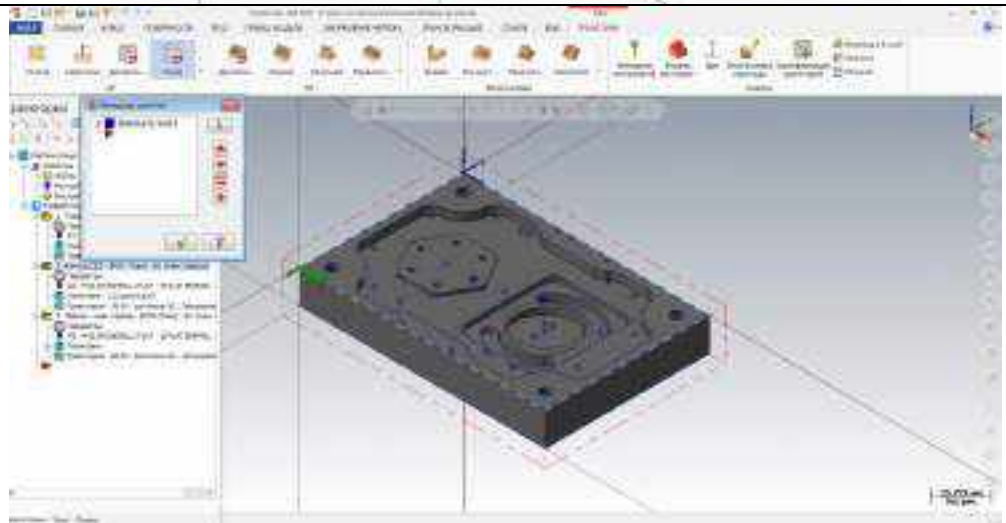
Подключаем СОЖ



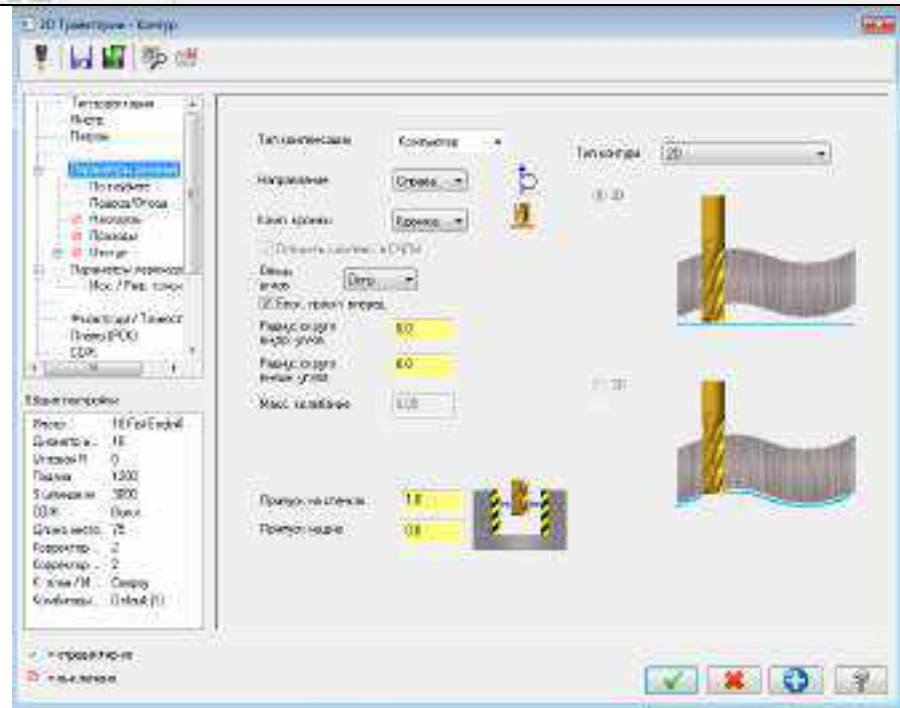
Получаем готовую траекторию



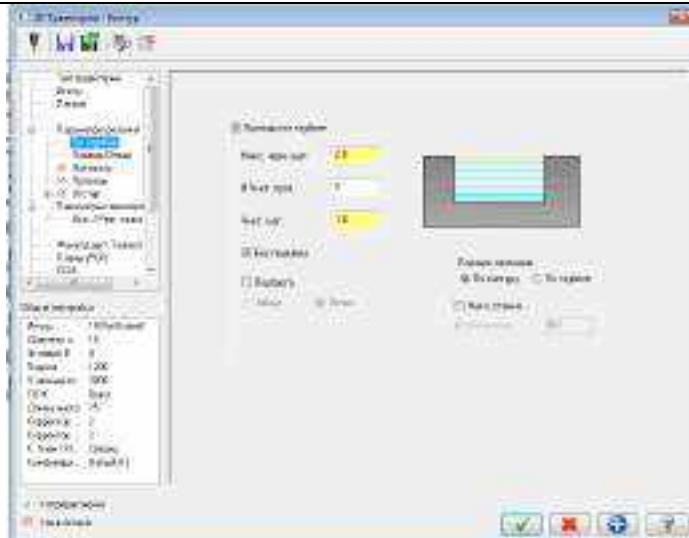
Создаем операцию черновой обработки контура Траектории- 2D – Контур. Выбираем цепочку



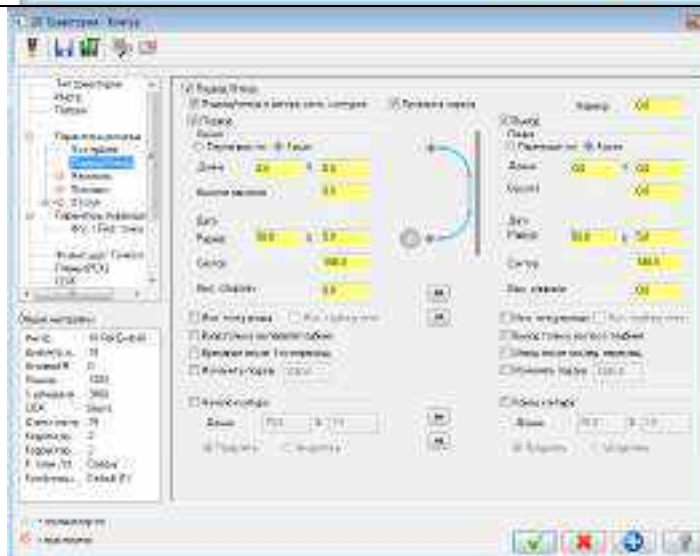
Назначаем инструмент – концевую фрезу диаметром 10 мм.



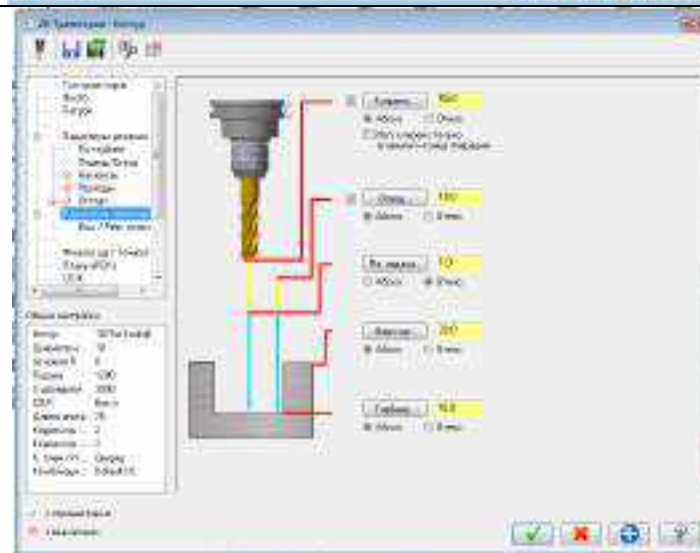
Задаем проходы по глубине



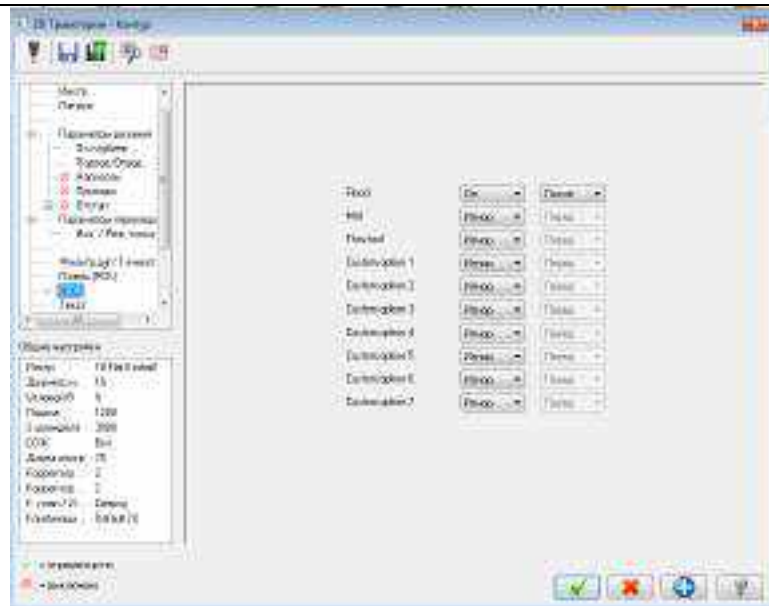
Определяем подвод и отвод инструмента



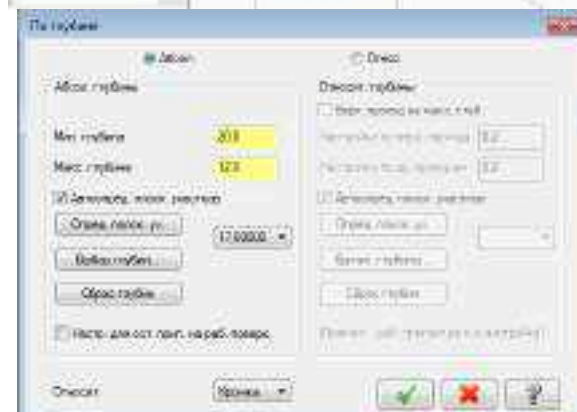
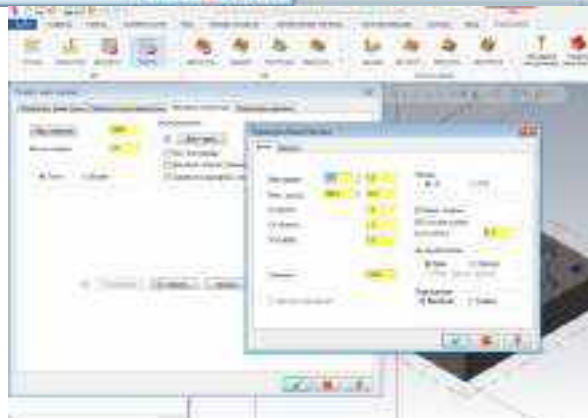
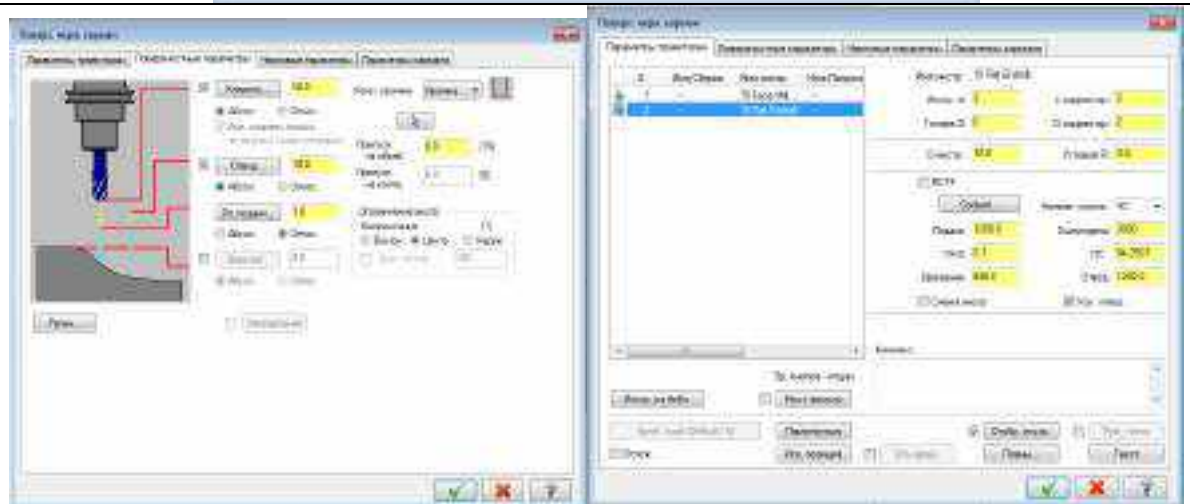
Задаем параметры переходов



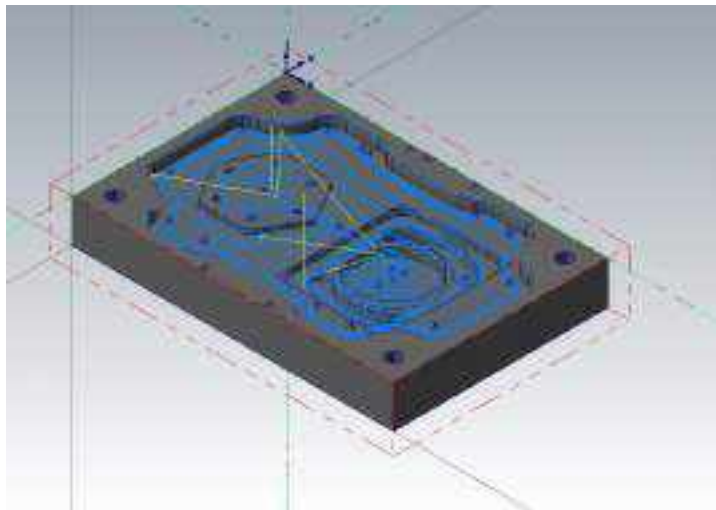
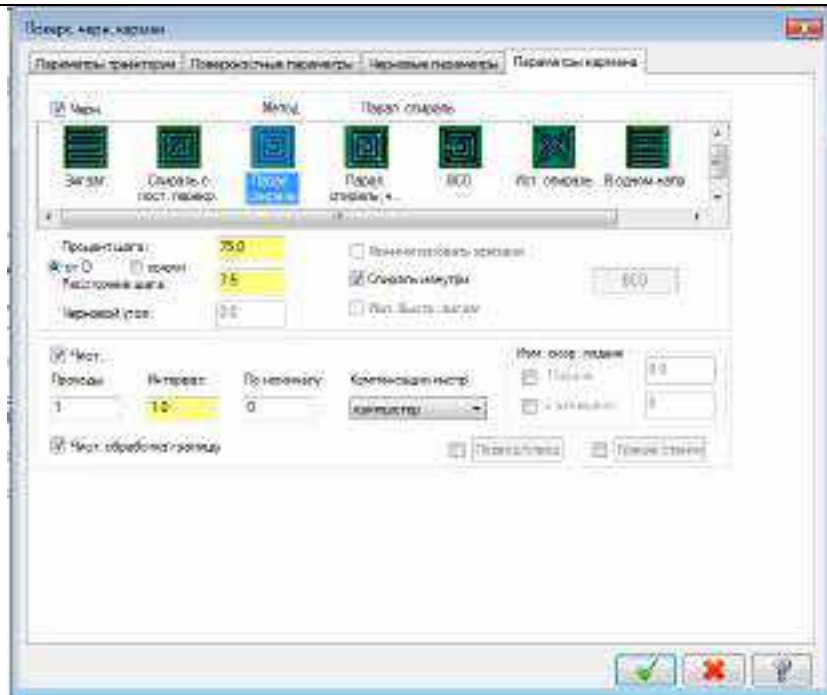
Включаем СОЖ



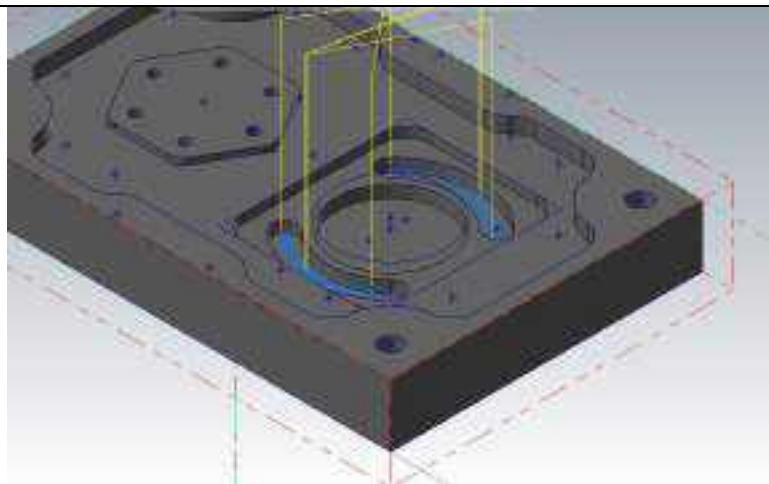
Создаем черновую поверхностную операцию

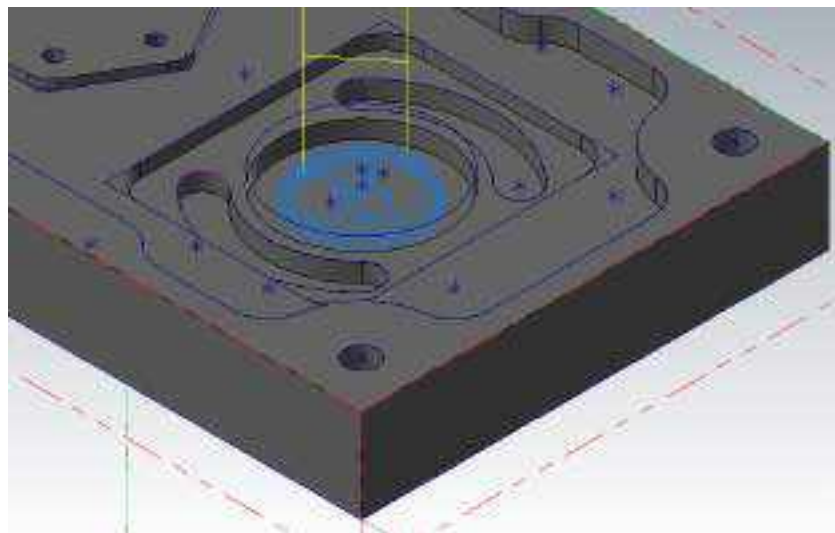
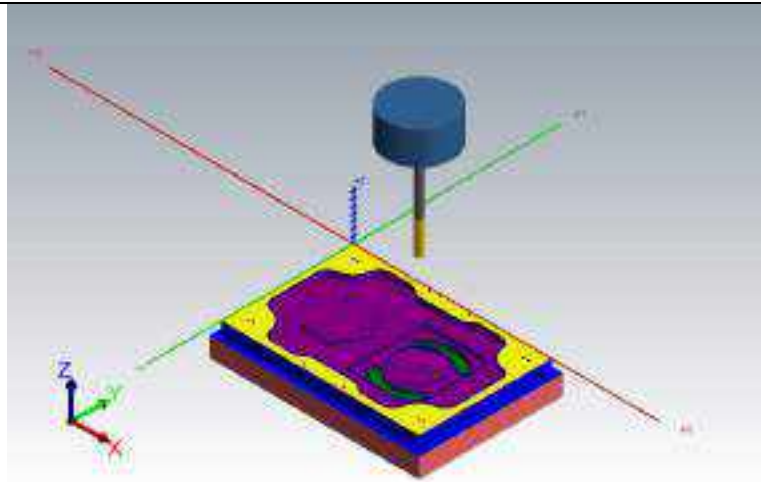


Итог черновой операции

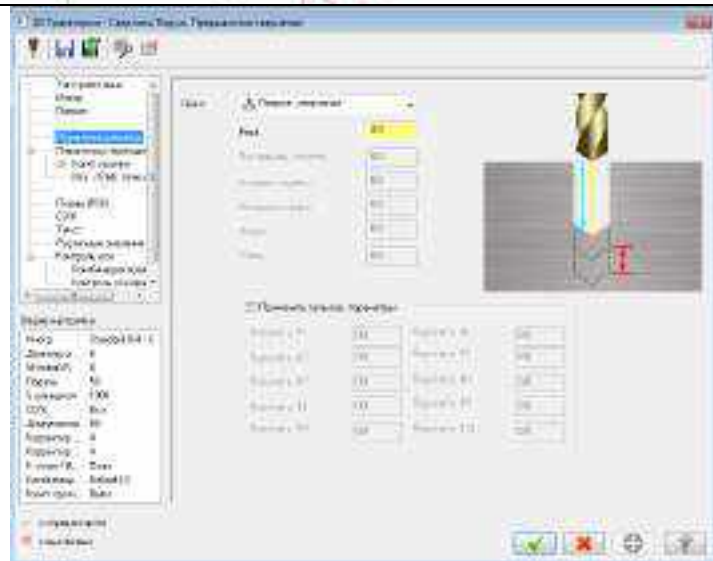


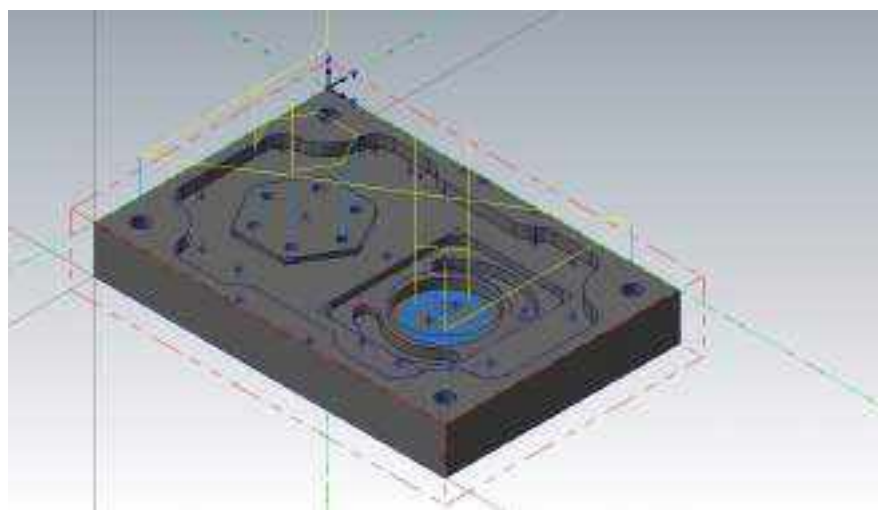
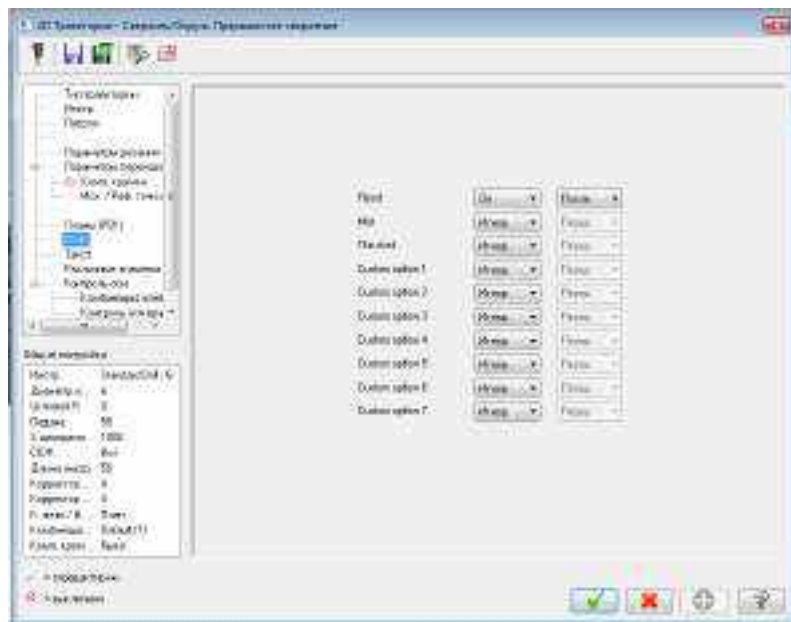
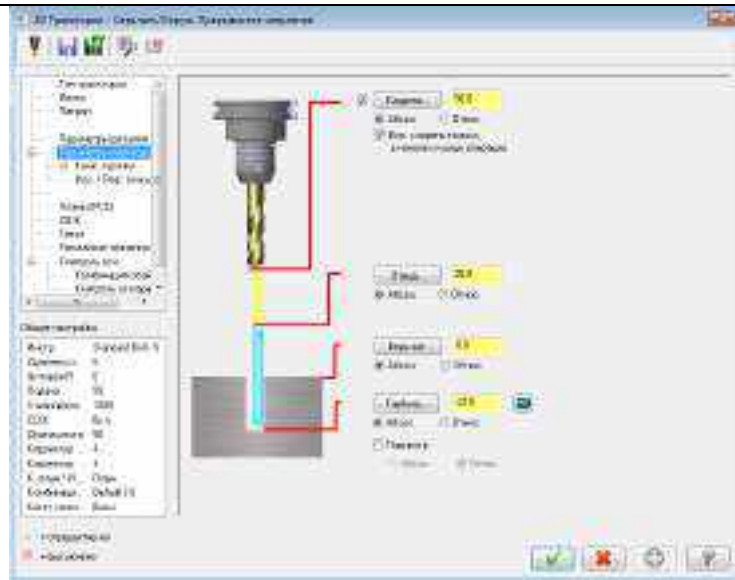
Создаем карманные операции
Инструмент –
концевая фреза
диаметром 6
мм.





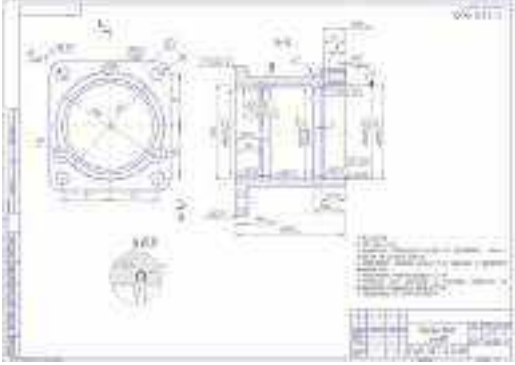
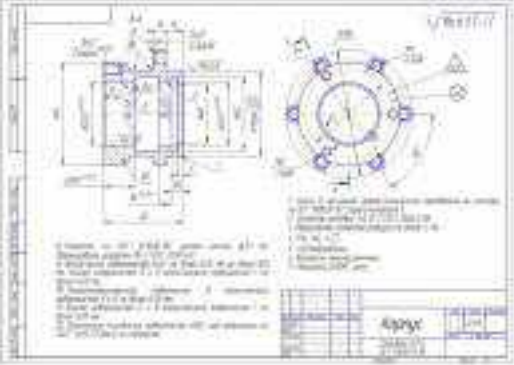
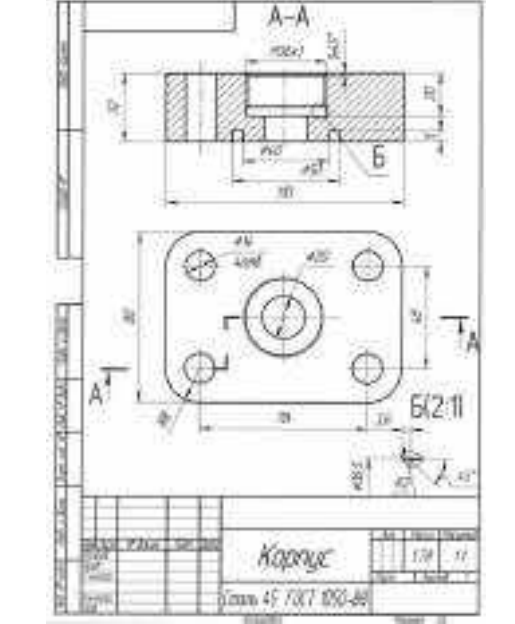
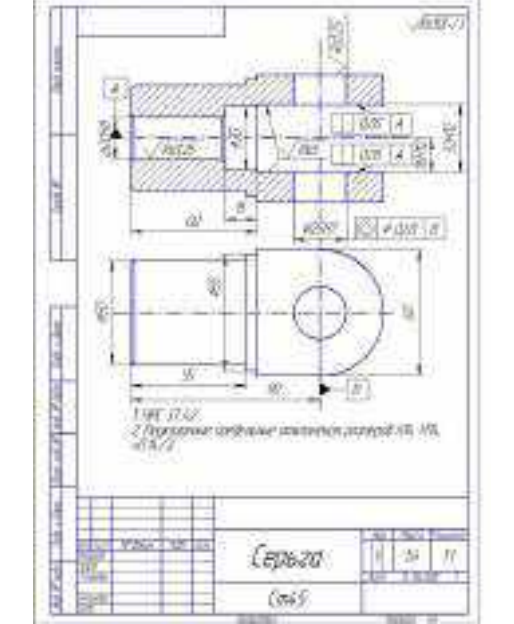
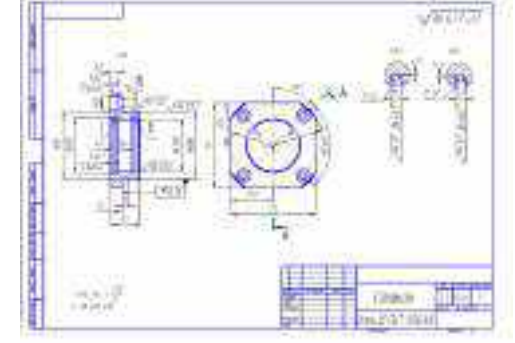
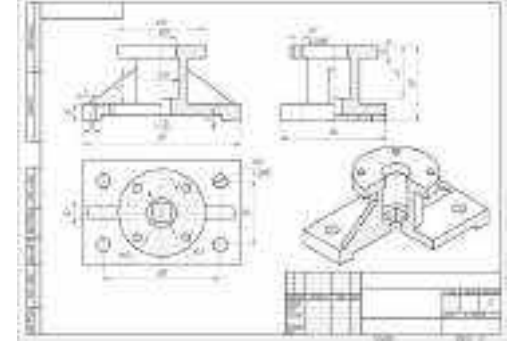
Создаем сверлильные операции
Траектории- 2D
– Сверление
Инструмент – сверло
диаметром 6 мм
и 3,5 мм





II Порядок выполнения работы

В программе Masterscam разработайте управляющие программы для изготовления предложенных деталей.

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали
1		7	
2		8	
3		9	

№	Чертеж детали	№	Чертеж детали
4		10	
5		11	
6		12	

Тема 1.7 Торцевое и контурное фрезерование

Практическая работа №5

Применение коррекции радиуса фрезы G40-G42. Обработка плоскостей, простых (круг, шестигранник) и сложных (криволинейных) 2D контуров.

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять коррекцию радиуса фрезы G40-G42 <i>знать:</i> обработку плоскостей, простых (круг, шестигранник) и сложных (криволинейных) 2D контуров.
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;

б) траектория движения инструмента.

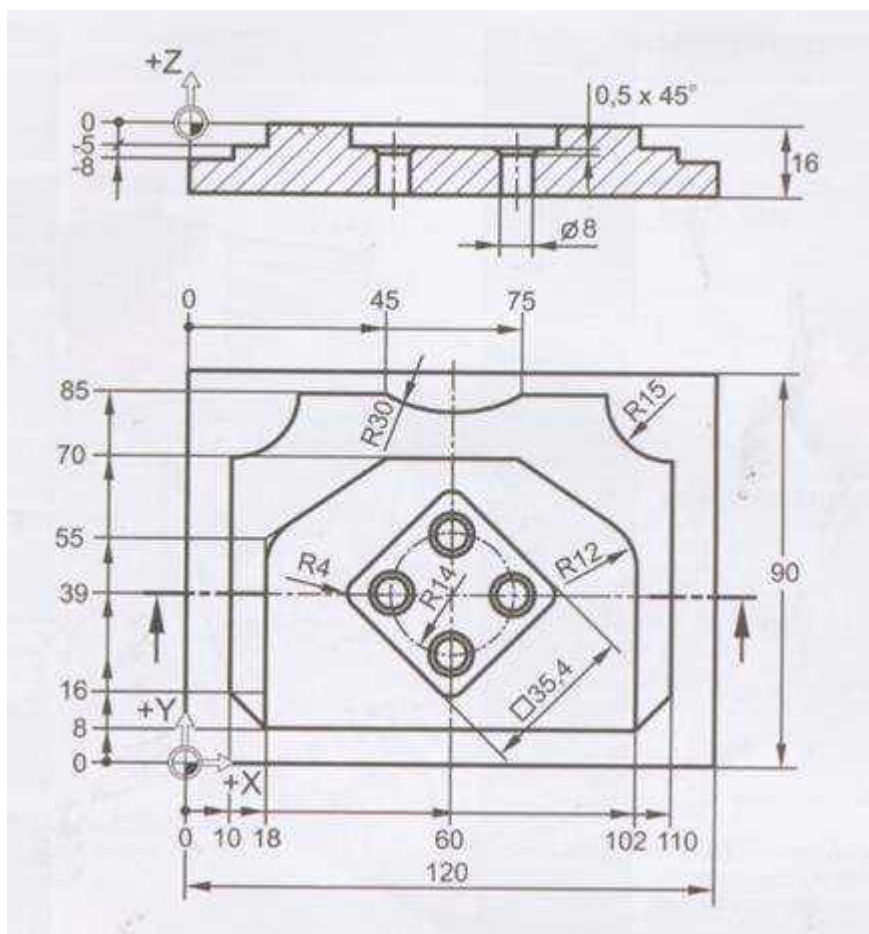
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.8 Объемное фрезерование наклонных поверхностей

Практическая работа №6

Способы получения наклонных, конических сферических поверхностей и радиусных сопряжений на фрезерных станках с ЧПУ.

Применение различных типов инструмента для обработки 3D поверхности.

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> способы получения наклонных, конических сферических поверхностей и радиусных сопряжений на фрезерных станках с ЧПУ
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;

б) траектория движения инструмента.

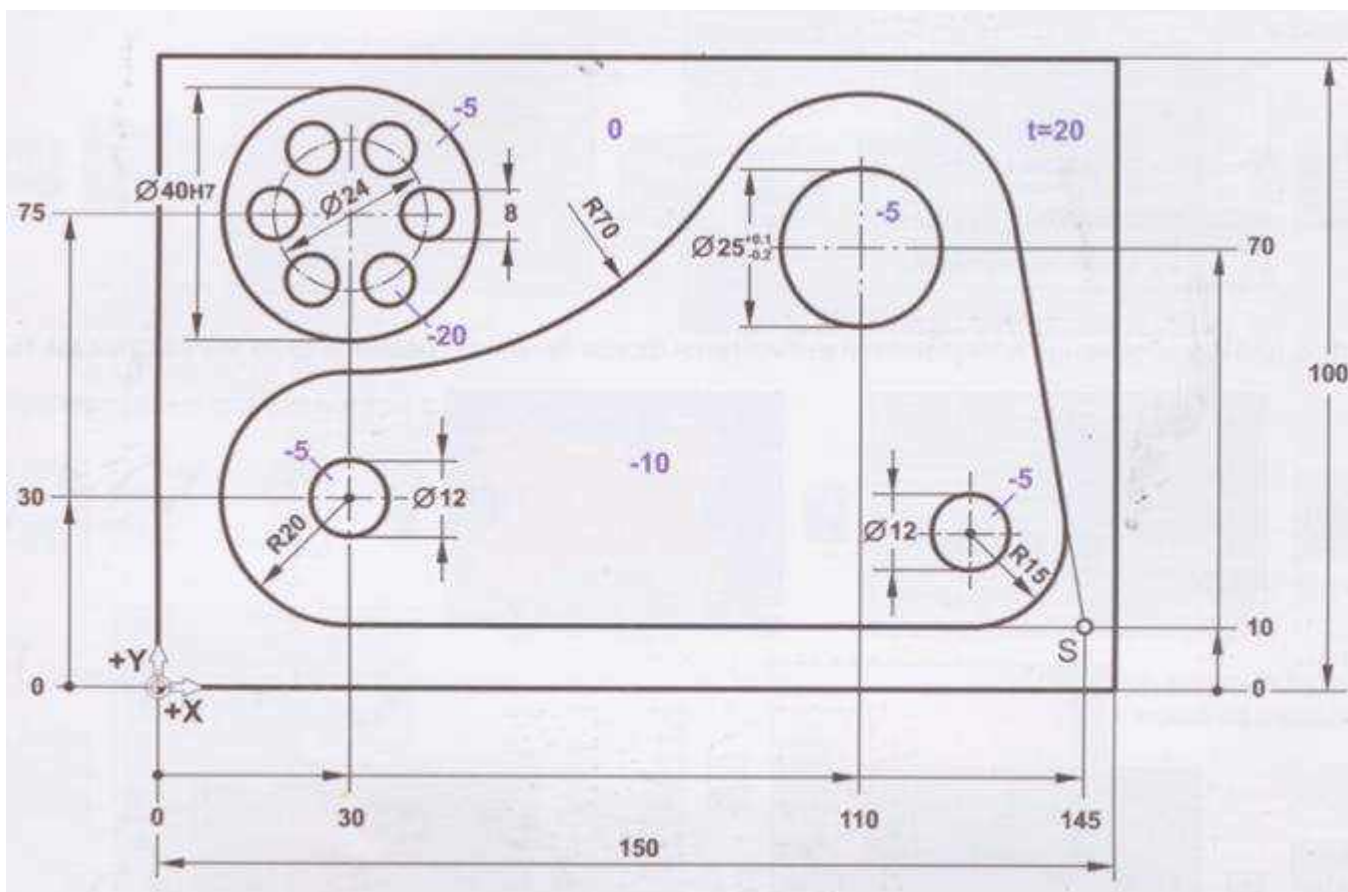
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.9 Объемное фрезерование сферических поверхностей

Практическая работа №7

Обработка фасок и литьевых уклонов. Обработка детали типа «Матрица» и «Пуансон».

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> особенности обработки фасок и литьевых уклонов.
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

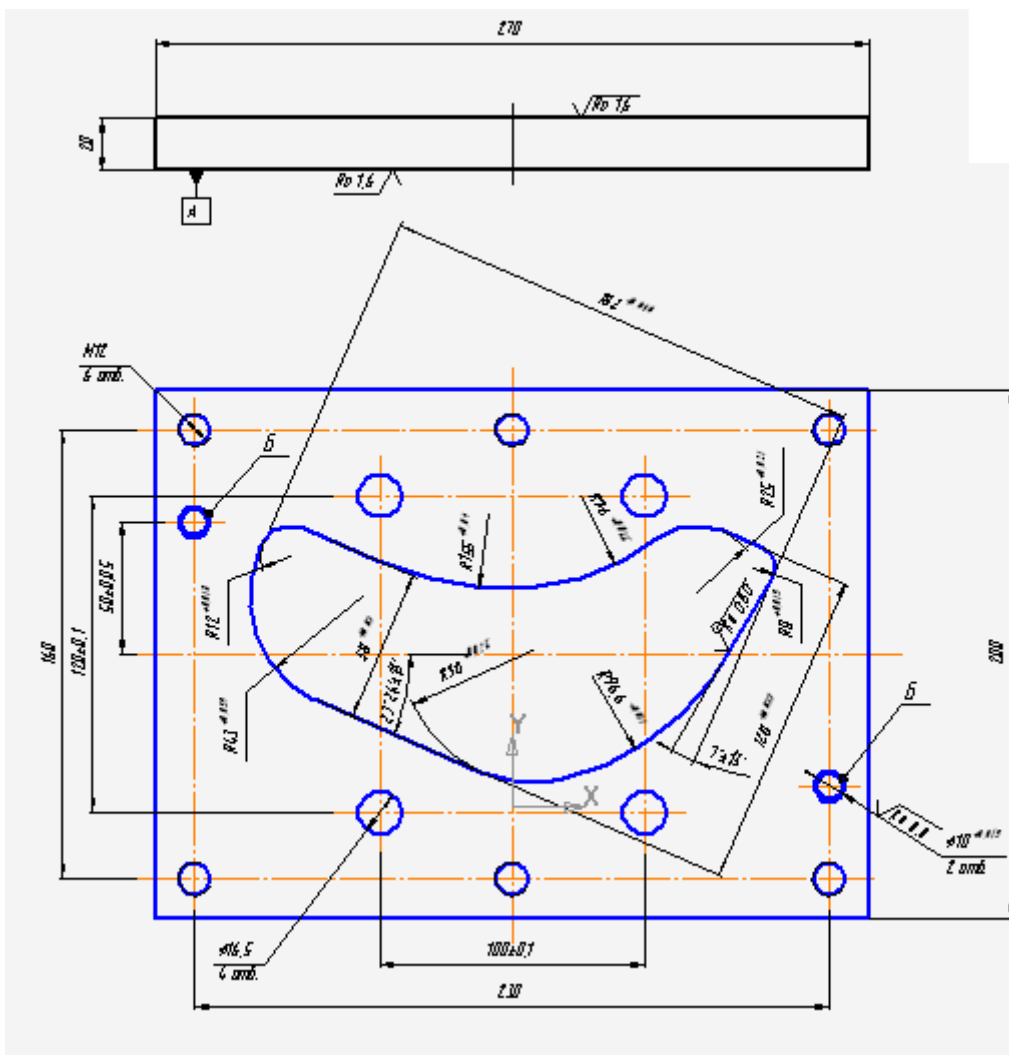
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.10 Резьбофрезерование
Практическая работа №8
Нарезание резьбы фрезой.
Обработка детали типа «Корпус»

Цель работы: *уметь:* нарезать резьбу резьбофрезой
знать: особенности составления программы для нарезания резьбы фрезой.

Количество часов: 4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

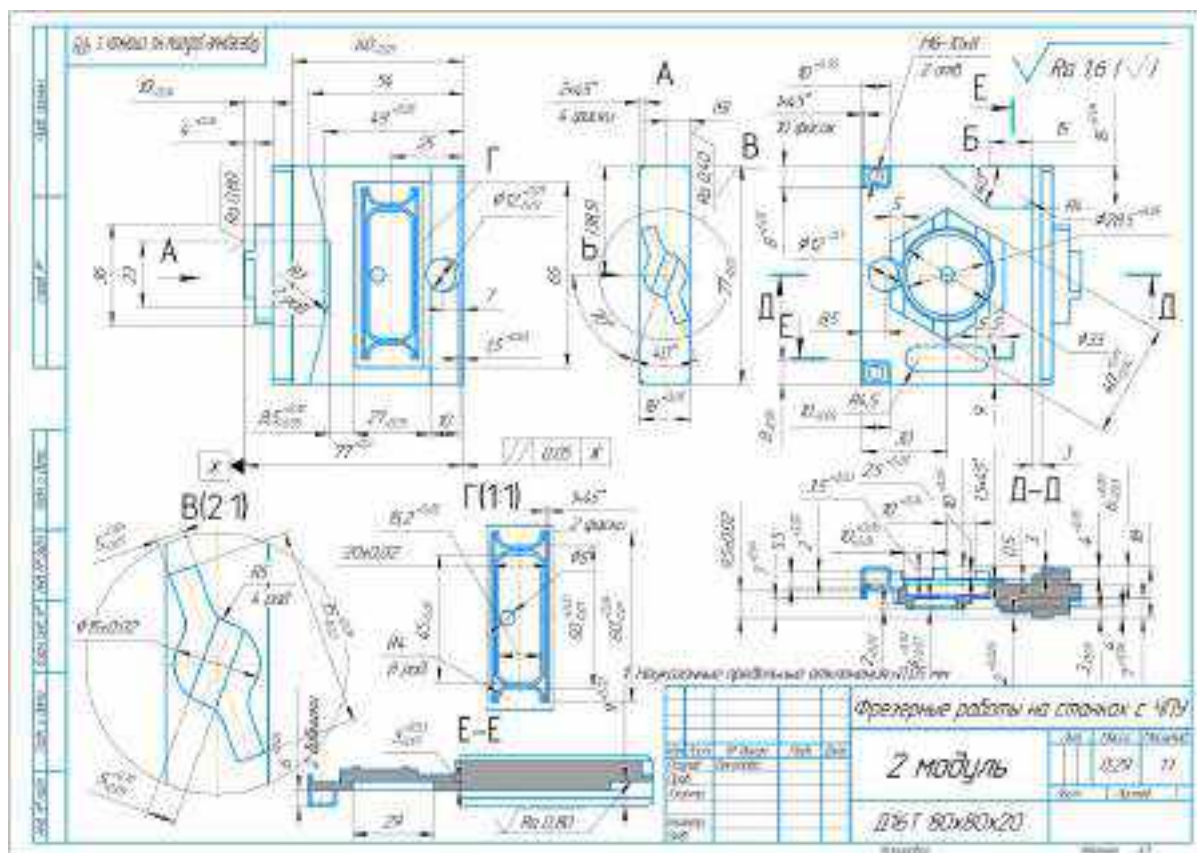
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.11 Торцевая обработка

Практическая работа №9

Изучение работы циклов G70- G72. Изготовление деталей типа «Колесо зубчатое».

Цель работы:	<i>уметь:</i> изготавливать детали типа «Колесо зубчатое». <i>знать:</i> работу циклов G70- G72.
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

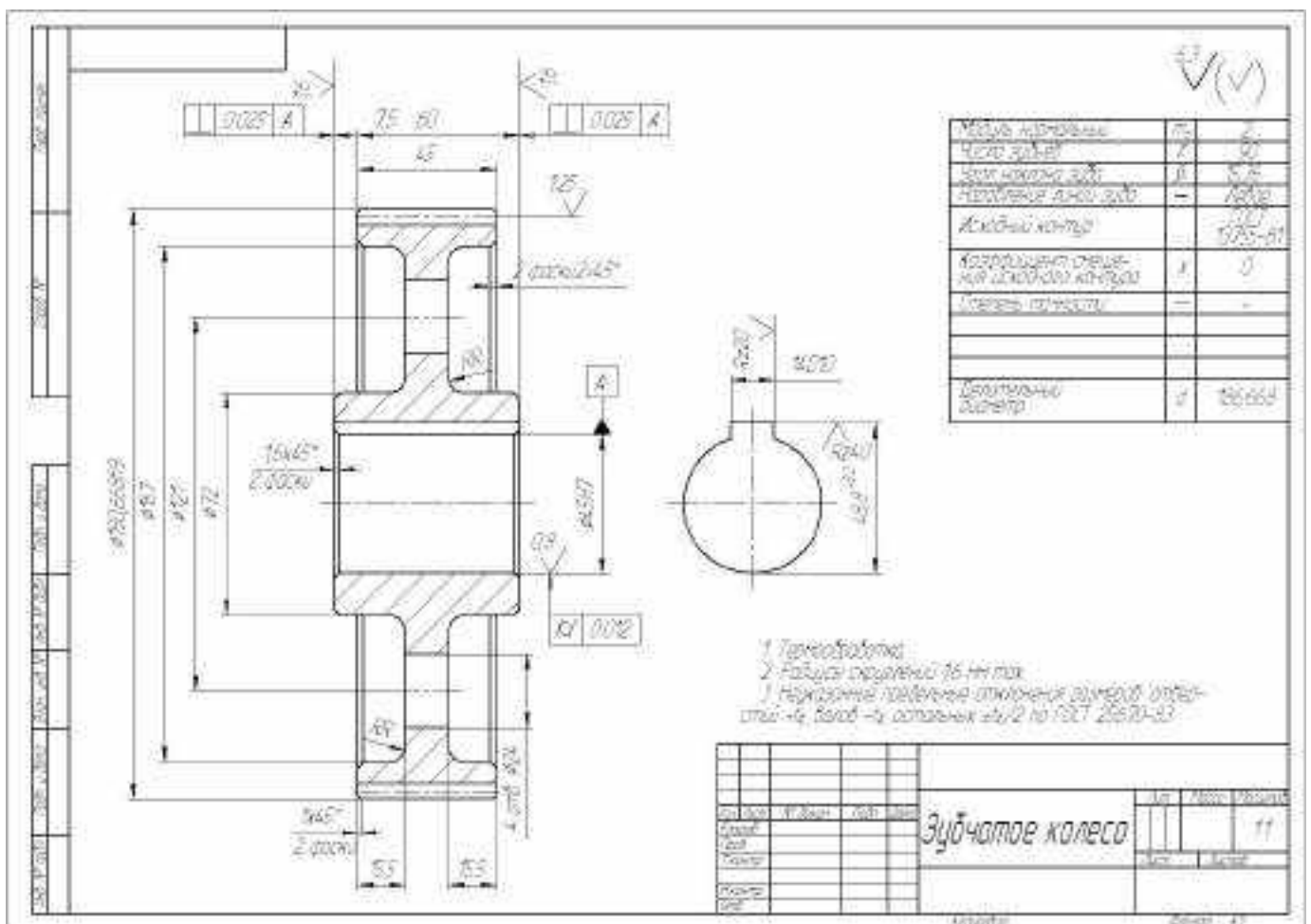
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.12 Контурная обработка

Практическая работа №10

Изучение работы циклов G71, G73, G70.

Изготовление деталей типа «Рукоятка».

Цель работы:	<i>уметь:</i> изготавливать детали типа «Рукоятка» <i>знать:</i> работу циклов G71, G73, G70
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

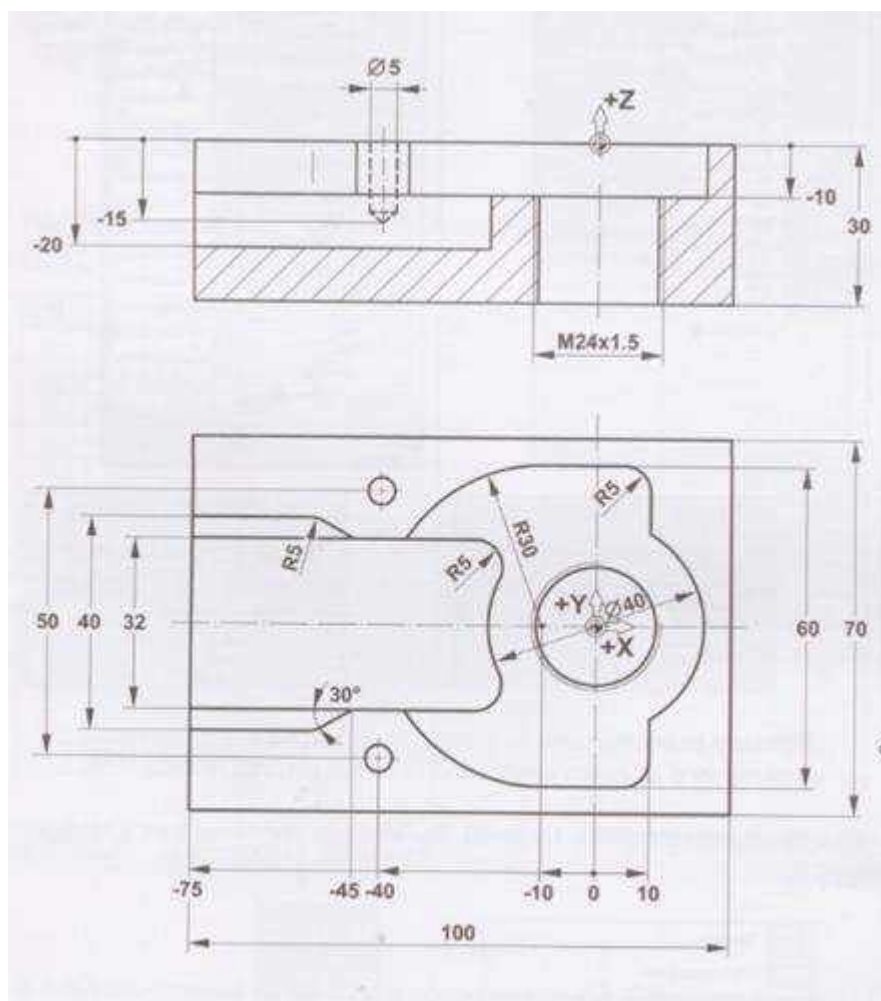
- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);

2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.13 Обработка канавки

Практическая работа №11

Изучение работы циклов G74, G75. Обработка деталей типа «Шкив»

Цель работы:	<i>уметь:</i> обрабатывать детали типа «Шкив» <i>знать:</i> работу циклов G74, G75
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

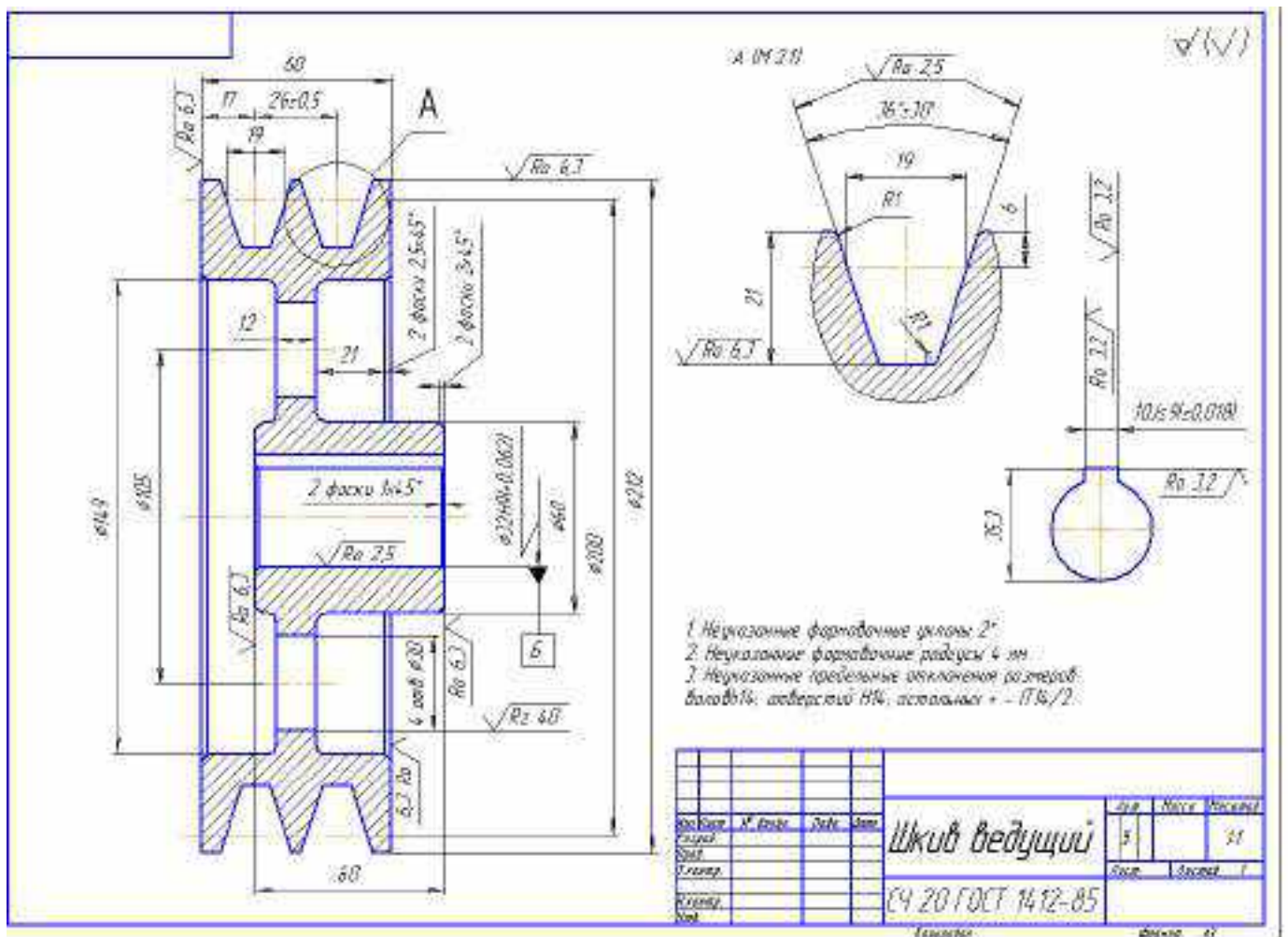
- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);

2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.14 Обработка резьбы

Практическая работа №12

Изучение работы циклов G33, G34, G76.

Изготовление деталей типа «Червяк».

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять резьбовой инструмент для получения резьбы. <i>знать:</i> работу циклов G33, G34, G76
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

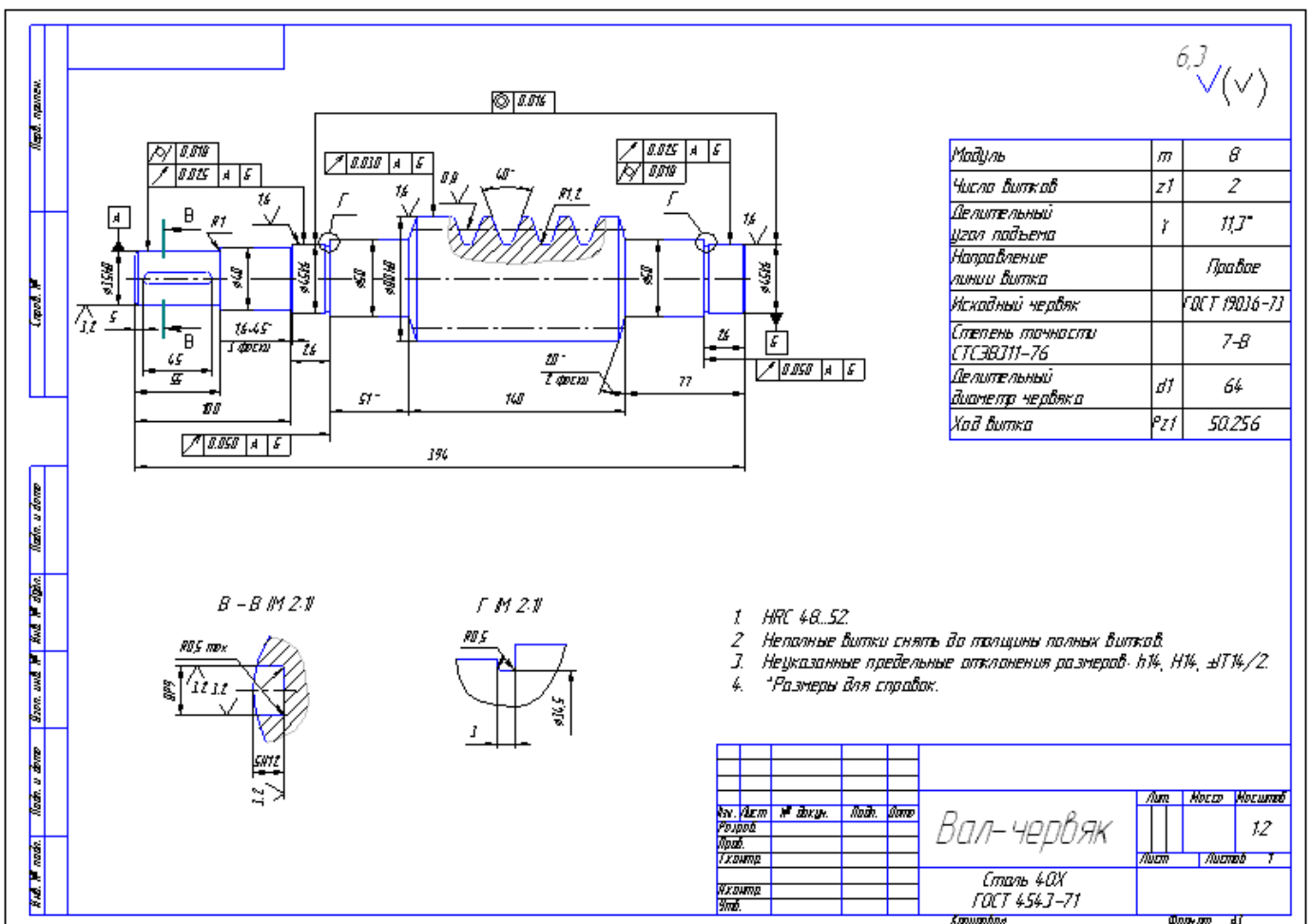
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.15 Обработка отверстий
Практическая работа №13
Изготовление конических втулок

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> способы получения наклонных, конических сферических поверхностей и радиусных сопряжений на фрезерных станках с ЧПУ
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

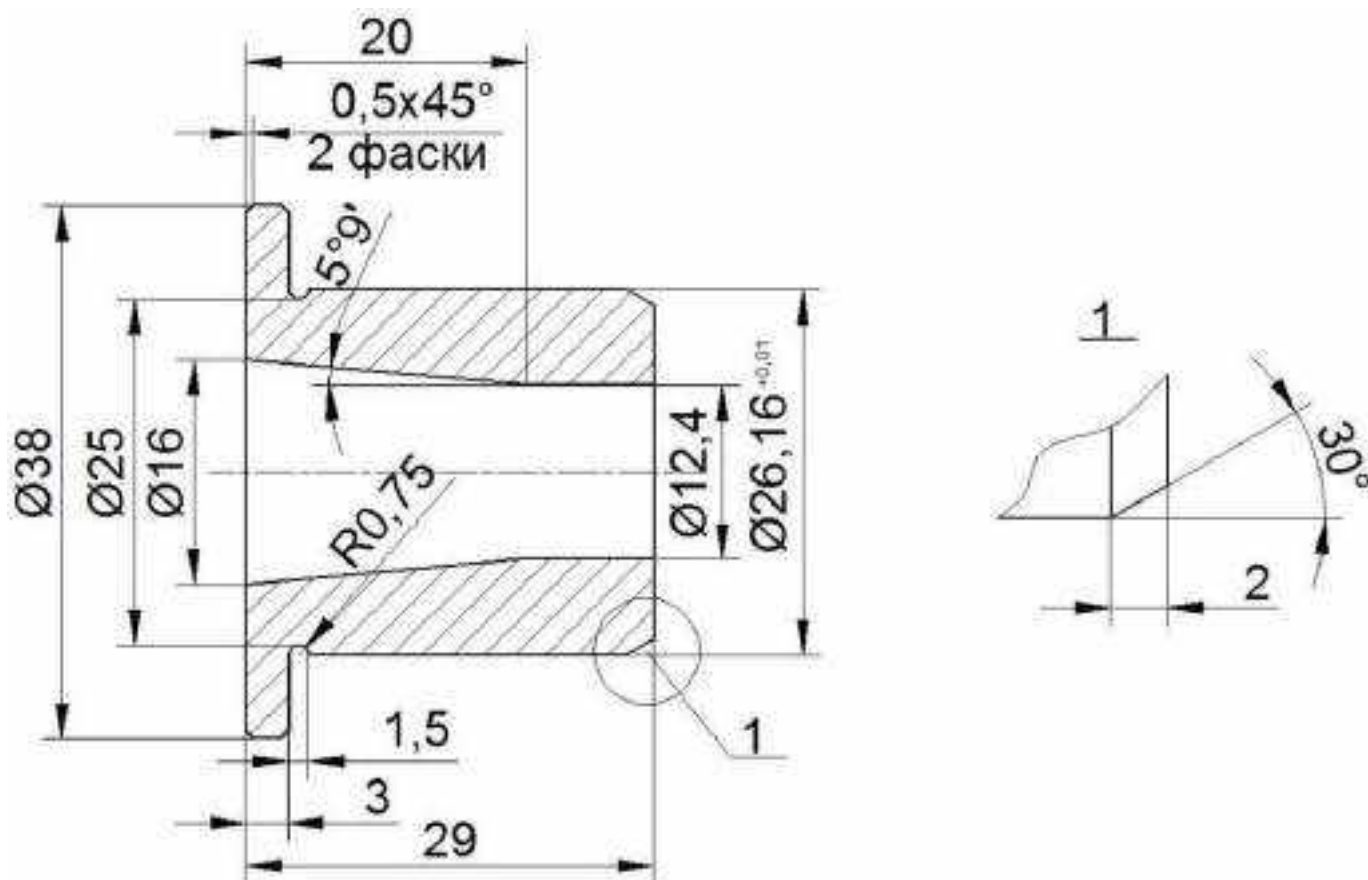
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.16 Обработка не осевых отверстий

Практическая работа №14

Изучение работы циклов G80-G89. Изготовление деталей типа «Фланец»

Цель работы:	<i>уметь:</i> обрабатывать детали типа «Фланец» <i>знать:</i> работу циклов G80-G89
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

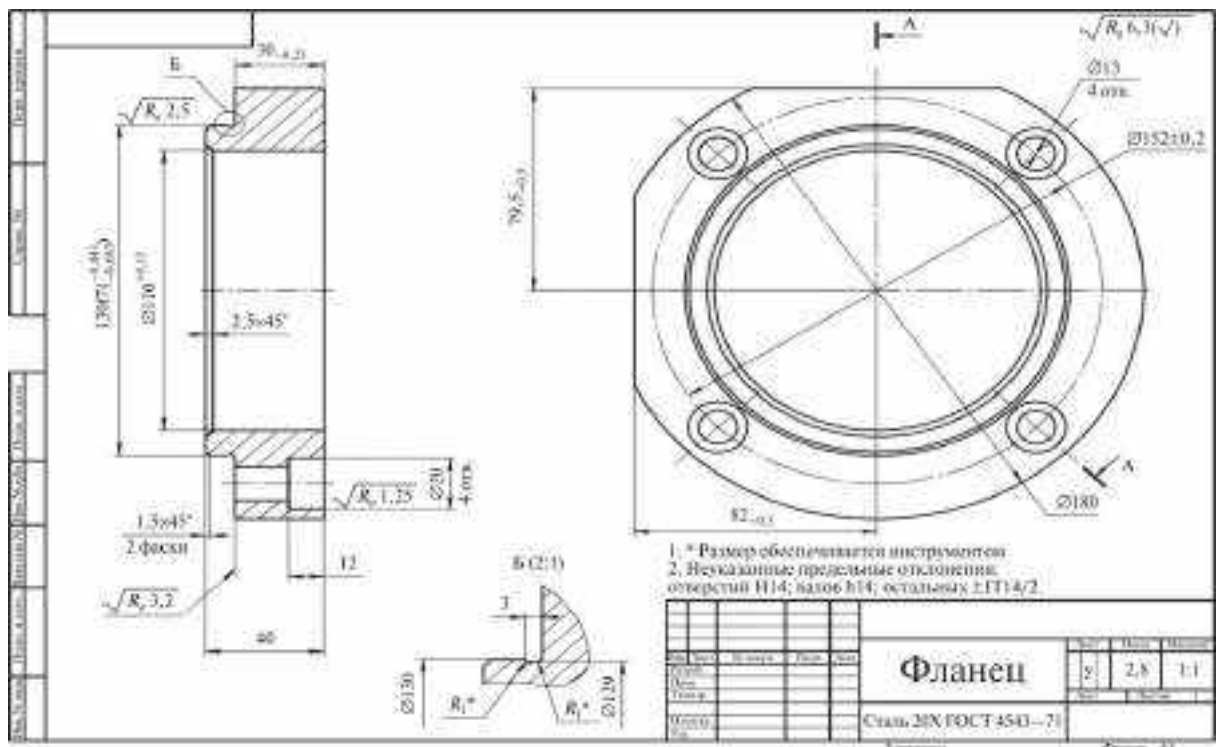
- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);

2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.18 Фрезерование в цилиндрических координатах

Практическая работа №15

Обработка простых (круг, шестигранник) и сложных (криволинейных) 2D контуров.

Обработка профильной канавки.

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> обработку плоскостей, простых (круг, шестигранник) и сложных (криволинейных) 2D контуров, канавок
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;

б) траектория движения инструмента.

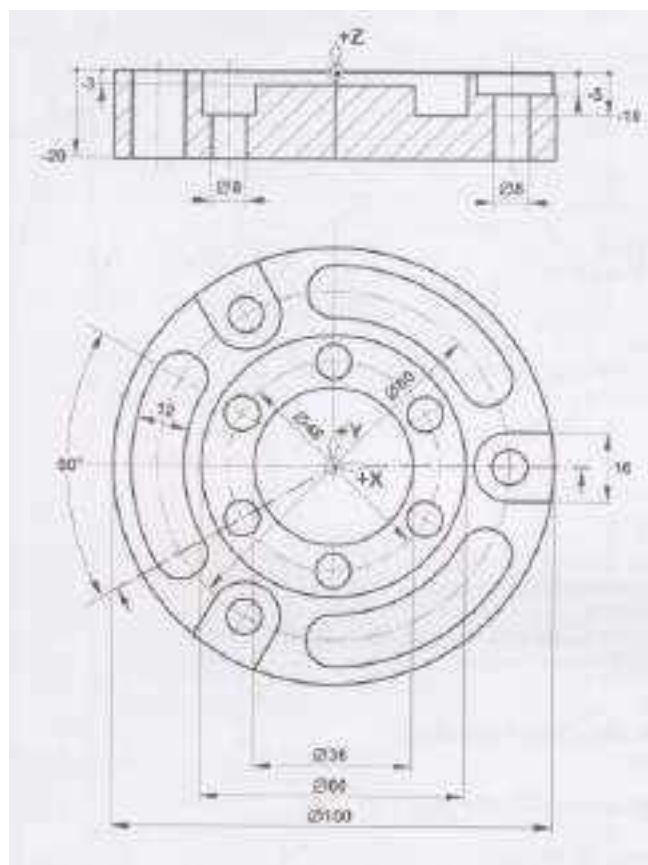
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.20 Обработка лопаток турбины

Практическая работа №16

Программирование станка с поворотной осью А (вокруг оси Х) и качающейся осью В (вокруг оси Y)

Цель работы:	<i>уметь:</i> работать с поворотной осью А (вокруг оси Х) и качающейся осью В (вокруг оси Y) <i>знать:</i> программирование станка с поворотной осью А (вокруг оси Х) и качающейся осью В (вокруг оси Y)
Количество часов:	4 часа.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

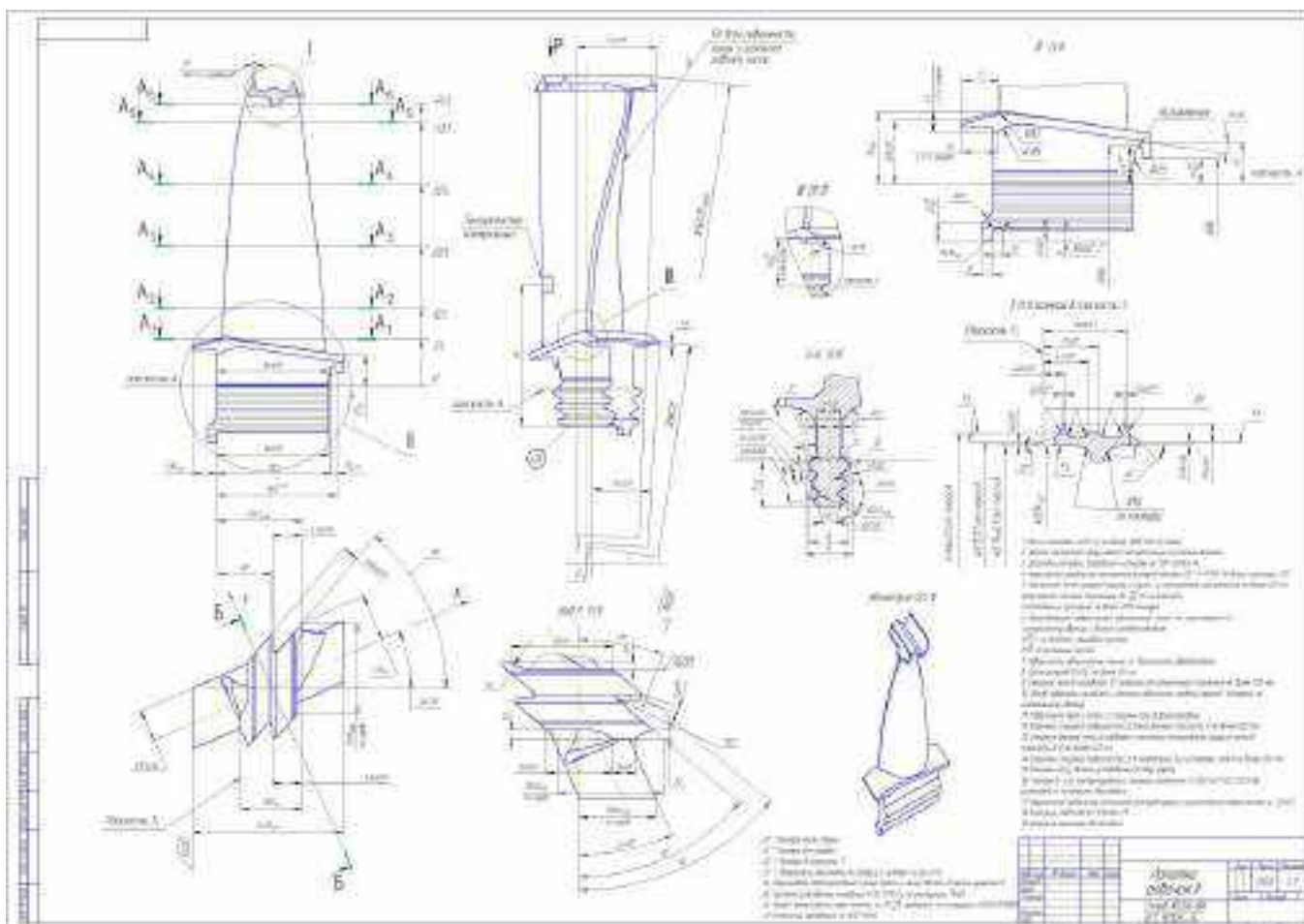
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.21 Обработка крыльчатки

Практическая работа №17

Программирование станка с глобусным столом.

Цель работы:	<i>уметь:</i> программировать станок с глобусным столом <i>знать:</i> способы получения наклонных, конических сферических поверхностей и радиусных сопряжений на фрезерных станках с ЧПУ
Количество часов:	6 часов.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

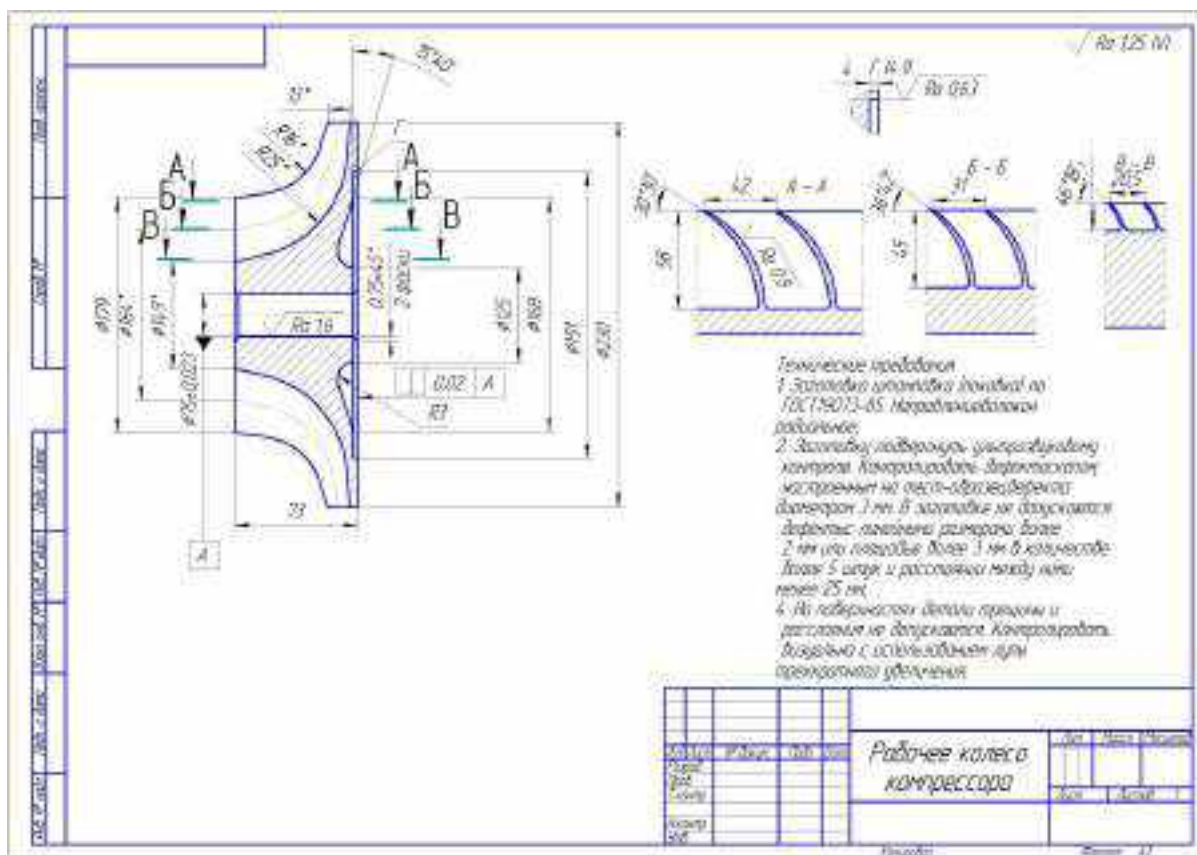
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.22 Обработка шнека

Практическая работа №18

Обработка винтовой поверхности с переменным шагом.

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> способы получения винтовой поверхности
Количество часов:	6 часов.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать вручную управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

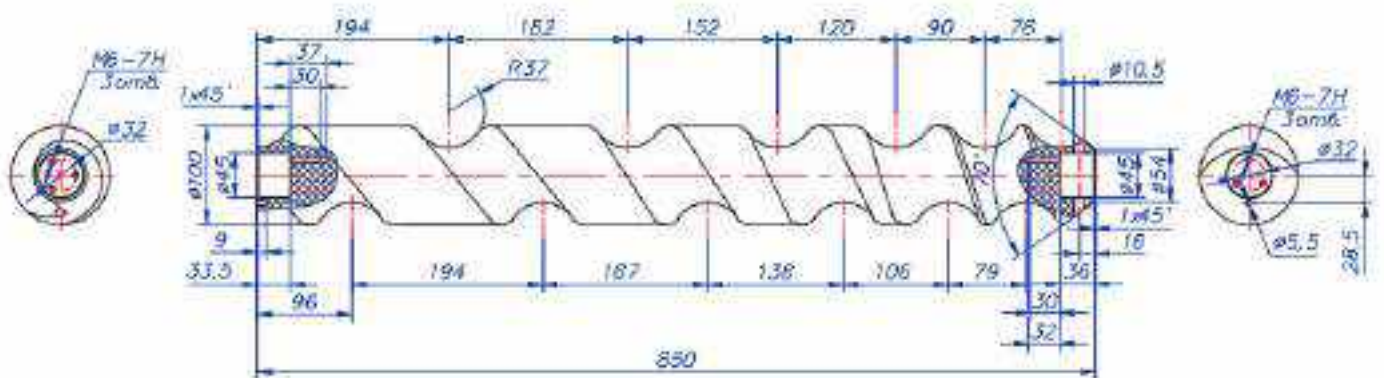
- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);

2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Тема 1.23 Обработка закрытых крыльчаток

Практическая работа №19

Обработка глубоких полостей на закрытых участках (где работа с нормалью невозможна).

Цель работы:	<i>уметь:</i> применять различные типы инструмента для обработки 3D поверхности <i>знать:</i> глубоких полостей на закрытых участках (где работа с нормалью невозможна)
Количество часов:	6 часов.

Порядок выполнения работы

- 1) Изучить содержание и правила работы оператора УЧПУ;
- 2) пройти собеседование с преподавателем по теоретической части работы и получить задание на выполнение практической части работы. В качестве задания предлагается технологический эскиз обработки заготовки;
- 3) рассчитать управляющую программу обработки заготовки в виде текстового файла в формате.txt;
- 4) ввести УП в устройство станка и запустить его с блокировкой аппаратных устройств станочного привода (в графическом режиме).

Порядок подготовки и содержание управляющих программ (УП)

В процессе проектирования обработки на станках с ЧПУ можно выделить два основных этапа: технологический и расчетно-аналитический.

На технологическом этапе определяются:

- 1) поверхности детали, обрабатываемые на станке;
- 2) базовые поверхности, способ установки и закрепления заготовки;
- 3) величина припусков по каждому из переходов, число рабочих ходов по каждой из поверхностей;
- 4) применяемый режущий инструмент;
- 5) режимы резания;
- 6) траектория движения инструмента.

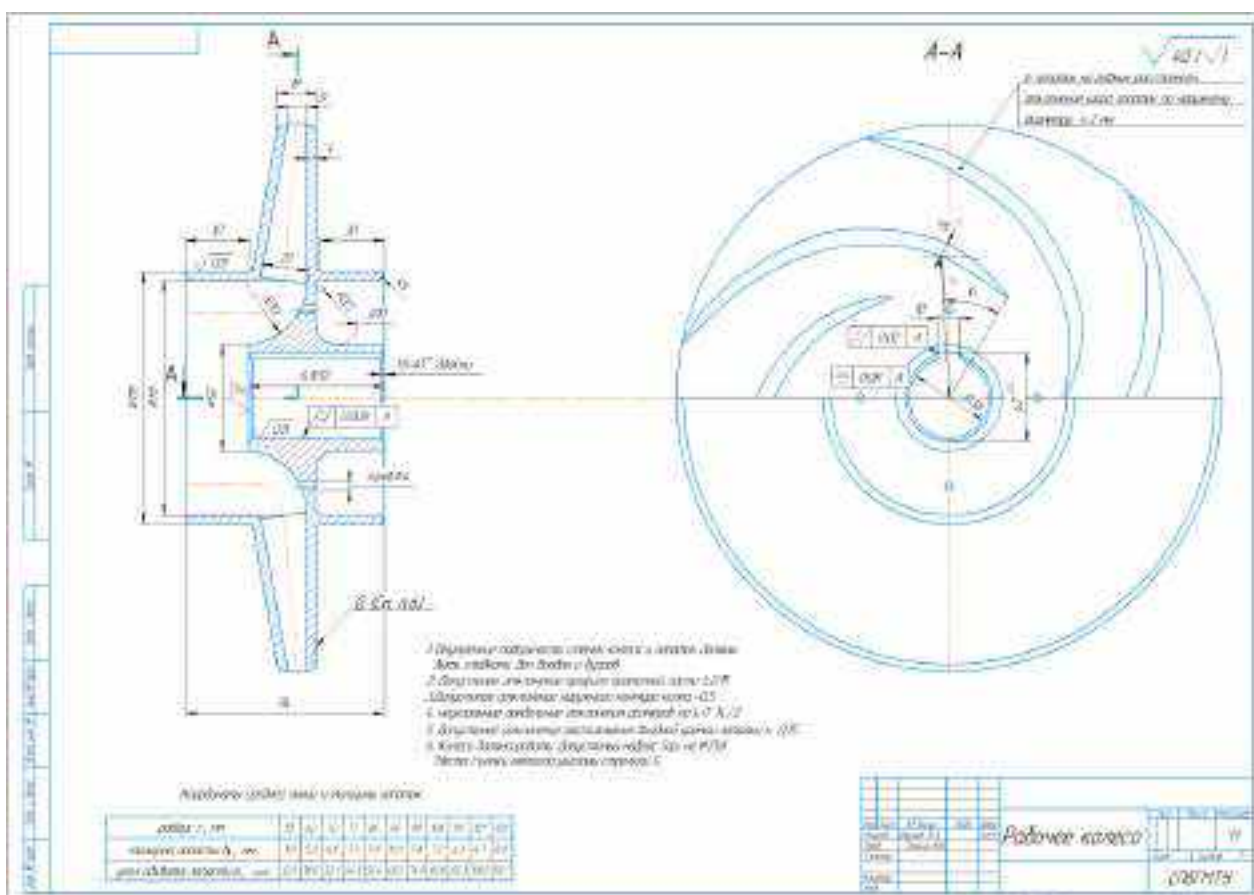
Основные задачи расчетно-аналитического этапа:

- 1) выбор системы координат детали («нуль программы»);
- 2) расчет координат опорных точек траектории инструмента в выбранной системе координат программы в соответствии с чертежом детали.

После решения задач технологического и расчетно-аналитического этапов разрабатывается карта наладки на программную операцию и составляется текст управляющей программы (УП) в формате.txt. Программирование обработки детали означает указание траектории движения инструмента и вспомогательных действий станка устройству ЧПУ в соответствии с правилами (языком программирования) ЧПУ.

Задание

Разработать управляющую программу для обработки детали, изображенной на чертеже.



Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ

**МДК 02.01 «Планирование и организация работы структурного
подразделения»**

профессионального модуля

**ПМ 02 «Участие в организации производственной деятельности
структурного подразделения»**

по специальности


15.02.08 Технология машиностроения

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «4» января 2012 г. № 7

Председатель цикловой комиссии  Т.В. Валуева

Автор: Амеличкина С.Г., преподаватель колледжа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по ПМ 2. Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения для специальности 15.02.08 Технология машиностроения обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- участия в планировании и организации работы структурного подразделения;
- участия в руководстве работой структурного подразделения;
- участия в анализе процесса и результатов деятельности подразделения;

уметь:

- рационально организовывать рабочие места; участвовать в расстановке кадров, обеспечивать их предметами и средствами труда;
- рассчитывать показатели, характеризующие эффективность организации основного и вспомогательного оборудования;
- принимать и реализовывать управленческие решения;
- мотивировать работников на решение производственных задач;
- управлять конфликтными ситуациями и рисками;

знать:

- особенности менеджмента в области профессиональной деятельности;
- принципы, формы и методы организации производственного и технологического процессов;
- принципы делового общения в коллективе

Выполнение практических работ влияет на формирование общих и профессиональных компетенций.

ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3	Принимать решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 6	Работать в коллективе, команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием. Осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.
ПК 2.1	Участвовать в планировании и организации работы структурного подразделения
ПК 2.2	Участвовать в руководстве работой структурного подразделения
ПК 2.3	Участвовать в анализе процесса и результатов деятельности подразделения

МДК.02.01 Планирование и организация работы структурного подразделения

Практическая работа №1

Построение организационной структуры организации и подразделения. Расчет численности персонала, используемого для обеспечения организационных структур. Разработка штатного расписания. Разработка должностных инструкций.

Цель:

- изучить существующие организационные структуры управления
- приобрести навыки анализа организационных структур,
- умение составлять самостоятельно схемы оргструктур.
- изучить методы проектирования и развить навыки проектирования ОСУ предприятия

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Построение организационной структуры организации и подразделения.

Организационная структура – это база для выполнения функций управления предприятием-состав, подчиненность, взаимодействие и распределение работ между отдельными сотрудниками и целыми подразделениями.

Организационная структура предприятия – это совокупность подразделений, а также управленцев во главе с генеральным директором. Ее выбор зависит от множества факторов: организационно-правовая форма, сфера деятельности; масштаб компании (количество сотрудников, отделов и проч.); технологии, задействованные в работе компании; связи внутри и за пределами фирмы. От этих факторов и зависит тип ОСУ, который выбирает организация.

Задание 1.

На рисунках 2.8—2.14 изображены организационные структуры управления предприятиями торговли, общественного питания и других отраслей. Определить типы оргструктур, охарактеризовать и оценить их.

1.1. Продовольственный магазин “Российский” индивидуального предпринимателя В.Ю. Бочкарева. Общая площадь магазина — 210 кв. м, торговая площадь — 105 кв. м. Численность работников — 26 человек.



Рисунок 2.8 — Организационная структура управления продовольственным магазином “Российский”

1.2. ООО “Плутон”. Осуществляет розничную торговлю, имеет 2 магазина. Общая численность работников — 33 человека.

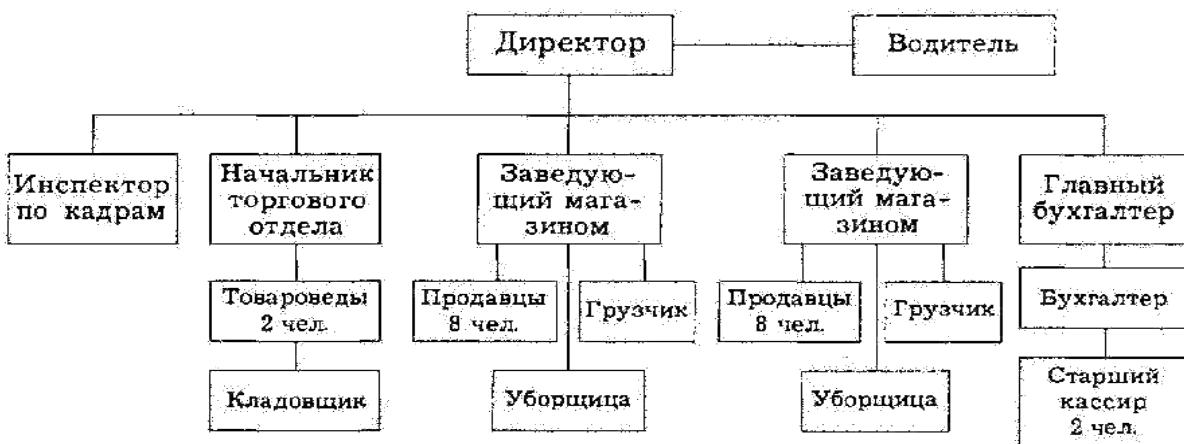


Рисунок 2.9 — Организационная структура управления ООО “Плутон”

1.3. ЗАО “Промтовары” (структура аппарата управления). Осуществляет розничную торговлю, включает 12 магазинов (рисунок 2.10).

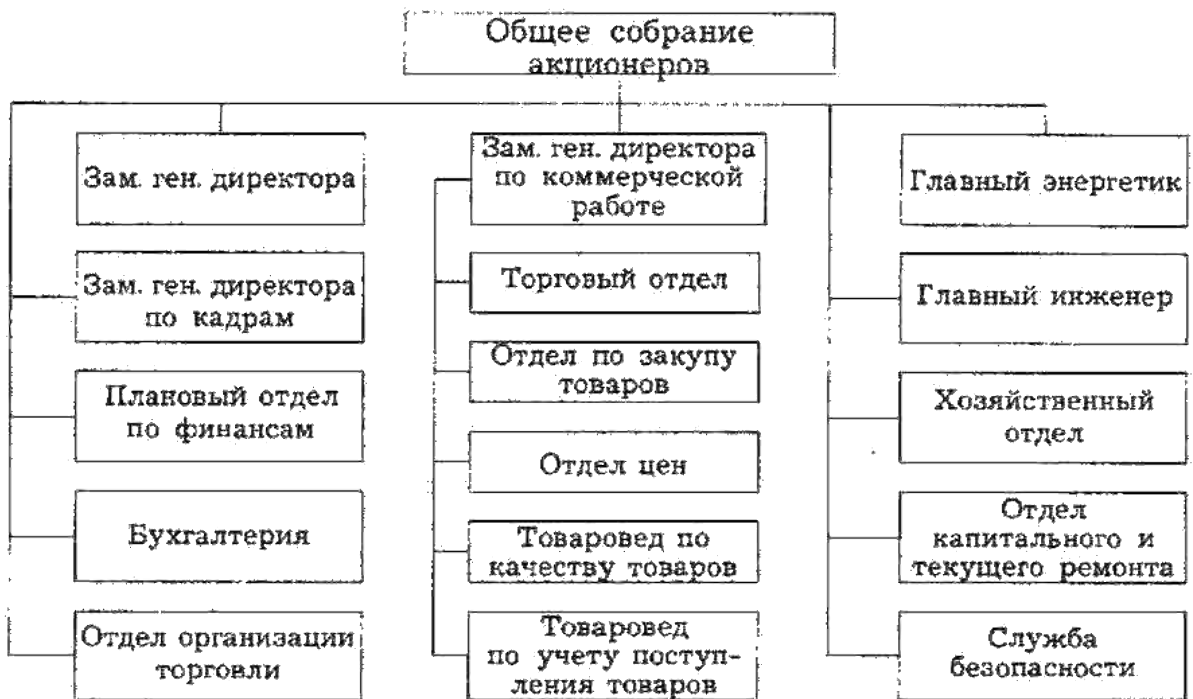


Рисунок 2.10 — Организационная структура управления ЗАО "Промтовары"

1.4. Цех питания ОАО "Первоуральский новотрубный завод". Численность работников — 467 человек.

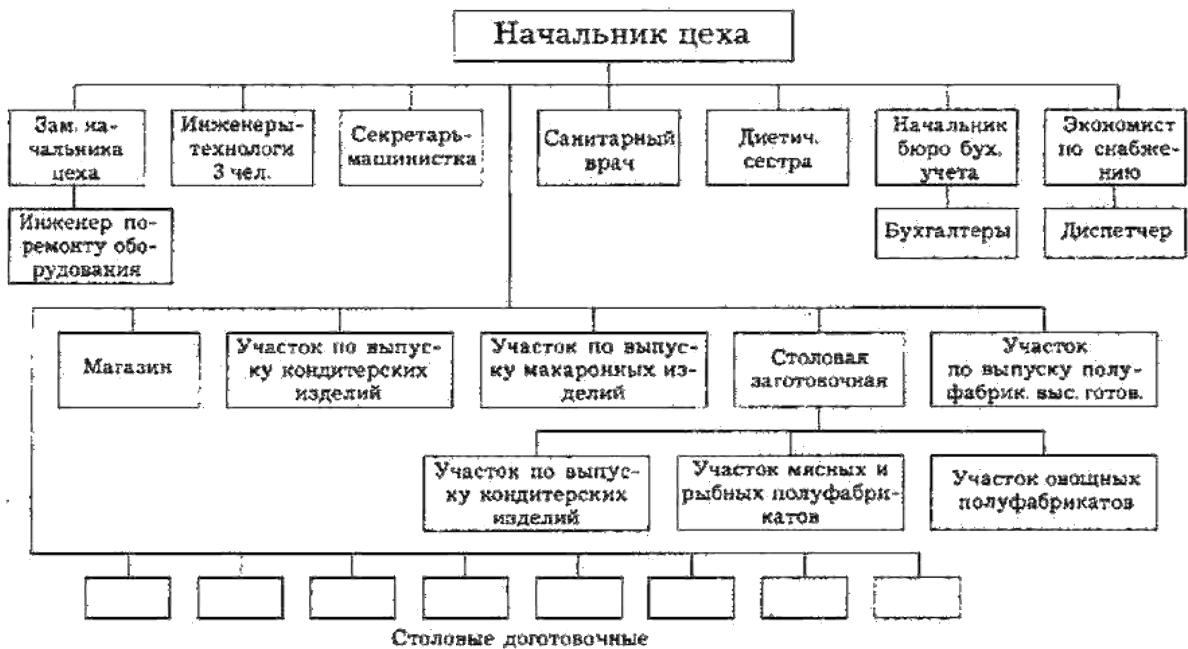


Рисунок 2.11 — Организационная структура управления цехом питания ОАО "Первоуральский новотрубный завод"

1.5. ООО "Трубопрокат". Осуществляет оптовую торговлю трубопрокатом, имеет 8 человек.

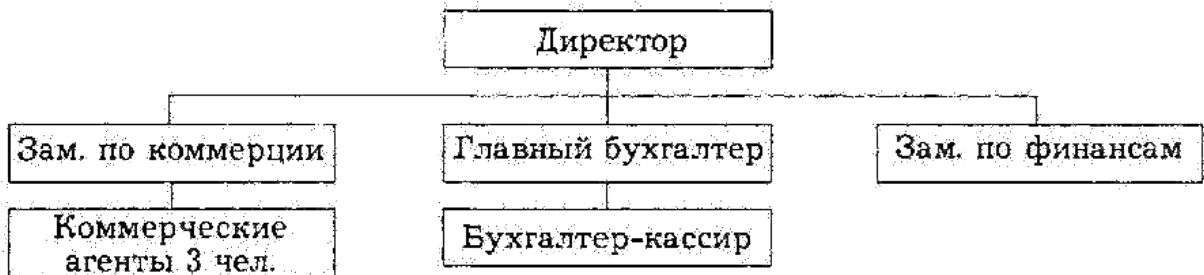


Рисунок 2.12 — Организационная структура управления ООО "Трубопрокат"

1.6. Существующая (рис. 2.13) и альтернативная (рис. 2.14) организационные структуры управления ЗАО "Северодвинский компьютерный центр". Осуществляет продажу и ремонт компьютерной техники и периферийных устройств. Сравните, охарактеризуйте и оцените их.



Рисунок 2.13 — Существующая организационная структура управления ЗАО "Северодвинский компьютерный центр"



Рисунок 2.14 — Альтернативная организационная структура управления ЗАО "Северодвинский компьютерный центр"

Задание 2. На рисунках 2.15 и 2.16 представлено два варианта организационной структуры управления предприятием торговли, дирекция которого находится в городе Екатеринбурге.

Определить типы данных оргструктур. Сравнить и оценить приведенные организационные структуры, указать их преимущества и недостатки.

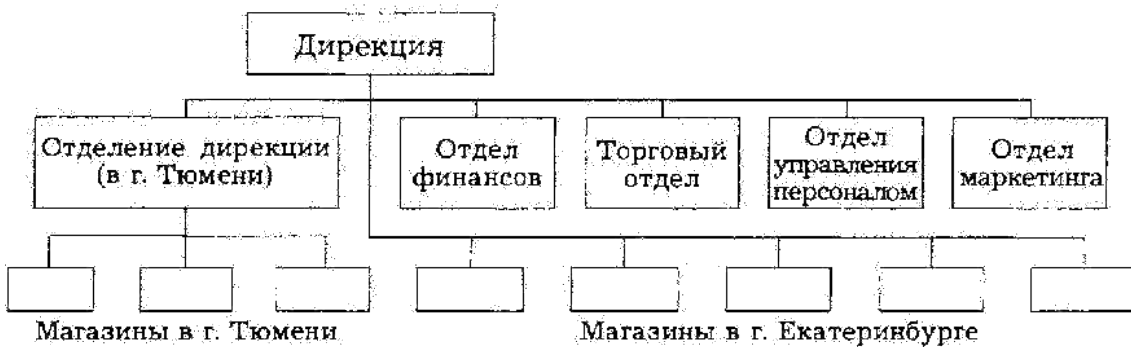


Рисунок 2.15 — Организационная структура управления предприятием (вариант 1)



Рисунок 2.16 — Организационная структура управления предприятием (вариант 2)

Задание 3. Охарактеризовать приведенные на рисунках 2.17 и 2.18 организационные структуры управления двух видов: централизованную и децентрализованную, сравнить их. Указать преимущества и недостатки, целесообразность применения каждой из них.

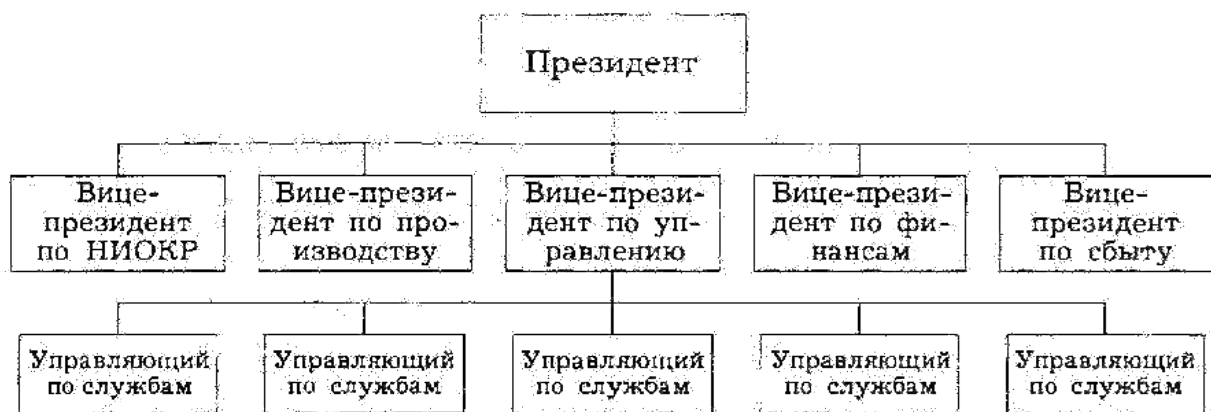


Рис. 2.17 — Централизованная оргструктура управления организацией

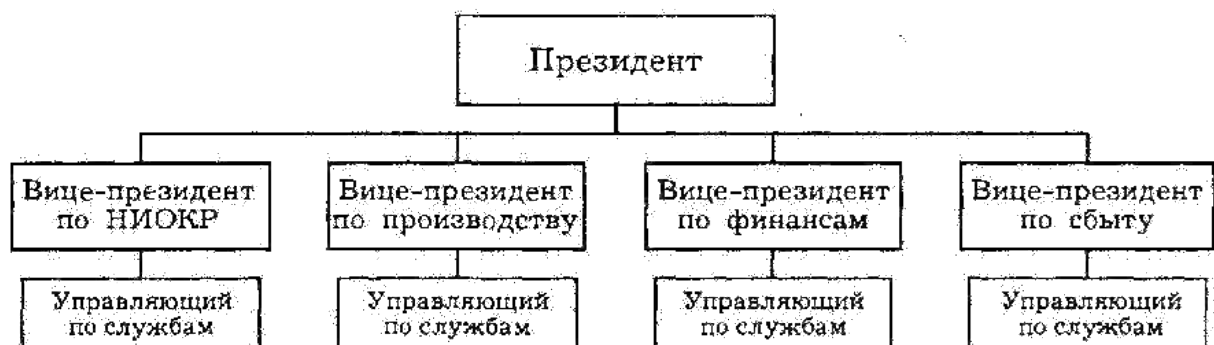


Рис. 2.18 — Децентрализованная оргструктура управления организацией

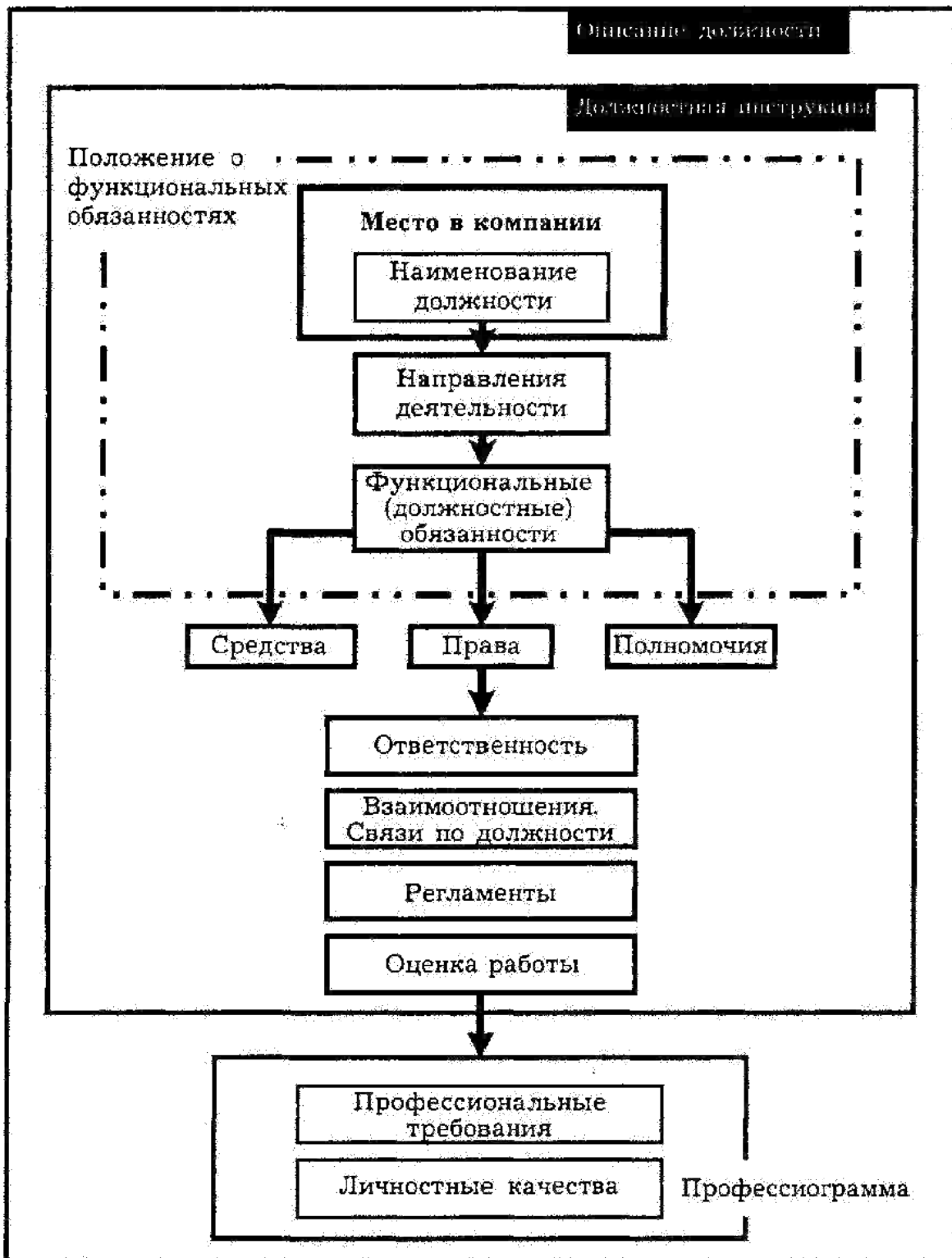
Задание 4. Изобразить организационную структуру управления предприятием, которое осуществляет в областном центре розничную торговлю (10 магазинов), имеет кафе и цех по производству овощных салатов, а также имеет три магазина в районном центре.

Задание 5. Изобразить комбинированную организационную структуру управления предприятием, основными видами деятельности которого являются торговля и производство швейных изделий.

Задание 6. Изобразить организационную структуру среднего по размерам предприятия, осуществляющего оптовую торговлю товарами культурно-бытового назначения.

Задание Разработать должностную инструкцию.

Типовая инструкция по разработке должностной инструкции



Практическая работа №2

Определение влияния факторов внешней среды на деятельность подразделения.

Проводится после изучения темы 2. Организация взаимодействия с другими подразделениями

Цель: -выработка навыков анализа влияния факторов внешней и внутренней среды на деятельность организации

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Существует большое количество методов анализа внутренней и внешней среды организации. Наиболее распространенный метод- SWOT- анализ. SWOT-анализ — это определение сильных и слабых сторон предприятия(внутренней среды), а также возможностей и угроз (внешней среды), исходящих из его ближайшего окружения.

- Сильные стороны (Strengths) — преимущества организации;
- Слабости (Weaknesses) — недостатки организации;
- Возможности (Opportunities) — факторы внешней среды, использование которых создаст преимущества организации на рынке;
- Угрозы (Threats) — факторы, которые могут потенциально ухудшить положение организации на рынке.

Для проведения анализа необходимо:

- Определить основное направление развития предприятия (его миссию)
- Взвесить силы и оценить рыночную ситуацию, чтобы понять, возможно ли двигаться в указанном направлении и каким образом это лучше сделать (SWOT-анализ);
- Поставить перед предприятием цели, учитывая его реальные возможности (определение стратегических целей предприятия)

Проведение SWOT-анализа сводится к заполнению матрицы SWOT-анализа. В соответствующие ячейки матрицы необходимо занести сильные и слабые стороны предприятия, а также рыночные возможности и угрозы.

Сильные стороны предприятия — то, в чем оно преуспело или какая-то особенность, предоставляющая дополнительные возможности: имеющемся опыте, доступе к уникальным ресурсам, наличии передовой технологии и современного оборудования, высокой квалификации персонала, высоком качестве выпускаемой продукции, известности торговой марки и т.п.

Слабые стороны предприятия — это отсутствие чего-то важного для функционирования предприятия или что-то, что пока не удается по

сравнению с другими компаниями и ставит предприятие в неблагоприятное положение: слишком узкий ассортимент выпускаемых товаров, плохую репутацию компании на рынке, недостаток финансирования, низкий уровень сервиса и т.п.

Рыночные возможности — это благоприятные обстоятельства, которые предприятие может использовать для получения преимущества: ухудшение позиций конкурентов, резкий рост спроса, появление новых технологий производства продукции, рост уровня доходов населения и т.п.

Рыночные угрозы — события, наступление которых может оказать неблагоприятное воздействие на предприятие: выход на рынок новых конкурентов, рост налогов, изменение вкусов покупателей, снижение рождаемости и т.п.

Заполняется таблица. Примеры в таблице помогут разобраться с составлением списка возможностей и угроз вашего предприятия.

Определение рыночных возможностей и угроз

Параметры оценки	Возможности	Угрозы
1. Конкуренция	Повысились барьеры входа на рынок: с этого года необходимо получать лицензию на занятие данным видом деятельности	В этом году ожидается выход на рынок крупной иностранной компании-конкурента
2. Сбыт	На рынке появилась новая розничная сеть, которая в данный момент выбирает поставщиков	С этого года наш крупнейший оптовый покупатель определяет поставщиков по результатам тендера
3. и т.д. ...		

Для сопоставления возможностей вашего предприятия условиям рынка применяется немного видоизмененная матрица SWOT-анализ

Матрица SWOT-анализа

	Возможности 1. Появление новой розничной сети 2. и т.д.	УГРОЗЫ 1. Появление крупного конкурента 2. и т.д.
Сильные стороны 1. Высокое качество продукции 2. 3. и т.д.	1. Как воспользоваться возможностями Попытаться войти в число поставщиков новой сети, сделав акцент на качестве нашей продукции	2. За счет чего можно снизить угрозы Удержать наших покупателей от перехода к конкуренту, проинформировав их о высоком качестве нашей продукции
Слабые	3. Что может помешать	4. Самые большие опасности

стороны 1.Высокая себестоимость продукции 2. 3. и т.д.	воспользоваться возможностями Новая сеть может отказаться от закупок нашей продукции, так как наши оптовые цены выше, чем у конкурентов	для фирмы Появившийся конкурент может предложить рынку продукцию, аналогичную нашей, по более низким ценам
---	--	--

Заполнив такую матрицу можно увидеть результат:

- определены основные направления развития предприятия
- сформулированы основные проблемы предприятия, подлежащие скорейшему решению для успешного развития бизнеса

Практическая работа №3

Разработка планов организации (предприятия) и структурного подразделения. Структурное планирование объемов работ и календарное планирование.

Проводится после изучения темы 3. Планирование структурного подразделения.

Цель:

-выработка навыков составления плана деятельности организации

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Задача.

ООО «Прайм-Тайм», в целях повышения конкурентоспособности, планирует повысить эффективность работы установив новое программное обеспечение и купив соответствующую оргтехнику. Требуется организовать работу по подготовке плана внедрения нового продукта и покупки оргтехники.

Исходные данные:

- ответственные лица: Котов В.С. - директор, Иванов И.А.- главный бухгалтер, Петров В.М. - инженер, Сомов В.К. – программист, Кузнецов А.В. – системный администратор.

- календарные сроки проведения: декабрь, 1 половина месяца, 2 половина месяца, 2 декабря.

- основные мероприятия: подготовка распоряжения, изыскание денежных средств, оформление договора поставки товаров, подключение и настройка оргтехники, установка программного обеспечения.

- результат.

Спланировать и организовать работу персонала отдела информатизации предприятия.

Образец
УТВЕЖДАЮ
Директор ООО «Прайм-Тайм»
_____ Котов В.С.
27.11.2021

План работы по повышению эффективности на декабрь 2019 года

№ п/п	Наименование мероприятий	Ответственные лица	Сроки исполнения	Результат
1.	Подготовка распоряжения о выделении денежных	Котов В.С.	2 декабря	распоряжение

	средств для повышения конкурентоспособности			
2.	Изыскание денежных средств и оформление договора поставки товаров	Котов В.С. Иванов И.А.	1 половина месяца	Сметы, договор
3.	Подключение и настройка оргтехники	Петров В.М.	В течение месяца	Акт
4.	Установка программного обеспечения	Сомов В.К.	2 половина месяца	Анализ работоспособности ПО

Задача 1.

Разработать План работы отдела информатизации Предприятия на март 2020 года:

Определив цели и задачи отдела информатизации.

1. Построить организационную структуру управления отдела информатизации, опираясь на пример и Положение об отделе информатизации, состоящего из 7 человек.

2. Определить виды профессиональной деятельности для каждого сотрудника отдела, проанализировав должностные инструкции

Задача 2.

Составить графики работы отдела информатизации предприятия на март 2020 года и его сотрудников:

1. В соответствии с производственным календарем на март 2020г. разработать план-график.

2. Составить график работы сотрудников отдела информатизации, учитывая, что один из сотрудников работает по шестидневной рабочей неделе, с целью производственной необходимости (выполнение подготовительных операций, связанных с осуществлением производственных процессов, ведение наблюдения за работой сети связи, ПК и ПО.

Примечание:

При разработке графика работы, определим время обеденного перерыва (регламентированные перерывы в работе):

По пятидневной рабочей неделе – 60 минут.

По шестидневной рабочей неделе – 40 минут.

Критерии оценивания работы коллектива (составление плана)

№ п/п	Наименование реквизита и его характеристики
1.	Общее оформление плана работы. План работы должен быть напечатан на обычном листе формата А4. Каждый лист документа, должен иметь поля не менее: 20 мм - левое; 10 мм - правое;

	<p>20 мм - верхнее; 20 мм - нижнее.</p> <p>Для оформления документов рекомендуется использовать размеры шрифтов N 12, 13, 14.</p> <p>Абзацный отступ текста документа - 1,25 см.</p> <p>Заголовки разделов и подразделов печатаются с абзацным отступом или центрируются по ширине текста.</p> <p>Многострочные реквизиты печатаются через один межстрочный интервал, составные части реквизитов отделяются дополнительным интервалом.</p> <p>Текст документа печатается через 1 - 1,5 межстрочных интервала.</p> <p>Интервал между словами - один пробел.</p> <p>Текст документа выравнивается по ширине листа (по границам левого и правого полей документа).</p>
2.	План оформляется в виде таблицы с использованием инструментов Microsoft Word, специального бланка не требуется.
3.	Обязательно оформление реквизита УТВЕРЖДАЮ (руководитель, ФИО, дата, подпись)
4.	Название документа оформляется посередине.
5.	Обязательно наличие следующих наименований для столбцов: №п/п, Наименование мероприятия, Ответственные лица, Срок исполнения
5.	Правильно заполненное содержание

Пример «Положение об отделе информатизации»

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ПАО «Предприятие»
« ____ » _____ 20__ г.

ПОЛОЖЕНИЕ ОБ ОТДЕЛЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

1. Общие положения

1.1. Отдел информатизации ПАО «Предприятие» (далее - Отдел) является структурным подразделением ПАО «Предприятие» (далее - Организация) и подчиняется непосредственно Руководителю Организации.

1.2. Работой Отдела руководит начальник отдела, назначаемый на должность и освобождаемый от должности приказом Руководителя Организации.

1.3. Структура отдела Штатное расписание отдела определяется в соответствии с действующими нормативными документами.

В организационно-штатную структуру отдела входят:

- начальник отдела;
- системный администратор;
- техник по компьютерным системам;
- техник по компьютерным сетям;
- техник – программист;
- техник по информационным системам;
- специалист по защите информации.

1.4. Деятельность Отдела осуществляется в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, Уставом Организации, приказами и указаниями Руководителя Организации, нормативными правовыми и локальными нормативными актами, действующими в Организации, а также настоящим Положением.

2. Цели и задачи Отдела:

2.1. Формирование и развитие единой технической политики в области применения информационных технологий, систем обработки данных, средств телекоммуникации и связи, а также обеспечения информационной безопасности Организации.

2.2. Создание системы автоматизации управленческой, производственной и учетной деятельности (далее – информационная система) Организации на основе современных технологических решений с применением передовых методов оптимизации бизнес-процессов.

2.3. Развитие информационной системы Организации согласно изменяющимся внутренним потребностям, внедрение технологических платформ новых поколений.

2.4. Приведение эксплуатируемых автоматизированных учетных систем Организации в соответствие происходящим изменениям действующего законодательства Российской Федерации.

3. Функции

3.1. Разработка внутреннего стандарта для обеспечения единого подхода к обработке и хранению информации, построению технической инфраструктуры, обслуживанию программных и технических средств информационной системы, обеспечения сохранности информации Организации.

3.2. Координация всего комплекса работ, связанных с созданием информационной системы Организации, разработка и внесение предложений относительно текущих и перспективных планов ее развития.

3.3. Анализ и прогнозирование потоков информации с целью их оптимизации, стандартизации и приспособления для эффективной обработки средствами вычислительной техники.

3.4. Выбор технологий и средств автоматизации деятельности и систем коммуникации Организации в рамках создания информационной системы.

3.5. Определение потребностей Организации в автоматизации тех или иных аспектов управленческой, производственной и учетной деятельности.

3.6. Определение фактической потребности в программном обеспечении, необходимости разработки заказного программного обеспечения с привлечением сторонних организаций, поиск исполнителей, контроль качества, объема и сроков выполнения работ, надзор за выполнением работ по внедрению.

3.7. Внедрение и последующее сопровождение программного обеспечения информационной системы Организации.

3.8. Определение фактической потребности в технических средствах информационной системы, их комплектации; выбор технологических решений и производителей вычислительной, электронной, офисной техники, оборудования связи и другого оборудования на основе вычислительных устройств, поиск поставщиков, контроль комплектности, объема и сроков поставки оборудования, надзор за выполнением пуско-наладочных работ.

3.9. Внедрение современных технологий передачи, представления, хранения и архивирования информации, построение сетей передачи данных, администрирование сетевого и серверного оборудования, персональных систем; администрирование баз данных.

3.10. Проведение мероприятий по организации и разграничению доступа к информации, разработка требований и инструкций по эксплуатации программного обеспечения и оборудования для обеспечения требуемого уровня безопасности.

3.11. Выполнение приказов, распоряжений по Организации, касающихся деятельности Отдела, соблюдение Положения об организации работ по охране труда и технике безопасности в Организации, в том числе и при нахождении работников управления в командировках.

4. Права

При осуществлении своей деятельности Отдел вправе:

4.1. Требовать от структурных подразделений Организации предоставления документов и данных, необходимых для осуществления Отделом возложенных на него функций.

4.2. Вносить предложения вышестоящему руководству по изменению существующего порядка обработки документов, данных, информации и перераспределения функциональных обязанностей в подразделениях Организации для обеспечения эффективного использования информационной системы.

4.3. Согласовывать договоры на закупку программного обеспечения, вычислительной, электронной, офисной техники, оборудования связи, договора на выполнение работ по разработке программного обеспечения, монтажу, обслуживанию, ремонту оборудования, кабельных систем.

4.4. Согласовывать проекты, технические задания на проектирование, разработку программного обеспечения и монтаж оборудования.

4.5. Согласовывать сметы затрат в части объема и состава выполняемых работ. Принимать работы и подписывать акты приемки работ на разработку программного обеспечения и монтаж оборудования.

4.6. Отдел осуществляет иные права в соответствии с приказами и иными нормативными актами Организации.

5. Ответственность

5.1. Всю полноту ответственности за качество и своевременность выполнения возложенных настоящим Положением на Отдел задач и функций несет начальник Отдела.

5.2. В случае утечки информации, составляющей коммерческую тайну, начальник Отдела и его сотрудники могут быть привлечены к дисциплинарной и материальной ответственности в соответствии с действующим законодательством.

5.3. Степень ответственности других работников Отдела устанавливается должностными инструкциями.

Практическая работа №4

Принятие управленческих решений в конкретных ситуациях.

Делегирование полномочий и организация контроля в конкретных ситуациях

Проводится после изучения темы 4. Руководство структурным подразделением

Цель: -выработать навыков эффективного принятия решений
-приобрести практические навыки в определении приоритетности дел, намеченных руководителем к исполнению и принятию решений по делегированию полномочий.

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Решить предложенные ситуации

Ситуация 1

Вы – начальник цеха. После реорганизации вам срочно необходимо перекомплектовать несколько участков и бригад согласно новому штатному расписанию. По какому пути вы пойдете? Какой стиль руководства используете в каждом случае?

- а) возьмусь за дело сам, изучу все списки и личные дела работников цеха, предложу свой проект на собрании;
- б) предложу решать этот вопрос отделу кадров;
- в) во избежании конфликтов предложу высказать свои пожелания всем заинтересованным лицам, создам комиссию по комплектованию новых бригад;
- г) сначала определяю, кто будет возглавлять бригады и участки, затем поручу этим людям подать предложения по составу бригад.

Ситуация 2

Вы-руководитель. Вы чувствуете, что намеченные на день дела Вы не успеете сделать вовремя. Кроме того, что уже выполнено, еще нужно

- провести совещание с руководителями подразделений,
- заказать билеты для предстоящей командировки,
- сделать заказ на поставку товаров
- и встретиться с рабочими по поводу внедрения в производство новых технологий.

Как Вы поступите в данной ситуации? Определите приоритетность дел и возможность их делегирования (конкретно кому по должностям)

Ситуация 3

Вы-руководитель среднего уровня. Ваш непосредственный начальник, минуя вас, дает срочное задание вашему подчиненному, который уже занят выполнением другого ответственного задания. Вы и ваш начальник считаете свои задания неотложными. Как Вы поступите в данной ситуации? Какой принцип делегирования нарушается?

Ситуация 4

Вы-исполнитель. Вы получили одновременно два срочных задания: от вашего непосредственного и вашего вышестоящего начальника. Времени для согласования сроков выполнения у вас нет, необходимо срочно начать работу. Как Вы поступите в данной ситуации? Какой принцип делегирования нарушается?

Ситуация 5

Оцените дела руководителя отдела сбыта по приоритетности (важности и срочности) и возможности делегирования (указать кому). Заполнить таблицу. Выявить возможные «поглотители времени», ответ пояснить.

Перечень дел в течение дня	Группа приоритетности дел	Возможности делегирования
Подготовка и передача документов в архив		
Проведение совещания по вопросам повышения эффективности сбытовой деятельности		
Изучение нормативных документов		
Подготовка проекта приказа по премированию сотрудников		
Собеседование с кандидатом на вакантное место ведущего инженера		
Подготовить отчет о выполнении плана сбыта за полугодие		
Заказать билеты на самолет для срочной командировки		

Практическая работа №5

Выбор и использование различных управленческих стилей в рамках решения конкретных задач.

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель:

- выявление особенностей стилей руководителя,
- выработка эффективного стиля управления

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Предлагается тест для оценки Вашего личного стиля делового общения.

Тест «Самооценка делового общения».

Выберите утверждение, которое в наибольшей степени соответствует вашему поведению. При этом будьте, пожалуйста, внимательны: при ответах ни одна пара не должна быть пропущена, нельзя также выбирать оба утверждения. Старайтесь отвечать спонтанно. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным [19, с.183].

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в организованных встречах.
8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.
9. Я против откладывания и проволочек.
10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены, прежде чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать новые цели, планы и т. п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно я стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что могу хорошо понимать поведение и мысли других.

20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив(а) к нуждам других.
23. Хорошее планирование – ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым(ой), если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа вариантов.
31. Я люблю одновременно работать над разными проектами.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Я полагаю, что руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я могу оценивать климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдении и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного, организовывать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими делами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Считаю, что факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.
56. Я глубоко уверен(а) в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.
57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.
58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же (такой же), как другие.
60. Я не могу быстро прибавить два к одному.
61. Я применяю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен (импульсивна).
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Я люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа с другими являются творческим процессом.

72. Самоактуализация является для меня крайне важной.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверена в себе.

Ключ к тестовому заданию «Самооценка делового общения».

В шкалах, приведенных ниже, обведите те номера, на которые Вы ответили положительно, и подсчитайте количество набранных Вами баллов по каждому из четырех стилей (один положительный ответ равен одному баллу). Максимальное количество баллов по каждому стилю может быть 20. Если Вы получили по тому или иному стилю более 20 баллов, значит, Вы где-то ошиблись в подсчетах. Всего же у Вас сумма баллов по четырем стилям должна быть равна 40.

Стиль 1 – 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.

Стиль 2 – 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.

Стиль 3 – 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.

Стиль 4 – 4, 5, 12, 16, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

Описание стилей:

Стиль 1 – основное внимание уделяется действиям (ориентация на действия). Для людей, использующих этот стиль, характерно обсуждение результатов; конкретных вопросов; поведения; продуктивности; эффективности; продвижения вперед; ответственности; подтверждений; опыта; препятствий; достижений; изменений; решений. Эти люди прагматичны; прямолинейны; часто взволнованы; решительны; быстры (переключаются с одного вопроса на другой); энергичны (что порой составляет проблему для партнера).

Стиль 2 – основное внимание уделяется процессу (ориентация на процесс). Для людей, использующих этот стиль, характерно обсуждение фактов; процедурных вопросов; планирования; проверки; апробирования; анализа; наблюдений; доказательств; деталей. Эти люди ориентированы на систематичность; последовательность; причинно-следственные связи; честны; многословны; мало эмоциональны; тщательны; методичны.

Стиль 3 – основное внимание уделяется человеческим взаимоотношениям, проблемам (ориентация на людей). Для людей, использующих этот стиль, характерно обсуждение людей в целом; человеческих нужд; человеческих мотивов; работы в команде; проблем общения; чувств; «духа работы в команде»; понимания; саморазвития; восприимчивости; осознанности; сотрудничества; убеждений; ценностей; ожиданий; отношений. Эти люди спонтанны; сопереживающие; психологически ориентированны; эмоциональны; восприимчивы; чувствительны.

Стиль 4 – основное внимание уделяется человеческим взаимоотношениям, проблемам людей (ориентация на людей). Для людей, использующих этот стиль, характерно обсуждение концепций; нововведений; творческого подхода; возможностей; вероятностей; больших планов; различных вопросов; новшеств в данной области; взаимозависимости; новых путей; новых методов; улучшений; проблем.

Задание 1

Вы-руководитель. Вам представлена возможность выбрать себе заместителя. Имеется несколько кандидатур. Претенденты отличаются следующими качествами. Определить стиль руководства каждого кандидата. Ответ обосновать.

1. Первый кандидат стремится, прежде всего, к тому, чтобы наладить доброжелательные товарищеские отношения в коллективе, создать на работе атмосферу взаимного доверия и дружеского расположения, предпочитает избегать конфликтов, что не всеми понимается правильно.
2. Второй претендент часто предпочитает в интересах дела идти на обострение отношений, «невзирая на лица», отличается повышенным чувством ответственности за порученное дело.
3. Третий предпочитает работать строго по правилам, всегда аккуратен в выполнении своих должностных обязанностей, требователен к подчиненным.
4. Четвертый кандидат отличается напористостью, личной заинтересованностью в работе, сосредоточен на достижении своих результатов, всегда стремится довести дело до конца, не придает большого значения возможным осложнениям во взаимоотношениях с подчиненными.

Задание 2

Определить стиль руководства каждого руководителя. Какой из предложенных вариантов Вы считаете предпочтительным в руководстве? Обоснуйте свою позицию.

1. Руководитель принимает решение и сообщает результат подчиненным, если это необходимо.
2. Руководитель принимает решение и сообщает, почему он его принял
3. Руководитель принимает решение, но при этом интересуется мнением подчиненных, приветствует их вопросы, получая, таким образом, возможность проверить решение и в случае необходимости внести изменения.
4. Руководитель принимает решение и представляет его группе на доработку.
5. Руководитель излагает суть проблемы, спрашивает, какие будут предложения и, выслушав их, принимает решения.
6. Руководитель излагает проблему и просит группу принять решение, оставляя за собой право выбора и утверждение варианта.
7. Руководитель излагает проблему и принимает решение группы.

Задание 3

Вы-руководитель. Вам представлена возможность выбрать себе заместителя. Имеется несколько кандидатур. Претенденты отличаются следующими качествами. Определить стиль руководства каждого кандидата. Ответ обосновать.

1. Первый быстро соглашается с мнением или распоряжением начальника, стремится четко, безоговорочно и в установленные сроки выполнять все его задания
2. Второй может быстро соглашаться с мнением начальника, заинтересованно и ответственно выполнять все его распоряжения и задания, но только в том случае, если начальник авторитетен для него.
3. Третий обладает богатым профессиональным опытом и знаниями, хороший специалист, умный организатор, но бывает неуживчив, труден в контакте.
4. Четвертый очень опытный и грамотный специалист, но всегда стремится к самостоятельности и независимости в работе, не любит, когда ему мешают.

Практическая работа №6

Проведение деловых бесед, совещаний, выступлений.

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель: -

проанализировать преимущества и недостатки различных форм делового общения

-выработать навыки подготовки и проведения совещаний, бесед, выступлений.

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Решите предложенные ситуации.

Ситуация 1.

По роду деятельности Вам часто приходится беседовать по телефону. На это уходит очень много служебного времени. Вы решили передать функцию ответов на деловые звонки своему помощнику. При этом существует опасность того, что помощник недостаточно опытен в том, чтобы различить важную и второстепенную информацию. Как следует поступить?

Ситуация 2.

Вы часто замечаете, что, хотя Вы всегда настроены слушать собеседника внимательно, иногда смысл того, что хочет сказать Ваш партнер, ускользает от Вас, и Вы понимаете его слова совсем в другом контексте. Из-за этого в последнее время Вы допустили некоторые ошибки в работе. Как Вы думаете, в чем может заключаться причина этого и что Вам нужно предпринять?

Ситуация 3.

Вы в течение рабочей недели неоднократно пытались дозвониться до директора одной фирмы, но его не было на месте, а его секретарь, очевидно, неаккуратно информировала его о поступающих звонках. Как Вы построите беседу с ней в следующий раз?

Ситуация 4.

Вы – руководитель фирмы, и Вам часто приходится работать с информацией. Бессистемное чтение означает потерю времени, а рациональное чтение позволяет лучше справиться с потоком информации. Исходя из существующих в персональном менеджменте правил, разработайте рекомендации по работе над текстом.

Ситуация 5.

На переговорах вместо того, чтобы выдвигать конкретные предложения, оппонент ссылается на Ваши прежние промахи, имевшие место несколько месяцев назад. Как Вы поступите в этом случае?

Ситуация 3.

Вы установили контакт с японской фирмой, с которой хотите заключить договор. Вас приглашают в Японию, встречают как самого дорогого гостя, предлагают обширную программу развлечений с обедом в дорогом ресторане, а когда дело доходит до переговоров, японцы просят подождать пару дней. И потом довольно продолжительное время сообщают Вам о периодически возникающих затруднениях. Как Вы поступите в этой ситуации?

Ситуация 6.

«Расшифруйте» позы и жесты Вашего партнера:

- расстегнут пиджак;
- руки скрещены на груди, кулаки сжаты;
- сидит на краешке стула, склонившись вперед, голова слегка наклонена и опирается на руку;
- голова слегка наклонена набок;
- медленно снимает очки, тщательно протирает стекла;
- прикрывает рот рукой во время своего высказывания;
- прикрывает рот во время слушания;
- старается не смотреть на Вас.

Дайте им подробную характеристику.

Ситуация 7.

Вы – менеджер фирмы и Вам предстоят переговоры, очень важные для Вас, с представителем другой фирмы по поводу заключения договора. В начале беседы Вы видите, что Ваш партнер настроен благожелательно и поэтому эмоционально «расписываете» ему все преимущества Вашего с ним сотрудничества, сопровождая Вашу речь энергичными жестами. Но затем Вы замечаете, что Ваш партнер принимает «закрытую» позу – скрещивает руки на груди и, высказывая свое мнение по данному вопросу, избегает смотреть Вам в глаза. Ваши действия?

Практическая работа №7

Деловое общение, его характеристика, виды.

Методы управленческого воздействия на подчиненных. Принципы делового общения в коллективе

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель:

-выработка навыков эффективного общения и воздействия руководителя на подчиненных

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Выполнить тест.

Тест «Ваш уровень общительности».

Этот тест поможет взглянуть на себя «со стороны», узнать, достаточно ли Вы коммуникабельны, корректны в отношениях со своими коллегами, сотрудниками, членами семьи [13, с.383].

На каждый из вопросов отвечайте быстро и однозначно: «да», «нет», «иногда».

1. Вам предстоит ординарная или деловая встреча. Выбывает ли Вас ее ожидание из колеи?
2. Вызывает ли смятение или неудовольствие поручение выступить с докладом, сообщением, информацией на каком-либо совещании, собрании?
3. Не откладываете ли Вы визит к врачу до последнего момента?
4. Вам предлагают поехать в командировку в город, где никогда не бывали. Приложите ли Вы максимум усилий, чтобы избежать этой командировки?
5. Любите ли Вы делиться своими переживаниями с кем бы то ни было?
6. Раздражаетесь ли, если незнакомый человек на улице обратится к Вам с просьбой (показать дорогу, назвать время, ответить на вопрос)?
7. Верите ли, что существует проблема «отцов и детей» и что людям разных поколений трудно понимать друг друга?
8. Постесняетесь ли Вы напомнить знакомому, что он забыл вернуть Вам деньги, которые занял несколько месяцев назад?
9. В кафе или столовой Вам подали явно недоброкачественное блюдо. Промолчите ли Вы, лишь рассержено отодвинув тарелку?
10. Оказавшись один на один с незнакомым человеком, Вы не вступите с ним в беседу и будете тяготиться, если первым заговорит он?
11. Вас приводит в ужас любая длинная очередь. Предпочитаете ли Вы отказаться от своего намерения или встанете в хвост и будете томиться в ожидании?
12. Бойтесь ли участвовать в какой-либо комиссии по рассмотрению конфликтных ситуаций?

13. У Вас есть собственные сугубо индивидуальные критерии оценки произведений литературы, живописи, культуры и никаких чужих мнений на этот счет не приемлете?
14. Услышав где-либо в кулуарах высказывание явно ошибочной точки зрения по хорошо известному Вам вопросу, предпочитаете ли промолчать и не вступать в спор?
15. Вызывает ли у Вас досаду чья-либо просьба разобраться в том или ином служебном вопросе или учебной теме?
16. Охотнее ли Вы излагаете свою точку зрения (мнение, оценку) в письменной форме, чем в устной?

Ключ к тестовому заданию «Ваш уровень общительности».

Оценка результатов: «да» – 2 очка, «иногда» – 1 очко, «нет» – 0 очков. Полученные баллы просуммируйте и по классификатору определите, к какой категории относитесь.

От 30 до 32 баллов – Вы явно некоммуникабельны, и это ваша беда, так как от этого страдаете не только Вы сами, но и близкие Вам люди. Старайтесь быть общительней, контролируйте себя.

От 25 до 29 баллов – Вы замкнуты, неразговорчивы, предпочитаете одиночество, новая работа и необходимость новых контактов выводят Вас из равновесия. Вы знаете эту особенность Вашего характера и бываете недовольны собой, поэтому в Вашей власти переломить особенности характера.

От 19 до 24 баллов – Вы в известной степени общительны и в незнакомой обстановке чувствуете себя вполне уверенно. Однако с новыми людьми сходитесь с оглядкой, в спорах и диспутах участвуете неохотно.

От 14 до 18 баллов – у Вас нормальная коммуникабельность. Вы любознательны, охотно слушаете собеседника, достаточно терпеливы в общении с другими, отстаиваете спокойно свою точку зрения, в тоже время не любите шумных компаний, а многословие вызывает у Вас раздражение.

От 9 до 13 баллов – вы весьма общительны, любопытны, разговорчивы, любите высказываться по различным вопросам, охотно знакомитесь с новыми людьми, бываете в центре внимания, никому не отказываете в просьбах, хотя не всегда можете их выполнить. Чего вам не хватает, так это усидчивости, терпения и отваги при столкновении с серьезными проблемами. При желании это легко исправить.

От 4 до 8 баллов – общительность бьет у Вас ключом, Вы всегда в курсе всех дел, охотно принимаете участие во всех дискуссиях, охотно берете слово, по любому поводу принимаетесь за любое дело, хотя не всегда можете успешно довести его до конца. По этой причине коллеги и руководители относятся к Вам с некоторой опаской и сомнениями.

От 3 баллов и менее – Ваша коммуникабельность носит болезненный характер. Вы говорливы, вмешиваетесь в дела, которые не имеют к Вам никакого отношения, вольно или невольно часто бываете причиной разного рода конфликтов. Вспыльчивы, обидчивы, необъективны. Людям на работе и дома трудно с вами. Подумайте над этим

Ситуация 1.

На беседу к Вам пришел подчиненный, которому Вы поручили контролировать исполнение важного решения. Он утверждает, что не успевает одновременно со своей текущей работой следить за деятельностью других людей, и требует, чтобы за эту дополнительную работу ему выплатили премию. Вы твердо знаете, что основная деятельность данного сотрудника занимает у него менее половины всего рабочего времени. Вы:

А) соглашаетесь с его доводами и выплачиваете премию;

Б) даете ему в помощники еще несколько человек и делите премию между ними;

В) отказываете ему в его требовании, приводя в качестве аргумента то, что премии он не заслужил;

Г) поручаете его работу другому сотруднику.

Выберите наиболее подходящее из приведенных решений или предложите свое.

Ситуация 2.

Вы возложили на своего подчиненного, бригадира ремонтной организации, ответственность за обучение молодых работников. Для этого Вы предоставили ему определенные права. Некоторое время спустя, проходя мимо, Вы невольно становитесь свидетелем того, как он занимается с новичком, и обнаруживаете, что делает он это совершенно неправильно. Как Вы поступите?

Ситуация 3.

Вы поручаете выполнение задания своему подчиненному, зная, что только он в состоянии хорошо его выполнить. Но вдруг Вы узнаете, что тот перепоручил задание другому лицу, и в результате задание к сроку не было выполнено. Вы вызываете к себе в кабинет обоих и говорите: ...

Ситуация 4.

Вы отдали распоряжение, касающееся решения проблемы. Ваш подчиненный не выполнил этого распоряжения, но решил проблему, используя другие средства. Вы понимаете, что его решение лучше Вашего.

Как следует поступить в этой ситуации?

Ситуация 5.

Ваш непосредственный начальник, минуя Вас, дает срочное задание Вашему подчиненному, который уже занят выполнением Вашего ответственного задания. Вы и Ваш начальник считаете свои задания неотложными.

Выберите наиболее приемлемый для Вас вариант решения:

А) не оспаривая задание начальника, буду строго придерживаться должностной субординации, предложу подчиненному отложить выполнение текущей работы;

Б) все зависит от того, насколько для меня авторитетен начальник;

В) выражу подчиненному свое несогласие с заданием начальника, предупрежу его, что впредь в подобных ситуациях буду отменять задания, поручаемые ему без согласия со мной;

Г) в интересах дела предложу подчиненному выполнить начатую работу.

Ситуация 6.

Директор одной крупной фирмы делегировал подчиненному свои функции, которые заключались в следующем: подчиненный должен был пойти на важную встречу с заказчиком и заключить очень важный договор. Директор был уверен в компетентности этого работника и его способностях, но

внезапно директор узнает о том, что подчиненный переусердствовал и все испортил. Директор вызывает его и говорит: ...

Ситуация 7.

Вы – руководитель, который довольно успешно применяет приемы делегирования. Один из Ваших подчиненных все делает сам, никому ничего не доверяет, а поэтому часто задерживается на работе, сильно устает. Вы приглашаете его на беседу, где подробно и убедительно рассказываете ему о делегировании и просите попробовать этот метод, мотивируя это своими высокими показателями в работе и отличным качеством. Через месяц проходит производственное совещание, где обсуждаются результаты работы, и оказывается, что на участке этого подчиненного самые низкие результаты, хотя раньше было наоборот. Директор высказывает недовольство по этому поводу, на что подчиненный отвечает: «Вы же сами мне так посоветовали». Вы говорите: .

Практическая работа №8

Конфликты в коллективе: их виды, причины, последствия.

Управление конфликтными ситуациями, стрессами и рисками.

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель: -выработка навыков эффективного управления конфликтами и стрессами в организации

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Деятельность менеджера связана с постоянными стрессами, напряжениями, и отсутствие заботы о своем психическом состоянии может негативно сказаться на здоровье и творческих возможностях.

Тест «Умение преодолевать стрессовые ситуации».

Это тестирование поможет Вам самостоятельно выявить факторы стресса и самостоятельно их преодолеть. Предлагаемая таблица основывается на научных данных и выгодно отличается тем, что определяет влияние факторов риска не одномоментно, а на протяжении недельного цикла, что позволяет составить представление о правильности образа жизни. Таблица заполняется ежедневно в течение недели по вечерам. Необходимо поставить галочку против тех пунктов, где приходится давать утвердительный ответ. Каждая галочка дает одно очко. В конце недели итоги суммируются. Ключ к тестовому заданию «Умение преодолевать стрессовые ситуации».

Фактор риска	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс
1. Сон недостаточный или плохой							
2. Испорченное настроение по дороге на работу или домой							
3. Испорченное настроение на работе							
4. Неприятная работа							
5. Чрезмерный шум							
6. Более 3 чашек крепкого кофе в день							
7. Выкурено более 10 сигарет в день							
8. Слишком много выпито спиртного							
9. Слишком мало физической активности							
10. Слишком много съедено							
11. Слишком много сладостей							
12. Личные проблемы							
13. Сверхурочная работа							
14. Испорченное настроение дома							
15. Сомнения в качестве своей работы							
16. Головная боль							
17. Сердечная недостаточность							
18. Боли в желудке							

От 20 баллов и менее – положение нормальное. На всякий случай проверьте себя в течение еще одной недели, так как Ваше субъективное восприятие «слишком много» или «слишком мало» может оказаться несамокритичным.

От 21 до 40 баллов – пока ситуация не слишком тревожная, но уже необходимо обратить внимание на пункты, давшие баллы. В скором времени они могут перерасти в серьезную угрозу.

От 41 до 60 баллов – угроза налицо. Если в самое ближайшее время Вы не предпримете решительных шагов к изменению своего образа жизни, то Вас ожидают, к сожалению, крупные неприятности.

От 60 баллов и более – Ваше здоровье в серьезнейшей опасности. Необходимо пункт за пунктом проанализировать заполненную Вами таблицу и постараться немедленно заняться своим здоровьем.

Ситуация 1.

Работники отдела сбыта и отдела рекламы не могут прийти к единому мнению по вопросу, требующему совместных усилий. Они приходят к руководителю и описывают ему сложившуюся ситуацию. Начинается длиннейшая дискуссия с убедительными аргументами с обеих сторон. Скоро все участники беседы понимают, что конечной ее целью является не выработка оптимального решения, а отстаивание собственной точки зрения. Как в данной ситуации поступить руководителю, чтобы принять правильное решение?

Ситуация 2.

Вы, будучи начальником отдела сбыта, самостоятельно, без ведома Вашего руководителя и без совещания с Вашими коллегами, дали распоряжение об

отгрузке Вашей продукции совершенно новому потребителю, так как Вам была предложена выгодная цена за продукцию. Но Ваш новый партнер оказался «фирмой-невидимкой», и Вы не получили оплаты за продукцию. Ваш руководитель в гневе, так как компания понесла огромный ущерб. В чем Ваша ошибка и как Вы построите свое объяснение с руководителем?

Ситуация 3.

Вы – руководитель предприятия. Вам необходимо уехать в длительную командировку. Вместо Вас остаются два заместителя. Первый хорошо работает в команде, но уклоняется от достижения цели, другой всегда добивается поставленной цели, но имеет трудности с делегированием полномочий. Между ними существует конфликт. Кого из них следует назначить старшим?

Ситуация 4.

Вы поручаете важное задание компетентному, по Вашему мнению, сотруднику. Но вдруг Вы узнаете о человеке, который более компетентен в этом вопросе и может выполнить данное задание намного лучше. Как Вы поступите в этой ситуации?

Практическая работа №9

Личная эффективность руководителя.

Личный вклад руководителя в эффективность подразделения

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель:

-выработка навыков эффективного управления подразделением

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Производство – это прежде всего люди. Как научиться понимать тех, с кем постоянно находишься бок о бок? Как подобрать верный ключик к психологическим загадкам, с которыми постоянно сталкиваешься в работе с людьми? Психологический анализ – дело непростое, и здесь первое правило: сначала познай себя. Этой цели и служит предлагаемый тест. Он выполнен в трех вариантах.

- *Первый вариант* – для директоров и их заместителей.
- *Второй вариант* – для руководителей отделов, начальников цехов и других руководителей такого же уровня.
- *Третий вариант* – для руководителей первой линии и ведущих специалистов, например, старшего инженера, ведущего конструктора и т. д.

Методика «Знаете ли вы себя и свое рабочее место?»

Инструкция к тесту

Процедура тестирования заключается в следующем. Прочтите вопрос и предлагаемые ответы на него. На листе бумаги запишите номер вопроса (римской цифрой) и соответствующий вашему мнению ответ (арабской цифрой). Ответив на все 14 вопросов вашего варианта, оцените результаты согласно таблице и интерпретатору, помещенным в конце методики.

Тестовый материал

Вариант первый: Для директоров и их заместителей

1. Что творится на предприятии, когда вы отправляетесь в длительную служебную командировку:
 1. Каждый делает что хочет?
 2. Через месяц начинает падать производительность?
 3. Дела идут нормально, но угроза «сбоя» висит в воздухе?
2. Считаете ли вы своих заместителей:
 1. Ближайшими сотрудниками, которые вместе с вами управляют этим «кораблем»?
 2. Не вредными, а порой и полезными сотрудниками?
 3. Тайными соперниками, с которыми надо постоянно бороться?

3. Что вы ощущаете, принимая срочные задания министерства:
 1. Ожидаете объективных трудностей?
 2. Готовы справляться с любыми трудностями?
 3. Уверены, что нет такой ситуации, из которой не было бы выхода?
4. Что вы считаете основой вашей руководящей деятельности:
 1. Оперативное решение возникающих проблем?
 2. Концептуальный подход к управлению?
 3. Координацию плановых заданий и оперативное решение возникающих при их выполнении проблем?
5. Зачем вы собираете различные совещания:
 1. Чтобы найти альтернативные пути решения проблем предприятия?
 2. Чтобы довести до сведения подчиненных свои взгляды?
 3. Чтобы не нарушать давнюю традицию периодической «накачки» подчиненных?
6. Кому, по вашему мнению, должно принадлежать право вознаграждения подчиненных:
 1. Каждому руководителю подразделения?
 2. Лишь некоторым нижестоящим руководителям?
 3. Должно быть только вашей прерогативой?
7. Где расположен ваш личный секретариат:
 1. Там, где нашлось место?
 2. Рядом с вашим кабинетом?
 3. На том же этаже, где и секретариаты ваших заместителей?
8. Какую площадь занимает ваш секретариат?
 1. Более 25 кв.м?
 2. Менее 15 кв.м?
 3. Около 25 кв.м?
9. Чему вы отдавали предпочтение, обставляя свой кабинет:
 1. Книгам?
 2. Цветам?
 3. Телевизору?
10. Как долго продолжаются обычно ваши совещания:
 1. Не более двух часов?
 2. Не более полутора часов?
 3. Не более часа?
11. Хорошо ли вы знаете руководителей предприятий-поставщиков и предприятий-заказчиков:
 1. Весьма поверхностно?
 2. Хорошо?
 3. Лишь по переписке?
12. От чего, по-вашему, зависят отношения между вашим предприятием и заказчиками:
 1. От инициативной политики сбыта и качества вашей продукции?
 2. От требований инструкций, принятых много лет назад?
 3. От методов планирования?
13. Чего вы ожидаете от зарубежной командировки:
 1. Получения информации и установления полезных служебных контактов?
 2. Возможности пропагандировать продукцию предприятия?
 3. Информации о другой стране и ее рынке?
14. Считаете ли вы рекламу продукции вашего предприятия:
 1. Незбежным, хотя и дорогим делом?
 2. Тем, на чем нельзя экономить?
 3. Неотъемлемой частью деятельности предприятия?

Вариант второй: Для руководителей отделов, начальников цехов и других руководителей такого же уровня

1. Вы опасаетесь, что ваше подразделение без вас:
 1. Не обойдется и дня?
 2. Может спокойно обойтись – все дела пойдут своим чередом?
 3. Может обойтись некоторое время?
2. Ваше сотрудничество и контакты с другими подразделениями предприятия:

1. Удовлетворительны?
 2. Единичны?
 3. Недостаточны?
3. Считаете ли вы, что некоторые подразделения и цеха на вашем предприятии надо:
1. Ликвидировать?
 2. Оставить в покое?
 3. Привести количество занятых там работников в соответствие с важностью решаемых задач?
4. Что вы думаете о руководителях своего предприятия:
1. Они полностью удовлетворены своей работой?
 2. Работают производительно?
 3. Делают все, что могут?
5. Как вы относитесь к обеспечению подчиненных полной информацией:
1. Считаете это необходимой предпосылкой хорошей работы своего подразделения или цеха?
 2. Способом перекладывания на них своей работы?
 3. Излишним делом?
6. Что вы делаете, когда нужно материально поощрить подчиненных:
1. Решаете вопрос самостоятельно?
 2. Консультируетесь с вышестоящим начальством?
 3. Практически не имеете такой возможности?
7. Если вам удалось получить еще одну комнату, как вы ее используете:
1. Для размещения своих сотрудников?
 2. Устройство нового кабинета для себя и своей секретарши?
 3. Благоустройство комфортабельного кабинета лично для себя?
8. Как вы поставите свой письменный стол:
1. Чтобы свет падал на него спереди?
 2. Чтобы вы выглядели как можно внушительнее?
 3. Чтобы свет падал слева?
9. Как вы относитесь к дыму во время совещаний в вашей комнате:
1. Запрещаете курить?
 2. Делаете перерыв для курильщиков?
 3. Не видите из-за дыма друг друга?
10. Каково ваше мнение об оснащении своих подчиненных средствами оргтехники:
1. Считаете это второстепенным?
 2. Допускаете, что они вполне могут одалживать приборы друг у друга?
 3. Придаете важное значение этой «мелочи»?
11. Каково ваше мнение о поставщиках?
1. Безразлично, кто поставщик, были бы поставки в срок?
 2. Вы готовы помогать поставщикам в совершенствовании продукции?
 3. Вы изучаете результаты применения этой продукции в ваших изделиях?
12. Считаете ли вы, что продукция:
1. Прекрасно расходуется сама?
 2. Может быть успешно реализована при минимальных усилиях сбытовиков?
 3. Нуждается в рекламе?
13. Каково ваше отношение к профессиональным семинарам и конференциям:
1. Видите в них прекрасную возможность завязать новые контакты?
 2. Помогают узнать новости из вашей области деятельности?
 3. Считаете их потерей времени?
14. Что, по вашему мнению, имеет наибольшее значение для укрепления доброго имени вашего предприятия:
1. Хорошие служебные и человеческие отношения в коллективе?
 2. Четкая работа отдела пропаганды и рекламы?
 3. Высокое качество продукции?

Вариант третий: Для руководителей первой линии и ведущих специалистов, например, старшего инженера, ведущего конструктора и т. д.

1. Считаете ли вы, что ваша должность и, соответственно, работа для предприятия:

1. Необходима?
 2. Бесплезна?
 3. Полезна, но не необходима?
2. Как вы оцениваете служебную квалификацию своих сотрудников:
 1. Очень высокая?
 2. Поверхностная?
 3. Крайне низкая?
 3. Считаете ли вы, что ваши сотрудники:
 1. Только делают вид, что работают?
 2. Работают так же хорошо, как вы?
 3. Работают больше вас?
 4. Чего вы ожидаете от своего непосредственного руководителя:
 1. Что он поможет вам лучше выполнять свою работу?
 2. Больше внимания к координации работ в вашем подразделении?
 3. Что сможете кое-чему научиться у него?
 5. Как вы представляете задачи подразделения, в котором работаете?
 1. Изучение текущих и перспективных задач вашей организации?
 2. Выполнение работ сходного характера?
 3. Ваши функции сводятся лишь к выполнению круга прямых обязанностей и вас не волнуют общие задачи подразделения?
 6. Когда вы обычно получаете вознаграждение за сверхурочную работу:
 1. В ближайшую зарплату?
 2. В течение двух месяцев?
 3. Еще позже?
 7. Комната, в которой вы работаете, предназначена для:
 1. Четырех и более человек?
 2. Двух-четырех человек?
 3. Одного-двух человек?
 8. Как освещается ваше рабочее место:
 1. Лампами дневного света и светом из окон?
 2. Только светом из окон?
 3. Только лампами дневного света?
 9. Что в основном вызывает шум в вашем кабинете:
 1. Постоянные разговоры сотрудников?
 2. Громкие руководящие указания начальника?
 3. Шум пишущих машинок и звонки телефонов?
 10. На сколько человек приходится у вас один телефонный аппарат:
 1. На четырех и более?
 2. На двух-четырех?
 3. На каждого работника?
 11. Что вы знаете о главных поставщиках вашего предприятия:
 1. Только название организации?
 2. Характер производства?
 3. Даже фамилию директора и имя самой красивой секретарши?
 12. Что вы знаете о судьбе продукции вашего предприятия:
 1. Она используется другими предприятиями как полуфабрикат?
 2. Вам известны ее основные параметры и значения для заказчиков?
 3. Судьба продукции вас вообще не интересует?
 13. Как организовано на вашем предприятии информационное обслуживание:
 1. Каждый сотрудник должен и может получить для своей работы всю необходимую информацию?
 2. Вашему начальнику все равно, где и как вы ее добываете?
 3. Руководители вашего предприятия считают сбор информации пустой тратой времени.
 14. Каково ваше мнение о рекламе продукции вашего предприятия:
 1. Вам безразличны эти вопросы?
 2. Вы считаете это ненужным делом?

3. Вы всегда рассказываете, на каком предприятии вы работаете?

Обработка и интерпретация результатов теста

Против номера вопроса в соответствующем варианте находится тот ответ, который вы подчеркнули. Определите его оценку в баллах. Просуммировав баллы, вы узнаете, к какой из четырех категорий относится ваше предприятие и правильно ли вы его оценили.

Баллы	Вопросы													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	3	1	2	2	1	1	3	3	1	3	2	2	1	3
2	1	2	3	3	2	2	2	1	2	2	3	1	2	2
1	2	3	1	1	3	3	1	2	3	1	1	3	3	1

Менее 20 баллов. Ситуация на предприятии неблагоприятная. Необходимы существенные перемены даже в самой концепции управления производством.

21-28 баллов. Предприятие постоянно лихорадит. Время работает против руководителя.

Необходимо ускорить анализ сложившегося положения и разработать новую концепцию системы управления и развития предприятия.

29-37 баллов. Предприятие находится на хорошем счету. Но все же нельзя забывать о том, что для стабильного успеха нужно постоянно совершенствовать методы руководства и деятельность подчиненных. Почивать на лаврах опасно – это может привести к ухудшению ситуации и в данном подразделении, и на предприятии в целом.

38 и более баллов. Свидетельствуют о том, что предприятие весьма стабильно, слаженно и хорошо управляется. Но это вовсе не означает, что уже нельзя ничего улучшить. Необходимо время от времени консультироваться у экспертов по организации производства, чтобы сохранить достигнутый высокий уровень.

Решить предложенные ситуации

Ситуация 1.

Вы ведете отбор кандидатов на вакантную должность в Вашу фирму. При разговоре с некоторыми из них Вы выясняете, что они не имеют своей целью получение работы в Вашей фирме. Каких кандидатов Вы отберете для работы: тех, кто стремится к работе именно в Вашей фирме, или будете руководствоваться какими-либо другими критериями?

Ситуация 2.

Новый работник Вашего отдела постоянно говорит о том, что он выполняет задание, порученное ему, намного лучше и быстрее своего коллеги, с которым совместно работает. Но на деле оказывается, что это не так. Вы приглашаете его на беседу и говорите: ...

Ситуация 3.

Вы находитесь в поиске работы. На очередном конкурсном отборе Вам предлагают заполнить анкету. В графы «Ф.И.О.», «Пол», «Профессия» Вы вписываете свои данные автоматически, а вот над графой «Цель» Ваша

авторучка «замерла». Сформулируйте цель так, чтобы Вы прошли отбор и заинтересовали работодателя.

Ситуация 4.

Для получения более точной картины о рынке труда Вы обзваниваете ряд фирм Вашего города. Вы звоните на фирму, опубликовавшую объявление о потребности в кадрах или конкурсном отборе кандидатов. Вам необходимо получить нужные сведения о фирме, но секретарь не дает Вам полную информацию о фирме, а больше интересуется Вашими профессиональными и личными характеристиками. Вы говорите: ...

Ситуация 5.

Только что открылась новая вакансия. Она кажется Вам очень заманчивой, хотя у Вас нет опыта в такого рода деятельности. Но так как Вы хорошо себя зарекомендовали, друзья убеждают Вас решиться на это. Вам кажется, что способности позволяют Вам занять эту должность, даже с недостаточным опытом. Как Вы поступите?

Ситуация 6.

Вам предлагают повышение. Новая должность выше оплачивается и весьма престижна. Но Вы не знаете, будет ли эта работа доставлять Вам удовлетворение, более того, предполагаете, что не будет. Как Вы поступите?

Практическая работа №10

Самооценка и карьерный рост. Использование внутренних ресурсов руководителя как способ повышения профессиональной компетентности

Проводится после изучения темы 6. Роль руководителя в создании работоспособного коллектива

Цель:

-изучение своих организационных навыков как руководителя,
-выработка навыков планирования и организации личной работы и самооценки

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить тесты и предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Модель управленческих компетенций руководителя состоит из четырех блоков:

1. Компетенции, связанные с коммуникациями: формирование доброжелательной деловой среды; отстаивание собственных идей и решений; профилактика и урегулирование конфликтных ситуаций.
2. Компетенции, связанные с управлением персонала: организация работы подразделения; постановка задач и контроль их выполнения; мотивация и развитие персонала.
3. Компетенции, связанные с принятием решений: стратегическое видение; поиск и анализ информации; прогнозирование и минимизация рисков.
4. Компетенции, связанные с достижением цели: ориентация на результат и целеустремленность; ответственность за результаты; готовность к изменениям и саморазвитию.

Одним из необходимых качеств менеджера является личная организованность, основными критериями которой следует считать системный подход, умение эффективно использовать время, сосредоточенность на главном, умение все делать по порядку и анализ затрат времени.

Целью задания является определение того, насколько эффективной является Ваша система личной организации и как развиты качества персонального менеджмента с помощью тестов.

Тест «Организованный ли Вы человек?»

После прочтения каждого вопроса выберите вариант ответа. Затем по ключу, который помещен в конце теста, найдите количественные оценки выбранных вариантов ответов. Сложите все оценки и сумму соотнесите с оценками результатов, которые Вы найдете после ключа к тесту

1. Имеются ли у Вас главные цели в жизни, к достижению которых Вы стремитесь?
 - А. У меня есть такие цели.
 - Б. Разве можно иметь какие-то цели, ведь жизнь так изменчива?
 - В. У меня есть главные цели, и я подчиняю жизнь их достижению.
 - Г. Цели у меня есть, но моя деятельность мало способствует их достижению.
2. Составляете ли Вы план работы на неделю, используя для этого еженедельник, специальный блокнот и т.д.?
 - А. Да.
 - Б. Нет.
 - В. Не могу сказать ни «да», ни «нет», так как держу главные дела в голове.
 - Г. Пробовал составлять план, используя для этого еженедельник, но потом понял, что мне это ничего не дает.
 - Д. Составлять планы – это «игра в организованность».
3. «Критикуете» ли Вы себя за невыполнение намеченного на неделю, на день?
 - А. «Критикую» в тех случаях, когда вижу свою вину, лень или неповоротливость.
 - Б. «Критикую», несмотря ни на какие субъективные и объективные причины.
 - В. Сейчас и так все критикуют друг друга, зачем же еще «отчитывать» самого себя?
 - Г. Придерживаюсь такого принципа: что удалось сделать сегодня – хорошо, а что не удалось – выполню, может быть, в другой раз.
4. Как Вы ведете свою записную книжку с номерами телефонов деловых людей, организаций, знакомых и т.д.?
 - А. Веду записи телефонов, фамилий, имен произвольно.
 - Б. Часто меняю записные книжки с записями телефонов, так как нещадно их «эксплуатирую». При переписывании телефонов стараюсь все сделать «по науке», однако потом вновь сбиваюсь на произвольную запись.
 - В. Записи телефонов, фамилий, имен веду «почерком настроения». Считаю, что были бы записаны номер телефона, фамилия, имя, отчество, а на какой странице и как записано, это не имеет особого значения.
 - Г. Используя общепринятую систему в соответствии с алфавитом, записываю фамилию, имя, отчество, номер телефона, а если нужно, то и дополнительные сведения (адрес, место работы, должность).
5. Вас окружают вещи, которыми Вы часто пользуетесь. Каковы Ваши принципы расположения вещей?
 - А. Каждая вещь лежит, где попало.
 - Б. Придерживаюсь принципа: каждой вещи – свое место.
 - В. Периодически навожу порядок в расположении вещей, предметов. Затем кладу их куда придется. Спустя какое-то время опять навожу порядок и т.д.
 - Г. Считаю, что данный вопрос не имеет никакого отношения к самоорганизации.
6. Можете ли Вы по истечении дня сказать: где, сколько и по каким причинам Вам пришлось напрасно терять время?
 - А. Могу сказать, но не с точностью 100 %.
 - Б. Могу сказать только о тех ситуациях, в которых было напрасно потеряно время.
 - В. Если бы потерянное время обращалось в деньги, тогда бы я считал его.
 - Г. Не только хорошо представляю: где, сколько и почему было напрасно потеряно время, но и изыскиваю приемы сокращения потерь в тех же самых ситуациях.
7. Каковы будут Ваши действия, когда на собрании начинается «переливание из пустого в порожнее»?
 - А. Предлагаю обратить внимание на существо вопроса.
 - Б. На любом собрании бывает и что-то нужное, и что-то пустое. Ничего тут не поделаешь – приходится слушать.
8. Погружаюсь в «небытие».
 - Г. Начинаю заниматься теми делами, которые взял с собой в расчете на «переливание из пустого в порожнее».

8. Предположим, Вам предстоит выступить с докладом. Придаете ли Вы значение не только содержанию доклада, но и его продолжительности?
- А. Уделяю серьезное внимание содержанию доклада. Думаю, что продолжительность нужно определять только приблизительно. Если доклад интересен, следует давать время, чтобы его закончить.
- Б. Уделяю в равной степени внимание содержанию и продолжительности доклада, а также его вариантам в зависимости от времени.
9. Стараетесь ли Вы использовать буквально каждую минуту для выполнения задуманного?
- А. Стараюсь, но у меня не всегда это получается в силу личных причин (упадок сил, плохое настроение и т.д.).
- Б. Не стремлюсь к этому, так как считаю, что не нужно быть мелочным в отношении времени.
- В. Зачем стремиться, если время все равно не обгонишь.
- Г. Стараюсь, несмотря ни на что.
10. Какую систему фиксации поручений, заданий и просьб Вы используете?
- А. Записываю в своем еженедельнике, что выполнить и к какому сроку.
- Б. Фиксирую наиболее важные поручения, просьбы, задания в своем еженедельнике.
- В. Стараюсь запоминать поручения, задания и просьбы, так как это тренирует память. Однако должен признаться, что память часто подводит меня.
- Г. Придерживаюсь принципа «обратной памяти»: пусть помнит о поручениях и заданиях тот, кто их дает. Если поручение нужное, то о нем не забудут и вызовут меня для срочного исполнения.
11. Точно ли Вы приходите на деловые встречи, собрания?
- А. Прихожу раньше на 3 – 5 минут.
- Б. Прихожу к началу.
- В. Как правило, опаздываю.
- Г. Всегда опаздываю, хотя пытаюсь прийти раньше или вовремя.
- Д. Если бы было издано пособие «Как не опаздывать», то я, вероятно, научился бы не опаздывать.
12. Какое значение Вы придаете своевременности выполнения заданий, поручений, просьб?
- А. Считаю, что своевременность выполнения – это один из важных показателей умения работать, своего рода триумф организованности. Однако мне всегда кое-что не удается выполнить вовремя.
- Б. Лучше немного затянуть выполнение задания.
- В. Предпочитаю поменьше рассуждать о своевременности, а выполнять задания и поручения в срок.
- Г. Своевременно выполнять задание или поручение – это верный шанс получить новое. Исполнительность всегда своеобразно наказывается.
13. Предположим, Вы пообещали что-то сделать или в чем-то помочь другому человеку. Но обстоятельства изменились таким образом, что выполнить обещанное довольно затруднительно. Как Вы будете себя вести в данной ситуации?
- А. Сообщу об изменении обстоятельств и о невозможности выполнить обещанное.
- Б. Скажу, что обстоятельства изменились и выполнение обещания затруднительно. Одновременно скажу, что не нужно терять надежду на выполнение обещанного.
- В. Буду стараться выполнить обещанное. Если выполню – хорошо, не выполню – тоже не беда, так как я довольно редко не сдерживал своих обещаний.
- Г. Ничего не буду обещать человеку. Выполню обещанное во что бы то ни стало.

Таблица 3.

Ключ к тестовому заданию «Организованный ли Вы человек?».

№ вопроса	Варианты и оценки ответов в баллах				
	А	Б	В	Г	Д
1	4	0	6	2	–
2	6	0	3	0	0
3	4	6	0	0	–
4	0	0	0	6	–
5	0	6	0	0	–
6	2	1	0	6	–
7	6	0	0	3	–
8	2	6	–	–	–
9	3	0	0	6	–
10	6	1	1	0	–
11	6	6	0	0	0
12	3	0	6	0	–
13	2	0	0	6	–

Если Вы набрали:

от 72 до 78 баллов– Вы организованный человек. Единственное, что можно посоветовать: не останавливайтесь на достигнутом уровне, развивайте и дальше самоорганизацию. Пусть Вам не кажется, что Вы достигли предела. Самоорганизация, в отличие от природы, дает наибольший эффект тому, кто считает ее ресурсы неисчерпаемыми;

от 63 до 71 балла– Вы считаете организацию неотъемлемой частью работы. Это дает Вам несомненное преимущество перед теми людьми, которые призывают организацию «под ружье» в случае крайней необходимости. Но Вам следует внимательнее присмотреться к самоорганизации, улучшить ее;

меньше 63 баллов– Ваш образ жизни, Ваше окружение научили Вас быть кое в чем организованным. Организованность то проявляется в Ваших действиях, то исчезает. Это признак отсутствия четкой системы самоорганизации. Существуют объективные организационные законы и принципы. Постарайтесь проанализировать свои действия, расход времени, технику работы. Вы увидите то, о чем и не подозревали. Чтобы стать организованным человеком, нужно преодолеть себя, нужно иметь волю и упорство.

Тест «Умение управлять своим Я-образом».

Персональный менеджмент- это прежде всего деятельность, направленная на развитие такого качества как самоорганизация. Данный тест поможет Вам определить степень устойчивости и управляемости вашего «Я-образа».

Используя четырехбалльную систему, определите свое отношение к приведенным ниже утверждениям: «Я думаю об этом очень часто» – 4 балла; «часто» – 3 балла; «иногда» – 2 балла; «редко» – 1 балл; «никогда» – 0 баллов.

1. Мне хочется, чтобы мои друзья подбадривали меня.
2. Я постоянно чувствую свою ответственность за порученную мне работу.
3. Я беспокоюсь о своем будущем.
4. Многие меня ненавидят.
5. Я обладаю меньшей инициативой, нежели другие.
6. Я беспокоюсь за свое психическое состояние.
7. Я боюсь выглядеть глупцом.
8. Внешний вид других куда лучше, чем мой.
9. Я боюсь выступать с речью перед незнакомыми людьми.
10. Я часто допускаю ошибки.
11. Как жаль, что я не умею общаться с людьми.
12. Как жаль, что мне не хватает уверенности в себе.
13. Мне бы хотелось, чтобы мои действия одобрялись другими чаще.
14. Я слишком скромн.
15. Моя жизнь бесполезна.
16. Многие придерживаются неправильного мнения обо мне.
17. Мне не с кем поделиться своими мыслями.

18. Люди ждут от меня очень многого.
19. Люди не особенно интересуются моими достижениями.
20. Я слегка смущаюсь.
21. Я чувствую, что многие люди не понимают меня.
22. Я не чувствую себя в безопасности.
23. Я часто волнуюсь понапрасну.
24. Я чувствую себя неловко, когда захожу в комнату, где уже сидят люди.
25. Мне кажется, что люди говорят обо мне за моей спиной.
26. Я чувствую себя скованным.
27. Я уверен, что люди почти все воспринимают легче, чем я.
28. Мне всегда кажется, что со мной должна случиться какая-нибудь неприятность.
29. Меня волнует мысль о том, как люди относятся ко мне.
30. Как жаль, что я не так общителен, как мне хотелось бы.
31. В спорах я высказываю свое мнение только в том случае, когда уверен в своей правоте.
32. Я думаю о том, чего ждет от меня общественность.

Ключ к тестовому заданию «Умение управлять своим «Я-образом»».

От 25 баллов и менее – Вы в основном уверены в своих действиях. Ваш «Я-образ» достаточно устойчив, и это делает Вас не очень гибким в общении со своими собеседниками. Не снижая своей уверенности в собственном поведении, старайтесь быть гибче, идти на сближение с другими.

От 26 до 45 баллов – средний уровень уверенности и устойчивости Вашего «Я-образа». На этом уровне постоянство «Я-образа» начинает колебаться. Тренируйтесь, старайтесь обрести большую уверенность. Помните, что уверенность в себе не означает самоуверенности.

От 46 баллов и более – низкий уровень уверенности «Я-образа» и Вашей самооценки. Это переживания по поводу критических замечаний в свой адрес, сомнения по поводу правильности своих действий. Следует воспитывать твердость духа, волю и целеустремленность.

Решите предложенные ситуации.

Ситуация 1.

Приняв на работу менеджера, Вы надеялись на более эффективную работу, но в результате разочарованы, так как он не соответствует одному из важнейших качеств менеджера – самодисциплине. Он не обязателен, не собран, не умеет отказывать. Но тем не менее он отличный профессионал в своей деятельности. Как Вы разрешите данную ситуацию?

Ситуация 2.

Вам предложено заполнить анкету, посвященную преимуществам самоменеджмента. Какие из этих преимуществ наиболее важные и какие в наибольшей степени оказывают влияние на формирование жизненной цели менеджера? Что Вы запишете в качестве определения в графу «Организованность»? Свой ответ аргументируйте.

Ситуация 3.

Как известно, на выбор карьеры влияет ряд личных особенностей человека. Письменно сформулируйте 10 черт характера, которыми должен обладать преуспевающий менеджер.

Практическая работа №11

Оценка экономической эффективности деятельности подразделения.

Резервы повышения эффективности

Проводится после изучения темы 8. Экономика эффективности деятельности структурного подразделения

Цель: -выработка навыков эффективного управления

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Расчет заработной платы производственных рабочих

Расчет тарифной заработной платы ведется по каждой операции.

$$Z_m = \sum_1^m P_{шт} = \sum_1^m \frac{C_{\text{ч}} \cdot t_{шт}}{60} \cdot K_m \text{ руб};$$

Где $P_{шт}$ – штучная расценка по операциям, руб;

$C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка по разряду работы, руб./ч;

K_m – понижающий коэффициент при многостаночном обслуживании,

$K_m=1$

m – количество операций.

$t_{шт}$ – штучное время, мин,

Результаты расчетов заносим в таблицу ...

Таблица ...

№ п/п	Операция	Разряд работы	$C_{\text{ч}}$, руб	$T_{шт}$, мин	K_m	$P_{шт}$, руб
Итого:						

$$Z_T = \sum P_{шт} = \text{руб.}$$

Зарботная плата производственного рабочего рассчитывается по формуле:

$$ЗП = Z_T + Z_{пр} + Z_d + Z_n, \text{ руб.}$$

Где Z_T – тарифная зарплата рабочего за выполнение работы, руб

$Z_{пр}$ – сумма премии при сдельно-премиальной системе оплаты труда составляет 40% от заработной платы Z_T , руб.

Z_d – дополнительная заработная плата основных рабочих составляет 20% от заработной платы Z_T , руб.

Z_n – отчисления на социальное, медицинское и пенсионное страхование составляют 30% от суммы $(Z_T + Z_{пр} + Z_d)$, руб. $ЗП =$

Практическая работа №12

Расчет длительности производственного цикла при различных видах движения предметов труда в производстве

Проводится после изучения темы 9. Организация подготовки и работы основного производства

Цель:

- уметь: рассчитывать длительность производственного цикла с различными видами движения предметов труда.

знать: организацию производственного процесса

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Задание

Определите длительность производственного цикла. Постройте график производственного процесса. Разработайте мероприятия по сокращению длительности производственного цикла.

Таблица 1. Исходные данные

1. Форма движения изделий по рабочим местам	пар.-посл.
2. Число операций	3
3. Норма времени на выполнение операции T_i , мин.	6, 14, 12
4. Размер партии n , ед.	10
5. Число рабочих мест на главной операции C , ед.	2

Расчет длительности операционного и производственного цикла

Прежде чем приступить к решению задачи приведём несколько определений. Производственная система (ПС) представляет собой обособившуюся в результате общественного разделения труда часть производственного процесса, способную самостоятельно или во взаимодействии с другими аналогичными системами удовлетворять те или иные нужды, потребности и запросы потенциальных потребителей с помощью производимых этой системой товаров и услуг.

Производственный процесс – совокупность трудовых и естественных процессов, в результате взаимодействия которых сырьё и материалы превращаются в готовую продукцию или услугу определённого вида.

Процесс изготовления отдельных деталей именуется простым, а процесс производства изделий – сложным.

Производственный цикл – часть производственного процесса организации, связанная с изготовлением отдельного предмета труда (изделия, сборочной единицы, детали, полуфабриката).

Длительность производственного цикла - это календарный отрезок времени, от начала производственного процесса изготовления изделия до его завершения (или отрезок времени между началом первой и окончанием последней операции по изготовлению данного изделия).

Операцией называется часть технологического процесса, выполняемая над определенным предметом труда на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой. Организация производственных процессов требует комплексного подхода, начиная с классификации этих процессов и кончая их построением в пространстве и во времени. Производственные процессы по их роли в общей структуре производства делятся на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Параллельно-последовательный вид движения деталей характеризуется сочетанием элементов как последовательного, так и параллельного видов движения. Поэтому здесь отсутствуют кратковременные простои станков (как при параллельном виде) и сокращаются ожидания деталей у станков (как при последовательном виде движения деталей).

Требования, предъявляемые к параллельно-последовательному виду движения: вся партия предметов непрерывно обрабатывается на каждой операции, как при последовательном виде движения, но передаётся по операциям частями (поштучно или передаточными партиями), как при параллельном виде движения, не дожидаясь окончания обработки последнего предмета в партии. При этом происходит частичное совмещение времени выполнения смежных операций, а вся партия деталей обрабатывается на каждой операции без перерывов. Главная цель: обеспечить минимально возможную длительность цикла обработки партии предметов при непрерывном цикле обработки каждого из них.

Определение длительности производственного цикла

Длительность технологического цикла обработки партии деталей при параллельно-последовательном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{\text{ц}}^{\text{пп}} = n \sum_{i=1}^m (t_i / C_i) - (n - p) \sum_{i=1}^m (t_{ki} / C_i),$$

где:

n – размер партии, шт.;

p – размер транспортной партии, шт. (он должен быть кратен размеру производственной партии);

t_i – норма времени на выполнение операции, мин.;

t_{ki} – наименьшая норма времени между i -ой парой смежных операций с учетом количества единиц оборудования, мин.;

C_i – число рабочих мест на i -й операции;

По условию задачи:

$n=10$ шт.

$t_1=6$ мин.

$t_2=14/2$ мин.

$t_3=12$ мин.

Из условия кратности, примем размер транспортной партии $p = 2; 5$ ($p=1$ -принять не можем, т.к. число рабочих мест на второй операции = 2, и одной детали будет явно недостаточно; при $p=10$ – можем получить обычную последовательную форму организации технологического процесса).

Соответственно длительность технологического цикла будет:

при $p=2$:

$$T_{\text{ц}}^{\text{мин}} = 10*(6/1+14/2+12/1) - (10 - 2)*(6/1+14/2)=250-104 = 146 \text{ мин.}$$

при $p=5$:

$$T_{\text{ц}}^{\text{мин}} = 10*(6/1+14/2+12/1) - (10 - 5)*(6/1+14/2)=250-110 = 185 \text{ мин.}$$

Построение графика производственного процесса

При построении графиков следует учитывать соотношение операционных циклов на предыдущей и последующей операциях. Если операционный цикл на предыдущей операции меньше, чем на последующей, т. е. $T_{\text{оп } i} < T_{\text{оп } (i+1)}$, обработка транспортной партии на последующей операции возможна сразу после окончания обработки её на предыдущей, т. к. будет создан необходимый задел, обеспечивающий непрерывную работу на последующей операции. Если операционный цикл на предыдущей операции больше, чем на последующей, т. е. $T_{\text{оп } i} > T_{\text{оп } (i+1)}$, то после обработки транспортной партии на предыдущей операции её нельзя сразу передать на последующую, т. к. не будет создан задел для обеспечения непрерывной работы. Начало обработки на последующей операции определяют из условия, что последняя транспортная партия, законченная обработкой на предыдущей операции, немедленно передаётся на последующую.

Как мы видим, минимальная длительность производственного цикла соответствует $T_{\text{ц}}^{\text{мин}} = 146$ мин., при величине размера транспортной партии $p=2$ шт. На основании полученного решения построим график (рис. 1).

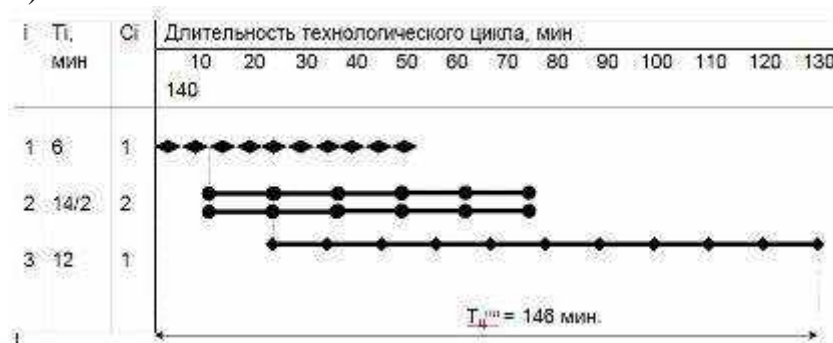


Рис. 1. График длительности технологического цикла при параллельно-последовательном движении деталей.

Мероприятия по сокращению длительности производственного цикла

При параллельно-последовательном виде движения может использоваться и переменный размер передаточной партии. Например, в начале технологического процесса передача изделий с операции на операцию

производится всей партией запуска, в середине – частью партии, а на финишных операциях – поштучно. Для такого случая по аналогии с вышеприведённой формулой можно рассчитать технологический цикл следующим образом:

$$T_{ц}^{min} = \sum_{i=1}^m n_i t_i / C_i - \sum_{i=1}^{m-1} (n_i - n_{i-1}) \cdot (t_{i+1} / C_i)$$

При условии, что рабочие места имеют оптимальную пространственную планировку оборудования и транспортировка деталей между операциями не вызывает затруднений, считаю возможным:

1. определить размер транспортной партии $p = 1$ (передавать детали поштучно).

Тогда имеет смысл начать выполнение обработки первой детали на первом рабочем месте второй операции сразу же после окончания её обработки на первой операции. Начать выполнение обработки второй детали на втором рабочем месте второй операции – сразу же после окончания её обработки на первой операции.

Такой вариант предполагает возможность многостаночного обслуживания на втором рабочем месте. Тогда время выполнения технологического цикла можно сократить до 140 мин. (рис. 2).

$$T_{ц}^{min} = 10 \cdot (6/1 + 14/2 + 12/1) - (10 - 1) \cdot 6/1 - (9 - 1) \cdot 14/2 = 250 - 54 - 56 = 250 - 110 = 140 \text{ мин.}$$

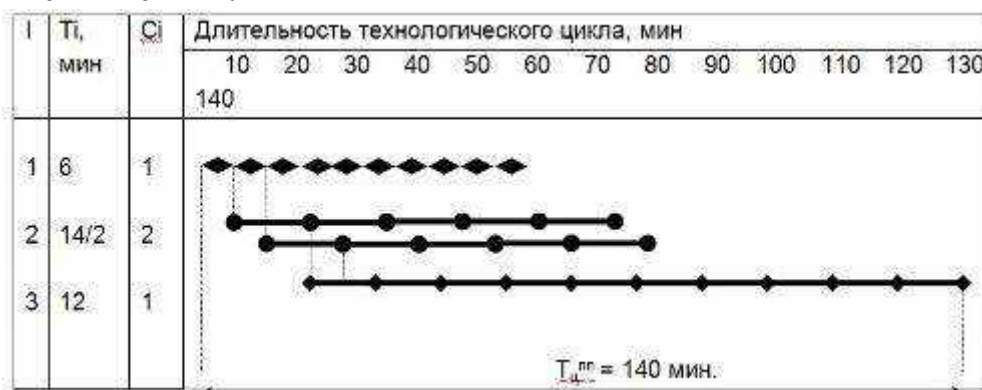


Рис. 2. График длительности технологического цикла при параллельно-последовательном движении деталей (вар. 1).

1. наиболее радикальный подход – предложить увеличить число рабочих мест на третьей операции до двух.

Возможны два варианта:

а) запуск первой операции, обработку на второй операции – так же как в предыдущем случае, обработку на третьей операции – аналогично выполнению второй. Такой вариант предполагает возможность многостаночного обслуживания на третьем рабочем месте. Тогда время выполнения технологического цикла можно сократить до 94 мин. (рис. 3).

$$T_{ц}^{min} = 10 \cdot (6/1 + 14/2 + 12/2) - (10 - 2) \cdot 6/1 - (9 - 1) \cdot 12/2 = 190 - 48 - 48 = 190 - 96 = 94 \text{ мин.}$$

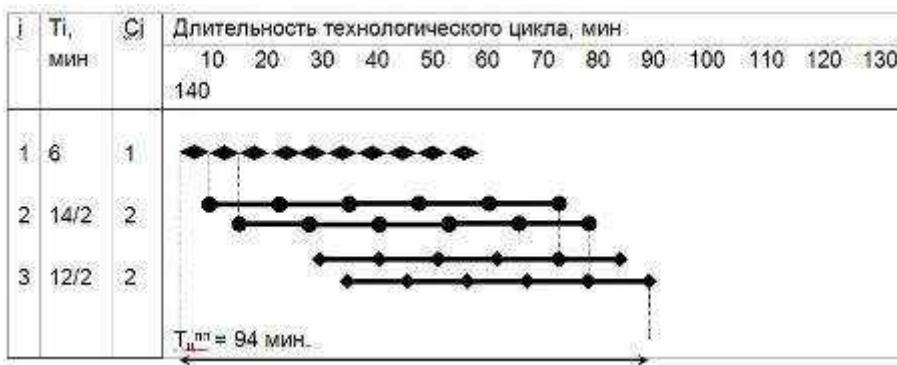


Рис. 3. График длительности технологического цикла при параллельно-последовательном движении деталей

а) запуск первой операции, обработку на второй операции – так же как в предыдущем случае, обработку на третьей операции разделим на два отдельных рабочих места:

- обработку первой детали на первом рабочем месте третьей операции начать сразу же после окончания её обработки на первом рабочем месте второй операции;

- начать выполнение на втором рабочем месте третьей операции – сразу же после завершения выполнения первой операции (если есть возможность производить выполнение третьей операции на первом рабочем месте, или рабочий с первого рабочего места переходит на второе рабочее место третьей операции – при совмещении профессий).

Тогда время выполнения технологического цикла можно сократить до 104 мин. (рис. 4).

$$T_{\text{ц}}^{\text{пл}} = 10 \cdot (6/1) + 10 \cdot (14/2) + 7 \cdot (12/1) - (10 - 1) \cdot 6/1 - (9 - 1) \cdot 14/2 = 214 - 54 - 56 = 214 - 110 = 104 \text{ мин.}$$

i	T _i , мин	C _i	Длительность технологического цикла, мин													
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
1	6	1														



Рис. 4. График длительности технологического цикла при параллельно-последовательном движении деталей (вар. 3).

Практическая работа №13

Составление плана мероприятий по улучшению организации труда в структурном подразделении и по повышению производительности труда в структурном подразделении

Проводится после изучения темы 9. Организация подготовки и работы основного производства

Цель: -выработка навыков эффективного управления

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Задание

Составить план и содержание мероприятий по совершенствованию организации труда на предприятии.

Процесс совершенствования элементов этой системы лежит в основе формирования основных направлений научной организации труда (НОТ). Наиболее полное использование объективных возможностей улучшения условий труда и повышения его эффективности обеспечивается при комплексном совершенствовании организации труда во всех сферах деятельности предприятия.

К важнейшим направлениям совершенствования организации труда относятся:

- - совершенствование разделения и кооперации труда: рационализация технологического, функционального и квалификационного разделения труда; внедрение многостаночного (многоагрегатного) обслуживания, совмещение профессий и функций; повышение эффективности кооперации труда (внедрение прогрессивных форм и видов бригадной организации труда);
- - совершенствование организации и обслуживания рабочих мест: рациональная планировка рабочих мест и их цепочки по участку, цеху; организационно-техническая оснащенность рабочих мест; расширение типизации в планировке и оснащении рабочих мест; проектирование систем обслуживания рабочих мест, обеспечивающее эффективное использование совокупного рабочего времени основных и вспомогательных рабочих;
- - улучшение условий труда: нормализация санитарно-гигиенических условий работы; обеспечение требований охраны труда; обеспечение нормальных психофизиологических условий труда; упорядочение бытового обслуживания трудящихся; механизация тяжелых и вредных работ; устранение эмоционально-отрицательных факторов труда;

- - рационализация режима труда и отдыха (внутрисменного, недельного, месячного и годового); рациональная сменность по предприятию и его подразделениям, отдельным категориям работников; эффективное использование внерабочего времени и мероприятия по его обеспечению;
- - совершенствование организации подбора, подготовки и повышения квалификации кадров: обеспечение подготовки и переподготовки кадров; в соответствии с потребностями производства; организация системы профессиональной ориентации и профессионального отбора; повышение общеобразовательной и экономической подготовки кадров; совершенствование форм и методов повышения квалификации кадров; создание условий, обеспечивающих стабильность кадров.
- - изучение и внедрение передовых приемов и методов труда: рационализация трудовых приемов и движений; внедрение прогрессивных методов труда; инструктаж исполнителей и обучение их передовым приемам и методам труда, обеспечивающим экономию рабочего времени и рост производительности труда;
- - совершенствование нормирования труда: разработка и внедрение технически обоснованных норм, рациональная регламентация их пересмотра; расширение нормирования по всем категориям работающих; совершенствование организации нормировочной работы;
- - рациональная организация стимулирования труда: совершенствование форм коллективного стимулирования трудовых коллективов; применение эффективных систем индивидуального премирования; экономическое обоснование форм и систем индивидуальной оплаты труда; совершенствование и широкое внедрение форм морального стимулирования;
- - повышение удовлетворенности трудом, работой в коллективе как важнейшего показателя эффективности организации труда;
- - обеспечение творческого отношения к труду, развитие рационализации; укрепление дисциплины труда; повышение ответственности за результаты труда.

Взаимосвязь с технико-экономическими факторами проявляется, например, в том, что внедрение НОТ нередко сопровождается проведением различного рода технических мероприятий.

Так, в целях сокращения применения тяжелого и вредного физического труда, улучшения его условий нередко проектируются различного рода технические мероприятия. Технические решения осуществляются при организации совмещения профессий, рационализации рабочих мест. Внедрение новой техники, автоматизация управления и изменение технологических процессов вызывают появление новых, более совершенных форм разделения труда и его кооперации, новых профессий и ликвидацию устаревших специальностей.

Технико-технологические новшества существенно меняют методы, сроки и формы подготовки кадров и повышения их квалификации, оказывают

значительное влияние на характер и формы материального стимулирования, на непрерывность и ритмичность процессов труда, сокращение его тяжести. Совершенствование организации труда тесно связано с разработкой и внедрением комплексной технологии производственного процесса (технологии основных, вспомогательных и обслуживающих процессов в их взаимосвязи). Например, централизация вспомогательных производств вносит существенные изменения в содержание, формы и организацию труда ремонтного персонала, аппарата технического контроля, транспортно-складских рабочих. От того, какая на предприятии принята структура управления, зависит содержание труда ИТР и служащих, его разделение и кооперация. Существует и обратная связь - проведение мероприятий по совершенствованию организации труда ИТР и служащих нередко вызывает серьезные изменения в организации управления, требует совершенствования планирования, учета, отчетности, контроля и др.

Научная организация труда содействует лучшему использованию техники, изучение и научное обобщение передовых приемов и методов труда существенно расширяют возможность автоматизации оборудования, значительно повышают эффективность труда инженеров в создании высокопроизводительных машин и прогрессивных технологических процессов.

Пример

**ПЛАН ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ
(ПОЛОЖЕНИЕ О ПЛАНИРОВАНИИ МЕРОПРИЯТИЙ) ПО УЛУЧШЕНИЮ
УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА**

(наименование организации, учреждения)

г. _____ 2020 г.

1. Положение разработано на основе приказа Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 N 181н "Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков".
 2. Цель планирования в системе управления охраной труда в (наименование организации) разработка комплекса мероприятий, направленных на обеспечение охраны труда.
 3. Мероприятия по охране труда проводить в соответствии с Планом организационно-технических мероприятий по улучшению условий и охраны труда (Приложение).
 4. Долгосрочное планирование охраны труда должно основываться на результатах специальной оценки условий труда, а также оценки профессиональных рисков, материалов расследования несчастных случаев, проверок состояния охраны труда и др.
- Указанные мероприятия позволяют выявить рабочие места с опасными условиями и подготовить План мероприятий по улучшению и оздоровлению условий труда на этих работах.

5. Мероприятия по обеспечению допуска работников к выполнению работ в условиях действия опасных и вредных производственных факторов должны обеспечивать проведение профессионального отбора работников, проведение их профессиональной подготовки и обучения по охране труда с последующей стажировкой и проверкой знаний требований охраны труда.

6. Мероприятия по повышению качества подготовки безопасности рабочих мест должны способствовать:
обеспечению своевременной и качественной подготовки решений по охране труда в ППР;
обеспечению своевременной подготовки рабочих мест к производству работ.

7. Мероприятия по модернизации технических средств обеспечения безопасности рабочих мест должны обеспечить соответствие этих средств условиям работ.

Для указанных мероприятий необходимо предусмотреть обеспечение рабочих мест защитными ограждениями, а также средствами подмащивания, а также техническое обслуживание и ремонт этих средств.

8. Мероприятия по совершенствованию обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и другими СИЗ направлены на совершенствование отраслевых типовых норм выдачи на основе заключенного коллективного договора.

9. Предложения для раздела готовятся комитетом по охране труда.

Разработал
Специалист по охране труда

(подпись) (фамилия, инициалы)

« _____ » _____ Г.
«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

ПЛАН ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА

Наименование мероприятий

1. Организация обучения, инструктажа, проверки знаний по охране труда работников предприятия в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90.
2. Обеспечением работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами в соответствии с установленными нормами.
3. Оформление кабинетов, уголков по охране труда, приобретение для них необходимых приборов, наглядных пособий, демонстрационной аппаратуры и т.п.
4. Разработка, издание (размножение) инструкций по охране труда, а также приобретение других нормативных правовых актов и литературы в области охраны труда.
5. Организация проведения сертификации работ по охране труда по результатам специальной оценки условий труда.

6. Внедрение технических устройств, обеспечивающих защиту работающих от поражения электрическим током.
7. Установка предохранительных, защитных и сигнализирующих устройств (приспособлений) в целях обеспечения безопасной эксплуатации и аварийной защиты паровых, водяных, газовых, кислотных и других производственных коммуникаций и сооружений.
8. Снижение до регламентированных уровней вредных веществ в воздухе рабочей зоны, неблагоприятно действующих механических колебаний (шум, вибрация, ультразвук и др.) и излучений (ионизирующего, электромагнитного, лазерного, ультрафиолетового и др.) на рабочих местах.
9. Устройство новых и реконструкция имеющихся отопительных и вентиляционных систем в производственных и бытовых помещениях, тепловых и воздушных завес, аспирационных и пылегазоулавливающих установок с целью обеспечения нормального теплового режима и микроклимата, чистоты воздушной среды в рабочей и обслуживаемых зонах помещений.
10. Приведение естественного и искусственного освещения на рабочих местах, бытовых помещениях к установленным нормам.
11. Перепланировка размещения производственного оборудования, организация рабочих мест с целью обеспечения безопасности работников.
12. Нанесение на производственное оборудование (органы управления и контроля, элементы конструкции), коммуникации и на другие объекты сигнальных цветов и знаков безопасности.

Практическая работа №14

Определение показателей технологичности и эффективности конструкции, организации основного оборудования.

Экономическое обоснование и выбор оптимального варианта технологического процесса механической обработки детали (изделие).

Расчет экономической эффективности внедрения новой техники

Проводится после изучения темы 9. Организация подготовки и работы основного производства

Цель:

-выработка навыков оценки эффективного управления

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Расчет амортизации оборудования

Расходы, связанные с эксплуатацией каждого типа оборудования, т.е. амортизация определяется по формуле:

$$A = \frac{K_0 \cdot N_a \cdot T_{шт}}{100 \cdot F_d \cdot 60 \cdot K_3}, \text{руб.}$$

Где K_0 – стоимость оборудования;

N_a – норма амортизации, %; (для универсального станка 6,7%, для станка с ЧПУ 8,3%, АРЛ-7%, пресс, эл.печь-5%)

K_3 – коэффициент загрузки оборудования (для крупносерийного, массового производства) $K_3=0,85$.

$T_{шт}$ – штучное время на операцию.

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час (с учетом сменной работы).

$$F_d = F_n \cdot \left(1 - \frac{\beta}{100} \right) \text{ ч;}$$

Где F_n – номинальный фонд времени работы оборудования (по производственному календарю на 2020год) при работе в одну смену $F_n=1979$ часов в две смены $F_n=3958$ часов.

β – коэффициент, учитывающий потери времени, связанные с плановым ремонтом, $\beta=5\%$

$F_d =$ _____ часов

Стоимость оборудования определяется по формуле:

Итого:		
--------	--	--

Расчет расходов на ремонт и содержание оборудования (РСЭО).

Затраты по этой статье включают все расходы по текущему ремонту и обслуживанию оборудования, определяются по формуле:

$$P_{роб} = \frac{\Gamma \cdot P \cdot Spr \cdot Kзан}{Nз}, \text{ руб.}$$

Где Г – категория ремонтной сложности оборудования (по его паспорту);

Кзан-коэффициент занятости оборудования (принимается Кзан=1)

Spr – принятое количество оборудования в шт.

P – средняя величина расходов на ремонтную единицу, руб/год.

Часовые затраты на ремонт механической части-5руб. на единицу ремонтной сложности, годовые 5*1979ч= 9895руб.

Часовые затраты на ремонт электрической части-2руб. на единицу ремонтной сложности, годовые 2*1979ч=3958 руб.

Результаты расчета сводим в таблицу...

Таблица ...

операция	Оборудование	Г		P, руб/год		Spr	Nз	Pроб, руб
		Электр	Мех	Электр	Мех			
Итого:								

Практическая работа №15

Определение показателей эффективности организации вспомогательного оборудования. Расчет потребности режущего и мерительного инструмента. Расчет потребности подразделения в электроэнергии

Проводится после изучения темы 10. Организация подготовки вспомогательного производства

Цель:

-выработка навыков оценки эффективного управления

Содержание: Студентам следует ответить на приведенные вопросы, проанализировать, выполнить предложенные задания.

Время выполнения 2 часа

Порядок выполнения

Расчет стоимости силовой электроэнергии

Стоимость электроэнергии определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{сил}} = \frac{N_{\text{уст}} \cdot T_{\text{шт}} \cdot K_c \cdot K_1 \cdot C_{\text{квтч}}}{K_{\text{вн}} \cdot 60}, \text{руб}$$

Где $N_{\text{уст}}$ – мощность электродвигателя оборудования, кВт;

K_c – коэффициент спроса; $K_c=0,3$;

K_1 – коэффициент, учитывающий одновременность работы потребителей; $K_1=0,6$;

$C_{\text{квтч}}$ – стоимость 1 кВтч энергии по региону (предприятию), руб; $C_{\text{квтч}}=6$ руб.

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

Результаты расчета сводим в таблицу...

Таблица ...

Операция	Оборудование	$N_{\text{уст}}$, кВт	$T_{\text{шт}}$, мин	$C_{\text{квтч}}$, руб	$\mathcal{E}_{\text{сил}}$, руб
Итого:					

Определение потребности в производственной площади.

Производственной считается площадь, на которой размещены рабочие места, необходимые для выполнения заданной программы.

Площадь, необходимая на выполнение операции определяется по формуле:

$$S_o = S_{уд} \cdot C_{пр} \cdot K_d$$

Где $S_{уд}$ удельная площадь на единицу оборудования, m^2 ;

$C_{пр}$ – принятое количество оборудования;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, т.е. вспомогательную и бытовую на единицу оборудования; значение K_d занесено в таблицу .

Таблица .

$S_{уд}, m^2$	> 20 m^2	10...20 m^2	6...10 m^2	4...6 m^2	2...4 m^2	$< 2 m^2$
Кд	1,5	2	2,5	3	3,5	4

Средние нормативы удельной площади на единицу оборудования принимаются:

мелкие станки $S_{уд}=8 m^2$, средние станки $S_{уд}=8...15 m^2$, крупные станки $S_{уд}=16...22 m^2$, пресс $S_{уд} =12 m^2$, печь $S_{уд}=25m^2$, агрегаты $S_{уд}= 30m^2$, АРЛ $S_{уд}= 30m^2$.

Общая производственная площадь определяется как сумма площади, занимаемой оборудованием.

Результаты расчета сводим в таблицу .

Таблица .

Операция	Оборудование	Габариты	Спр	$S_{уд}, m^2$	Кд	S, m^2
Итого:						

**Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина**

Методические указания

по выполнению самостоятельных работ

**по МДК.02.01 Планирование и организация работы структурного
подразделения**

**ПМ 02. «Участие в организации производственной деятельности
структурного подразделения»**

по специальности

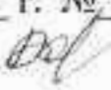
15.02.08 Технология машиностроения

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

на заседании цикловой комиссии машиностроения

Протокол от «1» ноября 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии  Т.В.Валуева

Автор: Амеличкина С.Г., преподаватель колледжа

Введение

При изучении ПМ 2 Участие в организации производственной деятельности структурного подразделения предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 60 часов. Виды самостоятельной работы: самостоятельная работа студента по подготовке к выполнению практических работ и подготовка доклада.

Доклад – вид самостоятельной научно-исследовательской работы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Различают устный и письменный доклад (по содержанию близкий к реферату).

В докладе соединяются три качества исследователя: умение провести исследование, умение преподнести результаты слушателям и квалифицированно ответить на вопросы.

Отличительной чертой доклада является научный, академический стиль. Академический стиль - это совершенно особый способ подачи текстового материала, наиболее подходящий для написания учебных и научных работ. Данный стиль определяет следующие нормы:

- предложения могут быть длинными и сложными;
- часто употребляются слова иностранного происхождения, различные термины;
- употребляются вводные конструкции типа “по всей видимости”, “на наш взгляд”;
- авторская позиция должна быть как можно менее выражена, то есть должны отсутствовать местоимения “я”, “моя (точка зрения)”;
- в тексте могут встречаться штампы и общие слова.

Этапы работы над докладом:

1. подбор и изучение основных источников по теме (как и при написании реферата, рекомендуется использовать не менее 4-5 источников);
2. составление библиографии;
3. обработка и систематизация материала. Подготовка выводов и обобщений;
4. разработка плана доклада;
5. написание;
6. публичное выступление с результатами исследования.

Требования к докладу

1. Доклад не копируется дословно из первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате осмысленного обобщения материала первоисточника;
2. При написании доклада следует использовать только тот материал, который отражает сущность темы;
3. Изложение должно быть последовательным и доступным для понимания докладчика и слушателей;
4. Доклад должен быть с иллюстрациями, таблицами, если это требуется для полноты раскрытия темы;
5. При подготовке доклада использовать не менее 4-5 первоисточников.

Требования к оформлению доклада

1. Наличие **титульного листа** (см. ПРИЛОЖЕНИЕ)
2. Основное содержание - **2-3 страницы печатного текста** (на одной стороне белой бумаги) следующего формата:

страница:

- ориентация: книжная;
- поля: верхнее и нижнее — 20 мм, левое — 30 мм, правое — 10 мм;
- размер бумаги: А4

шрифт:

- Times New Roman;
- размер: 14 пт;
- цвет: черный;

абзац:

- выравнивание заголовков - по центру,
- выравнивание основного текста - по ширине,
- отступ первой строки - 1,25 см.
- междустрочный интервал – полуторный (1,5 строки)

3. Наличие **списка используемых информационных источников** (книги, журналы, сайты Интернет с указанием URL-адреса сайта)

Примерная тематика докладов

1. Функции и полномочия подразделения.
2. Формирование организационной структуры подразделения в рамках организационной структуры предприятия.
3. Задачи руководителя в повышении эффективности структурного подразделения.
4. Организация взаимодействия с другими подразделениями.
5. Оперативное планирование структурного подразделения.
6. Формы планирования подразделения и виды планов.
7. Модель оперативного руководства структурным подразделением.
8. Методы и инструменты управления структурным подразделением.
9. Документы, регламентирующие работу подразделения
10. Инструменты эффективного управления.
11. Выявление потребности в персонале.
12. Личная эффективность руководителя.
13. Фотография рабочего дня инженерно-технических работников.
14. Принципы рациональной организации производственных процессов.
15. Организация технической подготовки и работы производства.
16. Рационализация приемов и методов труда.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления титульного листа

**Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

ДОКЛАД

**по МДК.02.01 Планирование и организация работы структурного
подразделения**

на тему: «Рационализация приемов и методов труда»

Автор работы:

студент гр. 4-150208

А. А. Петров

Руководитель:

преподаватель

П. П. Иванова

Тула 2021

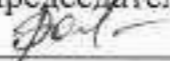
**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И.Мосина**

**Методические указания по выполнению курсового проекта
по МДК 3. 1 Реализация технологических процессов изготовления
деталей**

по специальности 15.02.08 Технология машиностроения

Тула, 2022 г.

УТВЕРЖДЕНЫ
цикловой комиссией машиностроения
Протокол от «14» сентября 2022 г.
№ 7

Председатель цикловой комиссии
 Т.В. Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель
Технического колледжа им. С.И. Мосина

АННОТАЦИЯ

Курсовой проект по МДК Реализация технологических процессов изготовления деталей занимает особое место в системе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.08 Технология машиностроения. Проект выполняется на завершающих этапах теоретического обучения. Последним этапом является дипломное проектирование. При выполнении курсового и дипломного проектов значительная часть времени отводится самостоятельной работе.

Настоящее учебное пособие ставит основными своими задачами обеспечение правильного применения в самостоятельной работе студентами теоретических знаний, полученных в процессе обучения и подготовки к дипломному проектированию.

Особенностью данного пособия является изложение материала в последовательности, характерной для процессов технологического проектирования. Все методические положения, относящиеся к разработке технологических процессов механической обработки деталей рассматриваются с позиций требований стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) и других стандартов, являющихся основой повышения эффективности производства и качества продукции.

Глава 1 Основные положения о курсовом проекте

Курсовое проектирование по технологии машиностроения в силу многообразия решаемых технологических и конструкторских задач предоставляет самые благоприятные возможности для приобщения студентов к решению инженерно-технических задач с использованием элементов САПР, что в последние годы становится все актуальнее.

Курсовое проектирование имеет своей целью:

1.Расширить, углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания в области общетехнических и специальных дисциплин.

2.Развить у студентов интерес к творческой и закрепить навыки ведения самостоятельной работы при проектировании технологических процессов механической обработки деталей.

3.Выявить качество подготовки студентов, степень усвоения ими учебного материала.

4.Подготовить студентов к самостоятельному решению поставленных задач в области технологии машиностроения при выполнении дипломного проекта.

При защите курсового проекта руководитель проекта должен проверять: качество работы, ее соответствие заданию на курсовое проектирование, степень освоения студентом учебного материала, умение самостоятельно принимать и отстаивать правильное решение, возникающее при выполнении отдельных этапов курсового проекта.

1.1 Тематика курсовых проектов

Тематика курсовых проектов должна отражать конкретные производственные задачи технической подготовки техников для работы в механических и сборочных цехах и соответствовать основным направлениям научно-технического прогресса в машиностроении.

Для улучшения качества курсовых проектов, повышения степени реальности проектов и увеличения времени студентам на самостоятельную работу выполнение курсового проекта отдельных учебных заведениях начинают во время технологической практики. Тематику курсовых проектов формируют на

основе номенклатуры изделий основного и вспомогательного производства предприятия. Благодаря такому подходу, студент получает возможность изучить действующую технологию производства аналогичных изделий и принять технико-экономические показатели действующего производства в качестве базы для сравнения с соответствующими показателями своего проекта.

При составлении заданий на курсовое проектирование необходимо исходить из примерно одинаковой степени сложности заданий для каждого студента. Задания на курсовое проектирование предусматривают разработку технологического процесса изготовления детали или нескольких деталей, либо для конкретного типа производства без указания программы выпуска, либо с установленным объемом выпуска без указания типа производства.

Примерная тематика курсовых проектов:

- Спроектировать единичный технологический процесс изготовления детали - Валик, чертеж... в условиях серийного производства;
- Спроектировать единичный технологический процесс изготовления детали – Фланец, чертеж.... Годовой объем выпуска – 30000 шт.
- Усовершенствовать действующий на заводе технологический процесс изготовления детали Вал – шестерня, чертеж... Производство - серийное.

Темы курсовых проектов могут также выполняться студентами по заказам предприятий для конкретных производственных условий.

1.2 Содержание и объем курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки (ПЗ), комплекта технологической документации изготовления детали, графической части.

Пояснительная записка является основным документом курсового проекта, в котором приводится исчерпывающая информация о выполнении расчетных, технологических, конструкторских и других разработках. Объем ПЗ, как правило, составляет 25-30 страниц текста.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

- задание на курсовое проектирование;
- введение;

- описание и технологический анализ проектируемого изделия;
- выбор и обоснование типа производства или описание заданного типа производства;
- описание и обоснование выбора метода получения заготовки;
- анализ базового (заводского) технологического процесса изготовления детали;
- разработка и обоснование проектируемого технологического процесса изготовления детали;
- расчет промежуточных припусков, размеров и допусков на одну – две обрабатываемые поверхности аналитическим методом;
- расчет промежуточных припусков на все остальные поверхности заготовки табличным методом;
- расчет режимов резания аналитическим методом на одну – две разнохарактерные операции (на остальные операции – табличным методом);
- нормирование операций;
- выбор, обоснование и расчет одного специального станочного приспособления;
- описание и расчет специального режущего инструмента на одну из операций технологического процесса обработки;
- описание и расчет специального мерительного инструмента или контрольного приспособления на технологическую операцию.

Графическая часть курсового проекта должна состоять из следующих рабочих чертежей:

- чертеж детали;
- чертеж заготовки данной детали;
- сборочный чертеж или чертеж общего вида станочного приспособления на одну из операций проектируемого технологического процесса;
- чертеж специального режущего инструмента на одну из операций или переход;

- чертеж измерительного инструмента или чертеж общего вида станочного приспособления;

Общий объем графической части курсового проекта составляет 1- 2 листа формата А1.

Комплект технологической документации на изготовление данной детали должен содержать:

- титульный лист комплекта технологической документации на механическую обработку;

-маршрутный технологический процесс обработки детали;

- операционный технологический процесс обработки детали;

- карты эскизов на технологические операции;

- карты технического контроля.

1.3 Рекомендации по компьютерной верстке пояснительной записки

Использование ПЭВМ значительно сокращает время на выполнение и оформление пояснительной записки, а так же повышает качество ее выполнения.

Автоматизация работы по оформлению ПЗ заключается в создании файлов, содержащих текст, рисунки, формулы, таблицы, содержание и приложения ПЗ, а также файлов на официальные документы: задание на курсовое проектирование, титульный лист, отзыв.

Студентам, успешно владеющим навыками работы на ПЭВМ, можно самостоятельно выбрать программу, с которой они будут работать. Для набора текста можно рекомендовать использование такого программного пакета, как **Microsoft Word**. Данная программа является достаточно простой и несложной для быстрого освоения.

Ниже, для облегчения работы при оформлении и выполнении ПЗ, приведены рекомендации по выбору размеров шрифта текста, оформлению заголовков, межстрочных интервалов и т.п. в **Microsoft Word**. Это позволит выполнить ПЗ качественно и эстетично.

Таблица 1 Размеры шрифта и текста при оформлении на ПК

Наименование элементов	Параметры оформления
1 Заголовок раздела	
Новая страница	Да
Шрифт (пт)	16 (полуж.)
Абзацный отступ (см)	1,0 – 1,2
Интервал до (пт)	0
Интервал после (пт)	20
Выравнивание	Слева
Межстрочное расстояние	1,5 инт.
2 Заголовок подраздела	
Новая страница	Нет
Шрифт	14 (полуж.)

Абзацный отступ	1,0 – 1,2
Интервал до	12
Интервал после	8
Выравнивание	Слева
Межстрочное расстояние	1,5 инт.
3 Основной текст	
Шрифт	14
Абзацный отступ	1,0 – 1,2
Выравнивание	Полное
Межстрочное расстояние	1,5 инт.
4 Подписи к рисункам и заголовкам таблиц	
Шрифт	12
5. Параметры документа	
Размер бумаги	A4 (21x29,7 см)
Верхнее поле	20мм
Нижнее поле	20мм
Правое поле	10мм
Левое поле	30мм

Примечание.

1. Абзацный отступ по всему документу должен иметь одинаковое значение.

2. Размер символов в математических выражениях должен всегда совпадать с размером основного текста ПЗ.

1.4 Оформление комплекта технологической документации курсового проекта

В курсовом проекте разрабатывается технологический процесс обработки детали, отвечающий требованиям современного производства, последних достижений науки и техники. Технологический процесс изготовления детали является основой курсового проекта, от которого зависят повышение эффективности производства и качество продукции в целом.

Технологический процесс изготовления детали должен выполняться в полном соответствии с действующими стандартами ЕСТД и другими требованиями стандартов. Термины и определения основных понятий в области технологических процессов, установленных ГОСТ 3.1109, обязательны для производственных и учебных заведений. Данный ГОСТ устанавливает следующую технологическую документацию:

На комплектность технологических документов:

- комплект документов технологического процесса;
- комплект технологической документации;
- комплект проектной технологической документации;
- стандартный комплект документов технологического процесса.

На детализацию описания технологических процессов:

- маршрутное описание технологического процесса;
- операционное описание технологического процесса;
- маршрутно - операционное описание технологического процесса;

На организацию производства:

- единичный технологический процесс;
- типовой технологический процесс;
- групповой технологический процесс.

В курсовом проекте следует применять операционное описание технологического процесса изготовления детали, как это делается для условий крупносерийного и массового производства.

Разработка операционного технологического процесса механической обработки дает возможность применить в полном объеме свои теоретические знания и практические навыки.

В курсовом проекте разрабатываются любые виды технологических процессов изготовления деталей в зависимости от задания на курсовое проектирование.

Комплектность документов, необходимых для описания технологического процесса зависит от его организации, вида работ и типа производства и устанавливается по ГОСТ 3.1121 и ГОСТ 3.1119 .

Комплектность документов для описания технологического процесса механической обработки в курсовом проекте можно использовать из маршрутной карты; операционной карты; карты эскизов; карты технического контроля и ведомости технологических документов.

Описание технологического процесса механической обработки выполняется на форматах, установленных стандартами ЕСТД в зависимости от метода обработки и организации-разработчика.

Правила записи технологических операций и переходов обработки резанием установлены ГОСТ 3.1702

Титульный лист является первым листом технологического документа. На титульном листе наименование учебного заведения, наименование изделия. Шифр курсового проекта на данный документ. Фамилию и подпись разработчика (студента), фамилию и подпись руководителя курсового проекта.

Комплект технологической документации изготовления детали оформляется в виде отдельного альбома.

Глава 2 Методика выполнения курсового проекта

Основные вопросы, касающиеся курсового проектирования, рассматриваются при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин, а также при выполнении на этих дисциплинах практических, лабораторных и самостоятельных работ. Тем не менее, далее изложены общие требования и положения, которые помогут обеспечить эффективную работу студентов на каждом этапе выполнения курсового проекта.

2.1 Введение

Во введении курсового проекта раскрывается актуальность и значение темы курсового проекта, формулируется цель. Необходимо отразить вопросы современного состояния науки и техники в области машиностроения, механизации и автоматизации производства, улучшения качества продукции и влияние этого фактора на технологический процесс. Особое внимание нужно обратить на развитие той отрасли машиностроения, к которой относится тема курсового проекта

Введение должно быть увязано с темой курсового проекта и по объему не должно превышать двух страниц текста.

2.2 Общая часть

2.2.1 Описание назначения и конструкции изделия, детали

При описании детали (изделия) записывается наименование согласно заданию на курсовое проектирование, назначение, условия эксплуатации, краткая характеристика и технические требования на изготовление, т.к. наряду с конструкцией они определяют порядок и оптимальные методы механической обработки.

Описание изделия производится после тщательного анализа конструкции собираемого изделия и функционирования его основных узлов и деталей, действующих нагрузок, изучения характера соединений и закрепления сборочных

единиц и деталей, позволяющих дать полное представление о порядке работы изделия и взаимодействии его узлов и деталей.

При необходимости следует произвести изменения на рабочем чертеже детали согласно системе ЕСКД и государственным стандартам, а в пояснительной записке отметить эти упущения и ошибки.

2.2.2 Технические требования, предъявляемые к изделию, детали

К техническим требованиям относятся требования, указанные на чертеже, особенности конструкции, точность размеров и форм. Например, если на чертеже или в технических условиях не указаны:

а) допускаемые отклонения от формы детали, то они принимаются в пределах допуска на размер соответствующей поверхности;

б) несоосность отверстий, лежащих на одной оси - принимаются в пределах допуска на меньший диаметр и т.д.

Технические требования наряду с конструкцией детали, определяют порядок и методы механической обработки.

Пример: Технические требования:

Биение поверхности на длине 100мм относительно оси не более 0,05мм.
Твердость рабочей части HRC41...45.

2.2.3 Материал детали и его свойства

При описании материала, из которого изготавливают деталь, следует дать его характеристику, показать его химический состав, физические и механические свойства, обрабатываемость в холодном и горячем состоянии, т.к. все эти данные служат исходным материалом для выбора метода получения заготовки и определения режимов резания.

Необходимо указать назначение и область применения материала в деталях машиностроения.

Например: Сталь 40Х ГОСТ4543-71 легированная конструкционная, применяется для деталей средних размеров с твердой износоустойчивой поверхностью при достаточно прочной и вязкой сердцевине, работающей при больших скоростях и

средних нагрузках. Из стали 40Х рекомендуется изготавливать втулки. Муфты, копиры, валики и т.п.

Необходимо указать химические, механические и другие свойства данного материала. Данные можно представить в виде текста или оформить в виде таблицы, например:

Таблица 2 - Химический состав конструкционной стали 45

Марка	Углерод	Кремни	Марган	Фосфор	Хром Cr	Никель	Сера S

Таблица 3 - Механические свойства стали 45

Твердость по Бринеллю,	Предел прочности при растяжении σ_s , МПа	Предел прочности при изгибе σ_u , МПа	Предел текучести σ_m , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %

После анализа свойств материала дается заключение о его пригодности для данной детали.

2.2.4 Технологический анализ конструкции детали

Главными задачами при решении этого вопроса являются снижение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами, т.е. оценка технологичности детали.

На трудоемкость изготовления детали оказывает особое влияние ее конструкция и технические требования на ее изготовление.

При отработке на технологичность конструкции детали необходимо произвести оценку ее в процессе конструирования.

Требования к технологичности конструкции детали согласно ГОСТ14.204-73 следующие:

- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;

- детали должны изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок или заготовок, полученных рациональным способом;

- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные степень точности и шероховатость;

- физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления;

- показатели базовой поверхности (точность, шероховатость) детали должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;

- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов на ее изготовление.

Основными показателями технологичности конструкции детали являются:

-оптимальная металлоемкость;

-возможность получения заготовки рациональной формы;

-рациональность форм поверхностей и их расположения, характеризующие возможность применения высокопроизводительных методов обработки;

-рациональность простановки размеров, что оказывает влияние на выбор технологических баз;

-рациональность принятой шероховатости поверхностей;

-отсутствие слесарных работ.

При отработке на технологичность конструкции детали необходимо производить оценку в процессе ее конструирования.

При оценке технологичности конструкции детали необходимо:

-рассчитать показатели технологичности конструкции;

-определить показатели уровня технологичности детали;

-разработать рекомендации и предложения по улучшению показателей технологичности;

-обеспечить технологичность конструкции детали путем внесения соответствующих изменений.

Оценку технологичности конструкции детали производят по качественным и количественным показателям.

Качественная оценка технологичности конструкции детали указывается словами «хорошо – плохо», «допустимо – недопустимо» и т.д., а количественная оценка характеризуется показателями технологичности и проводится по усмотрению разработчика.

В курсовом проекте количественную оценку технологичности конструкции детали следует производить по следующим коэффициентам:

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали

$$K_{y.э.} = \frac{Q_{y.э.}}{Q_э},$$

где $Q_{y.э.}$ – число унифицированных элементов детали, шт.;

$Q_э$ – общее число конструктивных элементов детали, шт.

Если расчетное значение $K_{y.э.} > 0,6$, то по данному показателю деталь считается технологичной.

Коэффициент использования материала

$$K_{и.м.} = \frac{m_д}{m_з},$$

где $m_д$ – масса детали по чертежу, кг;

$m_з$ – масса заготовки с неизбежными технологическими потерями, кг.

Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{т.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}},$$

где A_{cp} – средний квалитет точности:

$$A_{cp} = \frac{(n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19})}{\sum_1^{19} n_i},$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19 квалитетам.

Если $K_{т.ч.} > 0,8$, то деталь имеет нормальную точность и считается технологичной по данному показателю.

Коэффициент шероховатости поверхности

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}},$$

где B_{cp} – средняя шероховатость поверхности, определяемая в значениях параметра R_a , мкм ;

$$B_{cp} = \frac{(0,01 n_1 + 0,02 n_2 + \dots + 40 n_{13} + 80 n_{14})}{\sum_1^{14} n_i},$$

где n_1, n_2, \dots, n_{14} - количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a , мкм .

Если $k_{ин} < 0,32$, то деталь по данному показателю считается технологичной.

Последовательность и содержание работ по обеспечению технологичности детали на отдельных стадиях разработки конструкции зависит от сложности и принадлежности детали, т.к. в зависимости от принадлежности детали подразделяются на взаимосвязанные и самостоятельные. Взаимосвязанные детали являются составными частями сборочных единиц и машин, а самостоятельные детали не входят в состав других изделий (например, фреза, сверло и т.д.).

Технологичность конструкции взаимосвязанных деталей должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к изделию, в состав которого она входит, и частным требованиям, связанным непосредственно с ее технологичностью.

При отработке детали на технологичность можно использовать и другие количественные показатели согласно ГОСТ14.201 и ГОСТ14.204 на усмотрение руководителя курсового проекта.

В заключение данного пункта необходимо сделать вывод о технологичности изделия в целом и при необходимости дать рекомендации по изменению конструкции детали.

2.2.5 Определение типа производства

В этом пункте определяется тип производства, дается его характеристика с точки зрения принимаемого для данного типа производства оборудования, технологической оснастки, квалификации рабочих.

Для приближенного определения типа производства можно воспользоваться таблицей 4, в которой указано количество обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера.

Таблица 4 - Типы производств в машиностроении

Тип производства	Количество крупных деталей, шт.	Количество средних деталей, шт.	Количество мелких деталей, шт.
Единичное	До 5	До 10	До 100
Серийное	5...1000	10...5000	100...50 000
Массовое	более 1000	более 5000	более 50 000

Тип производства согласно ГОСТ3.1108 и ГОСТ14.004 характеризуется коэффициентом закрепления операций

$$K_{з.о.} = \frac{O}{P},$$

где O – число различных операций, шт;

P – число рабочих мест, на которых выполняются данные операции, шт.

$K_{з.о.} \leq 1$ – массовое производство;

$1 \leq K_{з.о.} \leq 10$ – крупносерийное производство;

$10 \leq K_{з.о.} \leq 20$ – среднесерийное производство;

$20 \leq K_{з.о.} \leq 40$ – мелкосерийное производство;

$K_{з.о.}$ не регламентируется в единичном производстве.

Данный критерий оценки типа производства можно считать объективным, т.к. по количеству выпускаемых изделий оценить тип производства сложно, из-за того, что нет четкой грани между крупными, мелкими и средними деталями (см. таблицу 3.1).

Деление производства по типам носит условный характер, т.к. провести четкую границу, например между мелкосерийным и единичным производством или среднесерийным и крупносерийным производством затруднительно, поэтому при оценке типа производства в курсовом проекте следует определять коэффициент закрепления операций.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой изготавливаемых изделий и малым объемом их выпуска. Единичное производство должно быть гибким, с применением универсального оборудования, а также стандартного режущего и измерительного инструмента.

Технологический процесс изготовления детали построен на принципе концентрации операций, т.е. на одном станке выполняются несколько операций или полная обработка всей детали. Оборудование и приспособления, как правило, общего назначения и универсальны. Применение специальных приспособлений в

единичном производстве экономически нецелесообразно, их используют только в исключительных случаях. Себестоимость выпускаемого изделия сравнительно высокая.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, выпускаемых периодически повторяющимися партиями. При серийном производстве используются универсальные, специализированные станки и станки с числовым программным управлением, оснащенные как специальными, так и универсальными и универсально-сборными приспособлениями, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления детали. В данном типе производства технологический процесс изготовления изделия в основном дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой и большим объемом выпускаемых изделий, непрерывно изготавливаемых в течение продолжительного периода времени. При массовом производстве технологические процессы разрабатываются подробно и оснащаются специализированным или специальным оборудованием и технологической оснасткой.

При массовом производстве возможно более широкое применение механизации и автоматизации производственных процессов, применение быстродействующей технологической оснастки.

Себестоимость изготовления изделий при данном типе производства самая низкая.

2.3 Технологическая часть

Проектирование технологических процессов представляет собой сложную, многовариантную задачу, правильное решение которой требует проведения ряда расчетов. Для каждого типа производства характерны свои маршруты изготовления деталей. Обычно разработку технологического процесса ведут в следующем порядке:

Устанавливают тип производства;

Выбирают рациональный метод получения заготовки согласно типу производства и конструктивным особенностям изготавливаемой детали;

Устанавливают маршрут обработки детали;

Выбирают металлорежущие станки на технологические операции с учетом наименьших трудовых и материальных затрат;

Определяют метод установки и закрепления заготовки на каждой технологической операции;

Выбирают необходимые станочные приспособления или намечают принципиальные схемы специальных приспособлений. Определяют метод установки и закрепления заготовки в приспособлении;

Разрабатывают технологические эскизы на каждую операцию или на отдельные переходы;

При необходимости производят разбивку технологической операции на более мелкие ее элементы (переход, установ, позиция);

Выбирают стандартный режущий инструмент или разрабатывают конструктивные эскизы специальных режущих инструментов с указанием материала режущей части;

Выбирают (при необходимости) вспомогательный инструмент для технологической операции;

Устанавливают метод контроля обрабатываемых поверхностей детали и стандартный измерительный или специальный инструмент;

Устанавливают (при необходимости) смазывающее охлаждающее техническое средство (СОТС) на операцию;

Производят расчет режимов обработки на все переходы операции и устанавливают технически обоснованную норму времени на каждую операцию;

Оформляют комплект технологической документации.

Проектируемая технологическая операция должна решать конкретную задачу: удалить наибольший слой металла с обрабатываемой поверхности (черновая обработка), или получить более точные размеры и взаимное расположение поверхностей (чистовая обработка) или добиться высокого

качества и точности обрабатываемых поверхностей детали (отделочная обработка).

Какая бы задача ни ставилась в разрабатываемой операции, необходимо исходить из условий сокращения трудовых затрат и повышения качества выпускаемой продукции.

Обычно рекомендуется разрабатывать технологический процесс для черновой обработки, при котором допускается снимать наибольший слой металла и сразу же выявлять дефекты заготовок, а также снимать внутренние напряжения, вызывающие деформацию детали. При черновой обработке можно сократить основное время на изготовление детали путем увеличения глубины резания и повышения режимов обработки.

2.3.1 Выбор вида и метода получения заготовки

Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость изготовления детали и экономичность ее обработки.

В машиностроении основными видами заготовок для деталей машин являются стальные и чугунные отливки, отливки из цветных металлов и сплавов, штамповки и всевозможные профили проката.

Способ получения заготовки должен быть наиболее экономичным при заданной программе выпуска деталей.

При выборе вида заготовки необходимо учитывать не только ее размеры, форму и эксплуатационные условия работы детали, но и экономичность ее производства. Если при выборе метода получения заготовки возникают затруднения, какой метод изготовления принять для той или иной детали, производят технико-экономический расчет двух или нескольких выбранных вариантов.

В курсовом проекте при выполнении данного пункта следует описать метод получения заготовки в заводских условиях, а также показать его целесообразность или предложить другой, более рациональный способ получения

заготовки с учетом заданного типа производства, материала, конфигурации детали и другим техническим требованиям на изготовление детали.

После обоснования способа получения заготовки необходимо дать краткое описание технологического процесса ее получения и обосновать выбор плоскости разреза формы или штампа, величину принятых радиусов, округлений и формовочных уклонов.

Технико-экономический расчет производят в следующей последовательности:

Устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали и другим техническим требованиям на изготовление детали;

Назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали по нормативным таблицам или производят расчет аналитическим методом;

Определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;

Назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода получения заготовки;

Производят расчет массы заготовки;

Определяют коэффициент использования материала.

Определяют себестоимость изготовления заготовки для сопоставления выбранных вариантов и определения экономического эффекта получения заготовки;

Определяют годовую экономию материала от сопоставляемых вариантов получения заготовки;

Определяют годовую экономию выбранного варианта получения заготовки в денежном выражении.

Величину припуска на механическую обработку стальных поковок общего назначения, изготавливаемых методом горячей объемной штамповки на разных видах кузнечнопрессового оборудования, методом литья определяют по табличным нормативам согласно массе заготовки, точности ее изготовления, группе стали, степени сложности, габаритным размерам, шероховатости

обрабатываемых поверхностей и другим конструкторским элементам детали и техническим требованиям на ее изготовление.

Расчетные размеры заготовки определяют по следующим формулам: - при обработке наружных и внутренних поверхностей тел вращения

$$D_{заг} = d_{дет} \pm 2Z_o,$$

где $d_{дет}$ - диаметр обрабатываемой детали, мм ;

$2Z_o$ - общий припуск на обработку, мм ;

- при односторонней обработке плоских поверхностей

$$A_{заг} = A_{дет} + Z_o,$$

где $A_{дет}$ - размер обрабатываемой плоской поверхности, мм ;

Расчетные размеры на заготовку округляют до технологической возможности оборудования и экономической целесообразности принятой точности. Рекомендуется расчетные размеры заготовок округлять в сторону увеличения припусков в зависимости от степени точности и типа производства.

Допуски на размеры заготовки назначают по таблицам в зависимости от метода получения заготовок (прокат, литье, штамповка и др.).

Примеры определения припусков, допусков и расчет размеров исходной заготовки подробно рассмотрены в разделе 1 настоящего учебного пособия.

2.3.2 Анализ базового технологического процесса

Используя материалы технологической практики, следует описать и дать анализ действующего на предприятии технологического процесса изготовления детали, указать его достоинства и недостатки, дать анализ всех операций, охарактеризовать режимы резания и времени, применяемое технологическое оборудование и приспособления, режущий и измерительный инструмент.

При описании и анализе заводского технологического процесса механической обработки заготовки необходимо дать характеристику заготовки, метод ее получения, трудоемкость и стоимость изготовления.

Анализ действующего на заводе технологического процесса должен быть проведен с точки зрения обеспечения заданного качества, высокой производительности и экономичности.

Если заводской технологический процесс на обрабатываемую деталь имеет только маршрутное описание, то, руководствуясь материалами технологической практики, необходимо дать подробное описание операций, режимов резания, норм времени на обработку и других показателей

Необходимо отметить положительные и отрицательные стороны, а также, дать общую оценку технического уровня технологического процесса с учетом использования в нем средств механизации и автоматизации, соблюдения принципа концентрирования обработки. Следует также учесть соответствие оформления технологической документации согласно требованиям ЕСКД, ЕСТД, ЕСТП.

В заключение данного пункта дать свои предложения по усовершенствованию отдельных операций и процесса в целом, а также отметить операции, которые целесообразно применить в проектируемом технологическом процессе.

2.3.3 Разработка проектного технологического процесса

Разработка маршрутного технологического процесса изготовления детали является основой всего курсового проекта. От правильности и полноты разработки маршрутного технологического процесса во многом зависят организация производства и дальнейшие технико-экономические показатели проекта в целом.

При разработке технологического процесса необходима исходная базовая информация, к которой относится: рабочий чертеж детали, технические требования, регламентирующие точность, параметры шероховатости поверхности и другие требования качества, а также годовой объем выпуска деталей.

В технологической части курсового проекта необходимо дать анализ и обоснование разрабатываемого технологического процесса. Прежде всего, необходимо выделить все операции, в которых применяется прогрессивное станочное оборудование, быстродействующие приспособления, специальный режущий и измерительный инструмент. Характер технологического процесса в

курсовом проекте определяется типом производства и условиями проектирования, указанными в задании.

Разработка технологического процесса должна быть основана на использовании последних научно-технических достижений в области машиностроения и направлена на повышение технического уровня производства, качества продукции и производительности труда.

Разрабатывая технологический процесс обработки детали, в первую очередь намечают маршрут обработки детали. Здесь нужно учитывать, что при обработке заготовки последовательно решается несколько задач:

- снятие основного припуска (черновая обработка);
- получение заданных размеров, заданной формы и взаимного расположения поверхностей;
- получение заданной чистоты поверхности и качества поверхностного слоя (отделка, упрочнение).

Разделение припуска механической обработки на черновые и чистовые операции связано с тем, что при обработке любой поверхности нельзя избежать ее некоторого искажения в результате перераспределения внутренних напряжений детали при снятии припуска, а также вследствие ее нагрева при обработке и усилий закрепления. Если какую-либо поверхность сразу обработать с высокой точностью, то из-за влияния вышеперечисленных факторов она эту точность неизбежно потеряет. Кроме того, эта поверхность может быть повреждена при дальнейшем закреплении детали или при транспортировании ее с операции на операцию.

Искажения от всех перечисленных факторов тем меньше, чем меньше снимаемый при обработке слой металла, т.е. припуск, поэтому снимать его принято не сразу, а поэтапно: большую часть на черновых, значительно меньшую – на чистовых операциях. Также, учитывается следующее: на черновых операциях, когда снимается самая большая стружка и наиболее сказываются вышеперечисленные факторы, не предъявляются высокие требования к точности обработки, поэтому можно использовать менее точные, но мощные станки.

Чистовые и доводочные операции можно производить на высокоточных станках, не подвергая их большим нагрузкам, что более экономично.

При разработке технологического процесса следует стремиться к сокращению числа операций, т.к. это уменьшает потребность в станках, рабочих, производственных площадях и ведет к снижению себестоимости изготовления детали.

Это правило называется методом концентрации операций. Оно характеризуется объединением нескольких переходов в одну сложную операцию, выполняемую на одном станке.

Концентрация операций ведется двумя способами:

1. Одновременной обработкой нескольких поверхностей набором инструментов (например, на многорезцовом токарном станке), а также применением комбинированных инструментов.
2. Последовательной обработкой нескольких поверхностей на одном станке (например, на револьверном станке) разными инструментами.

Метод концентрации операций сокращает производственный цикл механической обработки, уменьшает число станков, но имеет один недостаток: он требует применения сложных многоинструментальных станков и высококвалифицированных наладчиков.

Данный метод стремятся применять в мелкосерийном и единичном производствах.

В крупносерийном и массовом производствах применяют метод дифференцированных операций, т.е. расчленение на простые операции, состоящих из минимального количества переходов.

Для мелкосерийного производства технологический процесс следует разрабатывать по принципу группового метода обработки деталей, дающего возможность эффективно применять на универсальном оборудовании специализированную высокопроизводительную технологическую оснастку. В мелкосерийном производстве в настоящее время широко используются станки с числовым программным управлением (ЧПУ), которые не требуют длительной

переналадки при переходе на обработку от одной заготовки на другую, что позволяет вести обработку широкой номенклатуры заготовок, а также повысить культуру труда.

Эффективность применения станков с ЧПУ обеспечивается:

- отбором номенклатуры заготовок (по сложности конструкции; по возможности концентрации операций; исключением разметочных и слесарных работ; замены дорогостоящего оборудования и технологической оснастки);
- повышением технологичности конструкции детали;
- групповым методом обработки деталей (классификацией деталей, поверхностей, группированием деталей).

Обеспечение процесса обработки детали производится по следующей схеме:

- ознакомление с существующим опытом изготовления аналогичной детали (заготовка, маршрут обработки, структура операций, приспособления, режущий инструмент, режимы резания);
- разработка технологической документации (операционная технологическая карта, траектория движения режущих инструментов, управляющая программа);
- проверка и корректировка управляющей программы (отработка программы без установки режущих инструментов, пробная обработка макета заготовки).

Запись технологических переходов производится так же, как и описание технологического процесса, проектируемого на станок с ручным управлением. Независимо от типа производства необходимо произвести подробную разработку технологического процесса.

Проектирование операционного технологического процесса с использованием станков с ЧПУ должно быть экономически целесообразно.

Методика проектирования технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ имеется в соответствующей учебной и справочной литературе.

При разработке технологического процесса следует руководствоваться следующими принципами:

В первую очередь обработать те поверхности, которые являются базовыми при дальнейшей обработке;

Затем обработать те поверхности, с которых снимается наибольший слой металла;

Далее выполнять обработку тех поверхностей, при снятии металла с которых в наименьшей степени уменьшается жесткость детали;

В начало технологического процесса следует относить те операции, на которых можно ожидать повышенного брака из-за дефектов металла;

Поверхности, связанные высокой точностью относительно положения (соосность, перпендикулярность и др.) обрабатывать следует с одного установа;

Совмещение черновой и чистовой обработок нежелательно. Такое совмещение допускается при обработке жестких деталей с небольшими припусками на механическую обработку.

Таким образом, располагать операции следует в определенном порядке, руководствуясь правилами выбора и последовательности этапов обработки различных поверхностей. Следует предусмотреть промежуточные операции контроля, термической обработки и др. правильно определить их место в технологическом процессе.

Рекомендуется руководствоваться так же типовыми технологическими процессами.

Более подробные рекомендации по разработке технологических процессов механической обработки деталей приведены в учебной и справочной технической литературе, а также в стандартах ЕСТД и ЕСТПП.

Технологический процесс механической обработки должен разрабатываться в соответствии с ЕСТПП и удовлетворять требованиям ГОСТ14.301-83 «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения».

Маршрутная карта является основным документом технологического процесса. Заполнять ее следует по ГОСТ3.1118-82 «Формы и правила оформления маршрутных карт». Примеры заполнения карт технологического процесса механической обработки приведены в приложениях настоящего пособия.

2.3.3.1 Выбор технологического оборудования

Выбор оборудования является одной из важнейших задач при проектировании технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и, в конечном итоге, себестоимость изделия.

В зависимости от объема выпуска изделий выбирают станки по степени специализации и высокой производительности, а также станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Выбор технологического оборудования производится из следующих соображений:

Выбранный станок должен обеспечивать выполнение технологических требований, предъявляемых к изготовлению детали;

Размеры рабочей зоны станка должны соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;

Производительность станка должна соответствовать заданной программе выпуска деталей;

Мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести обработку на оптимальных режимах резания с наименьшими затратами времени и наименьшей себестоимостью.

При выборе станочного оборудования необходимо учитывать современные достижения отечественного машиностроения.

2.3.3.2 Выбор станочных приспособлений

При разработке технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, точности обработки, улучшению условий труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок делает ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоемкость обработки заготовок за счет сокращения вспомогательного времени на установку, выверку и закрепление.
- расширяет технологические возможности станков;
- создает возможность одновременной обработки нескольких, заготовок, закрепленных в одном приспособлении.

Правила выбора технологической оснастки в соответствии с ГОСТ14.305-73, предусматривают шесть систем технологической оснастки, которые предназначены для выполнения различных видов работ в зависимости от типа производства.

К системам технологической оснастки относятся системы:

- неразборной специальной оснастки (НСО);
- универсально-наладочной оснастки (УНО);
- универсально-сборной оснастки (УСО);
- сборно-разборной оснастки (СРО);
- универсально-безналадочной оснастки (УБО);
- специализированной наладочной оснастки (СНО).

Выбор станочных приспособлений производится с учетом характера операций, типа производства, типов и моделей станков, видов обработки.

Выбранные приспособления должны быть надежными, безопасными в работе, удобными в управлении, быстродействующими, а также обеспечивать правильную установку заготовки, автоматическое обеспечение точности, экономичность обработки, повышать производительность труда;

Выбор универсальных приспособлений производится по справочникам, каталогам, нормативной документации (наименование, обозначение по стандарту и номер стандарта). Данные заносятся в соответствующую строку технологических документов.

2.3.3.3 Выбор режущего инструмента

Исходными данными для выбора режущего инструмента является тип производства, форма, размер и тип обрабатываемой поверхности, обрабатываемый материал, требуемая точность и шероховатость поверхности, тип станка и другие факторы.

При выборе режущего инструмента необходимо стремиться использовать стандартный режущий инструмент, но, когда целесообразно, следует применять комбинированный или фасонный режущий инструмент, дающий возможность обрабатывать несколько поверхностей за один переход и позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

Режущий инструмент должен обеспечивать высокую производительность, поэтому рекомендуется применение металлокерамических твердых сплавов и синтетических алмазов, вследствие их высокой режущей способности и большой стойкости.

Правильный выбор режущей части инструментов имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки.

Для обработки сталей рекомендуется применять инструмент, режущая часть которых изготовлена из титановольфрамовых твердых сплавов (Т5К10, Т15К6, Т30К4 и др.), быстрорежущих инструментальных сталей (Р9, Р18, Р9К5, Р6М5 и др.), вольфрамовых твердых сплавов (ВК2, ВК4, ВК6, ВК8м и др.)

Для обработки чугуна, цветных металлов и неметаллических материалов используют инструменты из вольфрамовых твердых сплавов.

Режущий инструмент необходимо выбирать по соответствующим стандартам, справочникам, каталогам в зависимости от методов обработки деталей.

Если технологические особенности детали не ограничивают высоких скоростей резания, то предпочтительнее применять высокопроизводительные конструкции режущего инструмента, оснащенного многогранными неперетачиваемыми сменными пластинками с механическим креплением к корпусу инструмента, т.к. это экономически выгодно.

2.3.3.4 Выбор контрольно- измерительных средств

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки для межоперационного и окончательного контроля обрабатываемых поверхностей необходимо использовать стандартный измерительный инструмент, учитывая тип производства, но, когда целесообразно, можно применять специальный контрольно-измерительный инструмент или контрольно-измерительное приспособление.

В целом, контрольно-измерительные инструменты должны выбираться в зависимости от вида измеряемой поверхности, точности механической обработки, типа производства.

Метод контроля должен способствовать повышению производительности труда станочника или контролера, создавать условия для улучшения качества выпускаемой продукции, снижать себестоимость ее изготовления.

В единичном и мелкосерийном производстве следует использовать универсальные инструменты: штангенциркули, микрометры, угломеры и т.д.

В крупносерийном и массовом производстве применяют предельные калибры (шаблоны, скобы, пробки и др.), методы активного контроля, предотвращающие появление брака.

Общие правила выбора контрольно-измерительных средств указаны в ГОСТ14.306-73.

Завершить выполнение раздела по разработке проектного технологического процесса следует заполнением таблицы 5 «Схема изготовления детали».

Таблица 5. -Схема изготовления детали

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Приспособление	Режущий инструмент	Измерительный инструмент
1	2	3	4	5	6

2.3.4 Определение припусков, допусков и межоперационных размеров

Правильное установление величины припусков на механическую обработку имеет очень большое значение и является ответственной технико-экономической задачей. Припуск должен быть минимальным, но вполне достаточным для выполнения механической обработки поверхности, обеспечивающим соблюдение технических требований по точности размеров и качеству поверхностей при наименьших затратах на обработку заготовки.

В массовом и крупносерийном производстве промежуточные припуски рекомендуется рассчитывать аналитическим методом, что позволяет обеспечить экономию материала, электроэнергии и другие материальные и трудовые ресурсы производства.

В серийном и единичном производствах используют статистический (табличный) метод определения промежуточных припусков на обработку заготовки.

После расчета промежуточных размеров определяют допуски на эти размеры, соответствующие экономической точности данной операции. Промежуточные размеры и допуски на них определяют для каждой обрабатываемой поверхности детали.

Черновые операции обычно следует выполнять с более низкими техническими требованиями на изготовление (12-14 квалитет), полустистовые – на один - два квалитета ниже и окончательные операции выполняются по требованиям рабочего чертежа.

Шероховатость обрабатываемых поверхностей зависит от степени точности и назначается по справочным таблицам.

При назначении промежуточных предельных отклонений необходимо учитывать данные рекомендации при разработке технологического процесса изготовления деталей.

Для расчета межоперационного припуска расчетно-аналитическим методом используют следующие формулы:

-для поверхностей вращения:

$$2Z_{ai} = T_{i-1} + 2(R_{z(i-1)} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2});$$

-для плоских поверхностей:

$$Z_i = T_{i-1} + R_{z(i-1)} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_i,$$

где T_{i-1} - допуск на промежуточный размер на промежуточном переходе, мкм;

$R_{z(i-1)}$ - высота неровностей профиля по десяти точкам, полученная на предшествующем переходе, мкм;

h_{i-1} - глубина дефектного поверхностного слоя полученного на предшествующем переходе, мкм;

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - суммарные отклонения формы и расположения поверхностей, полученные на предшествующем переходе, мкм;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Межоперационные припуски следует определять с использованием расчетной карты для каждой обрабатываемой поверхности (см. таблицу 4).

Таблица 6 Расчетная карта для определения межоперационных припусков

Размер детали	Номер перехода	Наименование (содержание) перехода	Допуск T , мкм	Элементы припуска, мкм				Припуск $2Z_{ai}$, мкм	Средний расчетный размер, мм
				R_z	h	Δ_{Σ}	ε		

В расчетной карте указывается размер, на который рассчитывают припуск и для каждого перехода записывают $R_z; h; \Delta; \varepsilon$. Допуски, и параметры качества поверхности на последнем переходе принимают по чертежу детали.

Отклонение расположения Δ_{Σ} необходимо учитывать: у заготовок (под первый технологический переход), после черновой и получистовой обработки лезвийным инструментом (под последующий технологический переход), после термической обработки, если даже деформации не было. В связи с уменьшением отклонений на стадиях чистовой и отделочной обработки ими пренебрегают.

Различают общее и местное отклонение оси детали от прямолинейности (кривизну).

Так, при установке в центрах общее отклонение определяют по формуле:

$$\Delta_{\Sigma \kappa} = \Delta_{\kappa} l,$$

местное отклонение

$$\Delta_{\Sigma \kappa.м.} = \frac{\Delta_{\kappa} (l^2 - l_x^2)}{l(1 + 4\Delta_{\kappa}^2)}, \text{ (точно);}$$

приближенно $\Delta_{\Sigma \kappa} = (l - l_x) \Delta_{\kappa}$;

При консольном закреплении общее отклонение

$$\Delta_{\Sigma \kappa} = l \frac{\Delta_{\kappa}}{\Delta_{\kappa}^2 + 0,25}, \text{ (точно);}$$

$$\Delta_{\Sigma \kappa} = 2 \Delta_{\kappa} l \cos[\arctg(2 \Delta_{\kappa})], \text{ (приближенно)}$$

где $\Delta_{\Sigma \kappa}$ - отклонение оси детали от прямолинейности, мкм на 1 мм (в справочных материалах именуется кривизной);

Суммарное значение двух отклонений расположения определяют как векторную сумму:

$$\overline{\Delta_{\kappa}} = \overline{\Delta_1} + \overline{\Delta_2}.$$

Для векторов при направлении:

совпадающем $\Delta_{\kappa} = \Delta_1 + \Delta_2$;

противоположном $\Delta_{\kappa} = \Delta_1 - \Delta_2$.

В тех случаях, когда предвидеть направление векторов трудно, их суммируют:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2}.$$

Так суммарное отклонение расположения при обработке сортового проката круглого сечения (валик) в центрах

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

где Δ_{Σ} - общее отклонение оси от прямолинейности, мкм;

Δ_{η} - смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования.

$$\Delta_{\eta} = 0,25 \sqrt{T^2 + 1}, \text{ при } T \gg 1 \quad \Delta_{\eta} = 0,25 T,$$

где, T – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центрировании, мм.

Суммарные отклонения после сверления отверстия

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_o^2},$$

где C_o - смещение оси отверстия;

Δ_y - значение увода оси сверла;

l - длина просверливаемого отверстия, мм.

Расчитанные припуски по всем переходам заносят в карту.

Порядок определения промежуточных размеров и размеров исходной заготовки

Расчетные формулы для определения размеров наружных поверхностей:

$$a_{\min_{i-1}} = a_{\min_i} + z_{\min_i};$$

$$a_{\max_{i-1}} = a_{\min_i} + T_{i-1};$$

$$D_{\min_{i-1}} = D_{\min_i} + 2 z_{\min_i};$$

$$D_{\max_{i-1}} = D_{\min_i} + T_{D_{i-1}};$$

внутренних поверхностей

$$a_{\max_{i-1}} = a_{\max_i} - z_{\max_i};$$

$$a_{\min_{i-1}} = a_{\max_i} - T_{i-1};$$

$$D_{\max i-1} = D_{\max i} - 2z_{\min i} ;$$

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

где z_{\min} – минимальный (расчетный) припуск на сторону на выполняемый технологический переход;

$2z_{\min i}$ - минимальный (расчетный) припуск на обе стороны или по диаметру;

$a_{\min i-1}, D_{\min i-1}, a_{\max i-1}, D_{\max i-1}$ - соответственно наименьшие и наибольшие предельные размеры, полученные на выполняемом технологическом переходе, мм.

Порядок определения размеров для элементарной поверхности

Из чертежа детали берут и заносят в расчетную карту для конечного перехода наименьший (для наружных) или наибольший (для внутренних) поверхностей размер.

Для переходов обработки наружных поверхностей наименьший размер рассчитывают прибавлением к наименьшему предельному размеру по чертежу припуска z_{\min} .

При обработке внутренних поверхностей расчетным размером является наибольший размер. Расчет на предшествующем переходе определяют путем вычитания z_{\min} .

Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам округляют увеличением (уменьшением) их до того же знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Находятся фактические предельные значения припусков z_{\max} как разность наибольших предельных размеров и z_{\min} как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов (выполняемого и предшествующего переходов).

Общие припуски $z_{\text{общ min}}$ и $z_{\text{общ max}}$ определяют как сумму промежуточных припусков на обработку.

Правильность проведенных расчетов проверяют по формулам:

$$Z_{i_{\max}} - Z_{i_{\min}} = T_{i-1} - T_i ;$$

$$2Z_{i_{\max}} - 2Z_{i_{\min}} = T_{D_{i-1}} - T_{D_i} ;$$

$$Z_{\text{общ max}} - Z_{\text{общ min}} = T_z - T_o ;$$

$$2Z_{\text{общ max}} - 2Z_{\text{общ min}} = T_{D_z} - T_{D_o} .$$

Примеры определения припусков, допусков и размеров исходной заготовки подробно рассмотрены в разделе 1 настоящего пособия.

2.3.5 Расчет и назначение режимов резания

Разработка технологического процесса механической обработки завершается установлением технологических норм времени для каждой операции. Для этого изначально нужно определить режимы резания для каждого перехода.

Чтобы добиться оптимальных норм времени на операцию, необходимо в полной мере использовать режущие свойства инструмента и производственные возможности технологического оборудования.

При выборе режимов резания необходимо придерживаться определенного порядка, т.е. при назначении и расчете режима обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип оборудования и его состояние. Следует помнить, что элементы режимов обработки находятся во взаимной функциональной зависимости, устанавливаемой эмпирическими формулами. Порядок расчета режимов резания при различных видах работ является единым и осуществляется двумя методами – по эмпирическим формулам (с последующей корректировкой по паспортным данным станка) с учетом необходимых поправочных коэффициентов и по нормативам, с корректировкой по паспортным данным станка. В курсовом проекте режимы резания аналитическим методом должны производиться на одну – две операции, а на остальные операции – назначаться.

В общем случае расчет режимов резания проводится в следующей последовательности:

Определяют глубину резания, t , мм и число рабочих ходов в зависимости от припусков на обработку. Глубину резания назначают по возможности наибольшую, в зависимости от требуемой точности и шероховатости обрабатываемой поверхности и технических требований на изготовление детали.

Определяют подачу в зависимости от шероховатости. Подачу назначают максимально возможную, с учетом погрешности и жесткости технологической системы, мощности привода станка, степени точности и качества обрабатываемой

поверхности. Принятые по нормативам значения подач корректируют по паспортным данным станка. От правильно установленной подачи во многом зависит качество обработки и производительность труда. Для черновых технологических операций назначают максимально допустимую подачу.

Примечание: при фрезерных работах для чернового фрезерования выбирается подача на зуб (S_z , мм/зуб), при чистовом – подача на оборот (S_o , мм/об).

Определяют скорость резания по эмпирическим формулам (см. далее) с учетом жесткости технологической системы. Аналитический расчет режимов резания производится с учетом необходимых поправочных коэффициентов.

По расчетной скорости определяется частота вращения по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D},$$

где v - расчетная скорость резания, м/мин;

D – диаметр обрабатываемой детали (при точении, шлифовании и т.д.) или диаметр режущего инструмента (при фрезеровании, сверлении и т.д.), мм.

Найденное значение n следует откорректировать по паспорту станка и принять ближайшее меньшее.

По принятой частоте вращения определяется действительная скорость резания v_o .

$$v_o = \frac{\pi D n_o}{1000}, \text{ м/мин};$$

$$v_o = \frac{\pi D n_o}{1000 \cdot 60}, \text{ м/с}$$

Определяют силу резания по эмпирическим формулам (см. далее).

Определяют мощность резания. Следует проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{рез} \leq N_{эф},$$

где $N_{эф}$ - эффективная мощность резания, кВт

$$N_{эф} = N_{дв} \cdot k \cdot \eta,$$

где $N_{дв}$ - мощность электродвигателя станка, кВт,

k – коэффициент перегрузки ($k=0,8$),

η - к. п. д. станка. Выбирается из паспорта станка.

Примечание: Если указанное условие не выполняется, следует выбирать более мощную модель станка или уменьшать режимы резания.

При определении режимов резания по эмпирическим формулам существует ряд основных формул для расчета.

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении и растачивании определяют по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} k_v$$

где T – среднее значение стойкости (при одноинструментной обработке $T=30 - 60$ мин). Значение коэффициента C_v и показателей степени x, y, m приведены в справочной литературе [45]

$$k_v = k_{mv} k_{nv} k_{uv}$$

где k_{mv} - коэффициент, учитывающий материал заготовки,

k_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

k_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Силу резания при наружном продольном и поперечном точении, подрезании, растачивании, фасонном точении определяют по формуле

$$P_{xyz} = 10 C_p t^x S^y v^n k_p, \text{ Н}$$

При отрезании, фасонном точении t - длина лезвия резца, мм.

Мощность резания, кВт, рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}$$

При одновременной работе нескольких инструментов эффективную мощность определяют как суммарную мощность отдельных элементов.

При фрезеровании скорость резания – окружная скорость фрезы равна:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} k_v$$

Значения C_v , показателей степени и период стойкости T приведены в справочной литературе.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$k_v = k_{mv} k_{nv} k_{uv}$$

где k_{mv} - коэффициент, учитывающий материал заготовки,

k_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

k_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S^y B^u z}{D^q n^w} k_{mp}$$

где z – число зубьев фрезы;

n – частота вращения фрезы, мин^{-1} .

Значение коэффициента C_p и показателей степени, поправочные коэффициенты приведены в справочной литературе [45].

Величины остальных составляющих силы резания: горизонтальной (сила подачи) P_u , вертикальной P_v , радиальной P_y , осевой P_x определяют из соотношения с главной составляющей P_z из справочной литературы.

Скорость резания при сверлении

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v, \text{ м/мин},$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t_x S^y} k_v, \text{ м/мин}$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени приведены в справочной литературе

Осевую силу при сверлении определяют по формуле

$$P_o = 10 C_p D^q S^y k_p, \text{ Н}$$

а при рассверливании:

$$P_o = 10 C_p D^q t^x S^y k_p, \text{ Н.}$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени приведены в справочной литературе .

Крутящий момент при сверлении

$$M = 10 C_m D^q S^y k_p$$

При рассверливании и зенкерования

$$M = 10 C_m D^q t^x S^y k_p$$

Значение коэффициента C_m и показателей степени приведены в справочной литературе

Мощность резания определяют по формуле

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}, \text{ кВт}$$

Скорость резания при нарезании метрической резьбы метчиками, круглыми плашками, резьбовыми головками:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m S_z^y}, \text{ м/мин}$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени приведены в справочной литературе

Крутящий момент равен

$$M_{кр} = 10 C_m D^q P^y k_p$$

где P – шаг резьбы, мм;

D - номинальный диаметр резьбы, мм.

Значение коэффициента C_m и показателей степени приведены в справочной литературе

Мощность при нарезании резьбы

$$N = \frac{M_{кр} n}{9750}, \text{ кВт.}$$

По окончании расчетов все необходимые данные заносятся в соответствующие графы технологических карт.

Методика расчетов режимов резания при многоинструментальных работах на токарных многошпиндельных, многорезцовых автоматах и полуавтоматах, сверлильных, фрезерных и других металлорежущих станках имеет ряд отличий от расчетов одноинструментальной обработки.

Основными особенностями при расчете режимов резания при многоинструментальных наладках является необходимость согласования работы отдельных шпинделей, позиций, суппортов и отдельных инструментов между собой.

Назначение режимов резания при многоинструментальной обработке ведут по лимитирующему (наиболее нагруженному) инструменту.

Рекомендуется использовать методику расчетов режимов резания при многоинструментальных работах (справочник нормировщика-машиностроителя).

При расчете режимов резания на все виды работ, прежде всего, следует установить исходные данные, необходимые для расчета.

К исходным данным относятся требования технологического процесса на изготовление детали, схемы обработки (наладки), технологической оснастки и станочного оборудования.

При определении режимов резания табличным методом пользуются нормативными таблицами в зависимости от типа производства и установленного вида обработки заготовки. Данный метод из-за его простоты широко применяют в производственных условиях.

Определение режимов резания статистическим (табличным) методом выполняют следующим образом:

- определяют глубину резания t на обрабатываемую поверхность. При этом на черновую обработку следует назначать наибольшую глубину резания, равную всему межоперационному припуску на обработку при условии, что это позволяет мощность станка и жесткость системы.

При чистовой обработке глубину резания следует назначать в зависимости от требуемой точности и качества обрабатываемой поверхности в пределах $0,5 \dots 2,0$ мм на диаметр при шероховатости поверхности $R_a=4$ мкм и $R_a=2,5 \dots 1,25$ мкм в пределах $0,1 \dots 0,4$ мм.

- по таблицам устанавливают величину подачи, исходя из прочности державки и пластинки из твердого сплава, жесткости станка и характера

установки заготовки. При выборе величины подачи на чистовую обработку, учитывают точность и качество обработки.

При фрезеровании различают подачу на один зуб фрезы S_z , (мм/зуб), подачу на один оборот фрезы $S_o = S_z n$ (мм/об), минутную подачу $S_m = S_z z n_d$, мм/мин,

где z – число зубьев фрезы.

Минутная подача корректируется по паспортным данным станка, затем определяется действительная подача на зуб.

При шлифовании различают две подачи – продольную и поперечную (глубина резания). Продольная подача задается в долях ширины круга S_d на один оборот заготовки:

$$S_{np} = S_d B_{кр} ,$$

где $B_{кр}$ – ширина шлифовального круга, мм.

Доля ширины круга при черновой обработке $S_d = 0,3 \dots 0,5$ при диаметре заготовки до 20мм; $S_d = 0,7 \dots 0,85$ при диаметре заготовки 20мм; $S_d = 0,2 \dots 0,4$ мм при чистовой обработке.

Продольная подача на шлифование назначается после выбора скорости вращения заготовки. Выбранные подачи необходимо откорректировать по паспорту станка.

- определяют скорость резания. Скорость резания устанавливают по табличным нормативам для определенных условий обработки, и, если они отличаются, то табличную скорость необходимо умножить на коэффициенты. Затем определяют частоту вращения шпинделя, которую корректируют по паспортным данным станка. Обычно принимают ближайшее меньшее значение, однако допускается принимать ближайшее большее значение, если оно не превышает 10% от паспортных данных станка.

После определения по паспорту частоты вращения определяют действительную скорость резания.

- проверяют режимы резания по мощности станка. Потребная мощность на резание, взятая из нормативов, не должна превышать фактической мощности электродвигателя станка. При недостаточной мощности привода станка следует уменьшить скорость резания, а не величину подачи или глубину резания, т.к.

одинаковое изменение указанных параметров, обеспечит большее повышение стойкости режущего инструмента.

- определяют основное время по переходам и на всю операцию, а также технические нормы времени на операцию в целом.

2.3.6 Техническое нормирование операций

Расчет технической нормы времени на каждую операцию проводят после всех предшествующих работ[43].

Целью технического нормирования является определение технически обоснованных норм времени на операцию для последующих расчетов стоимости изготавливаемой детали, числа производственного оборудования, заработной платы рабочих и планирования производства.

Техническую норму времени определяют на основе технических возможностей технологической оснастки, режущего инструмента, станочного оборудования и правильной организации рабочего места.

Норма времени является одним из основных факторов для оценки совершенства технологического процесса и выбора наиболее прогрессивного варианта обработки заготовки

В крупносерийном и массовом производстве норма штучного времени на механическую обработку одной заготовки определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_в + T_{обс} + T_{отд},$$

Где T_o – основное (технологическое) время, мин;

$T_в$ – вспомогательное время, мин;

$T_{обс}$ – время на техническое и организационное обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отд}$ – время на отдых и личные надобности рабочего, мин.

Время на обслуживание и время на отдых, и личные надобности берется в процентах от оперативного времени, которое определяется как сумма основного и вспомогательного времени:

$$T_{он} = T_o + T_в, \text{ мин}$$

Основное (машинное, машинно-автоматическое или технологическое) время определяют по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_m} = \frac{l + l_1 + l_2}{S \cdot n}, \text{ мин},$$

Где L – длина рабочего хода, мм;
 S_m – минутная подача, мм/мин;
 l – длина обработки, мм;
 l_1 – длина врезания, мм;
 l_2 – длина перебега инструмента, мм;
 S – подача, мм/об или мм/дв.ход;
 N – частота вращения, мин^{-1} или число двойных ходов в минуту.

Вспомогательное время на операцию определяют по формуле:

$$T_6 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ мин},$$

где t_1 – время на установку и снятие заготовки, мин;

t_2 – время, связанное с переходом, мин;

t_3 – время на контрольное измерение поверхности, мин;

t_4 – время, не вошедшее в комплекс, мин.

В серийном производстве необходимо также учитывать подготовительно-заключительное время $T_{n-з}$, рассчитываемое по нормативам.

Штучно-калькуляционное время на операцию в условиях серийного производства определяют по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-з}}{n}, \text{ МИН},$$

Где n – число деталей в партии, шт.

2.4 Конструкторская часть

2.4.1 Разработка и обоснование конструкции режущего инструмента.

При проектировании технологического процесса механической обработки необходимо стремиться к использованию стандартного режущего инструмента, который исключает дополнительные производственные затраты. В крупносерийном и массовом производстве следует применять специальный режущий инструмент, который позволяет производить одновременную обработку нескольких поверхностей или одну сложную поверхность, которая требует совмещения продольных и поперечных подач или специальных приспособлений.

Проектирование специального режущего инструмента выполняется для одной операции техпроцесса обработки заданной детали.

Следует проектировать специальный режущий инструмент: фасонные резцы и фрезы; набор фрез; протяжки и др.

При проектировании режущего инструмента необходимо произвести расчеты геометрических параметров, формы и размеров инструмента, а также расчет на прочность.

При конструировании режущего инструмента необходимо:

Найти оптимальные углы заточки;

Определить силы, действующие на режущую часть;

Подобрать материал режущей части инструмента и материал крепежной части инструмента;

Установить допускаемые отклонения на размеры рабочей части и соединительной части в зависимости от условий работы и требуемой точности и качества обработки;

Произвести необходимые расчеты элементов режущего инструмента и при необходимости произвести расчет на прочность и жесткость;

Разработать рабочий чертеж режущего инструмента со всеми необходимыми видами, сечениями, разрезами и техническими требованиями на его изготовление и эксплуатацию.

При разработке рабочего чертежа режущего инструмента необходимо выполнять требования ЕСКД. На рабочем чертеже должны быть указаны все необходимые размеры для изготовления, допуски на размеры, форму и взаимное расположение отдельных поверхностей и элементов, твердость рабочей части, твердость крепежной части, материал режущей части инструмента.

В пояснительной записке указывается:

- Для какой операции спроектирован инструмент, его назначение.
- Что дает применение спроектированного режущего инструмента.
- Устройство инструмента.
- Стойкость, материал, геометрия.
- Расчеты, связанные с проектированием: например – сечение державки резца; диаметр отверстия фрезы; размеры конусного хвостовика; число зубьев и т.п.

Расчет режущего инструмента должен быть иллюстрирован графически в виде отдельных его элементов.

2.4.2 Разработка и обоснование конструкции контрольно-измерительного инструмента.

Повышение качества продукции машиностроения во многом зависит от правильной организации технического контроля и применения прогрессивных методов контроля.

В зависимости от контролируемых изделий контроль может быть сплошным или выборочным. Сплошной контроль исключает возможность попадания дефектной продукции потребителю, однако, этот метод очень трудоемкий и при выпуске большого объема изделий является экономически нецелесообразным. Более рациональным при массовом производстве является выборочный контроль.

Для контроля промежуточных и окончательных размеров изделий используется как стандартный, так и специальный измерительный инструмент или специальные контрольные приспособления.

В курсовом проекте проектирование специального измерительного инструмента выполняется для одной операции техпроцесса.

В качестве проектируемого инструмента могут быть выбраны предельные резьбовые, гладкие, конусные калибры и др.

По согласованию с преподавателем могут быть также спроектированы сложные измерительные приборы.

В пояснительной записке следует выполнить описание и расчет:

- Для какой операции спроектирован измерительный инструмент, его назначение.
- Что дает применение спроектированного измерительного инструмента.
- Устройство измерительного инструмента (принцип работы).
- Материал инструмента, термообработка, твердость рабочих поверхностей, клеймение.
- Расчет исполнительных размеров.
- Схема расположения полей допусков.

2.5 Список использованной литературы

Данный пункт следует начать с нового листа.

Список литературы, использованной в процессе работы над курсовым проектом, размещают в алфавитном порядке в соответствии с правилами оформления текстовых материалов.

Например:

1. Ганенко А.П. и др. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных экзаменационных работ (требования ЕСКД): Учеб. Пособие для сред. проф. образования/ А.П.Ганенко, Ю.В.Миловская, М.И.Лапсарь. – 2-е изд., стереотип. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2018.

2. ГОСТ 2.307-16 Нанесение размеров и предельных отклонений. – М.: Изд-во стандартов.

3. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2016.

Приложение 1 Пример оформления маршрутной карты (1 лист)

ГОСТ 3.1118-82 форма 1														
Дубл.														
Взам.														
Пол.														
Разраб.	Лобанов								АБВ 60140.00008	3				
Проверил	Барбарина													
Рецензент	Марушкина													
Н.контр.														
		Гр.0431	ЛК2233-4484								АБВ 60140.00008			
		Фреза												
Сталь 45 ГОСТ 1050-80														
М01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.раск.	ЮМ	Код загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
М02	КГ	0,208	1	0,43	0,53				1	0,394				
А	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции										
Б	Код,наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тшт.		
<i>Перед началом всех видов работ ознакомиться с инструкцией по технике безопасности</i>														
А03														
Б04	0010	Фрезерно-сверильная	АБВ 60140.00008		2 опер		3	1	1	3	1	1	38	1,22
А05	Универсальный 4-х позиционный станок УАФС с ЧПУ													
Б06														
07	0020	Токарная	АБВ 60140.00008		2 опер		3	1	1	1	1	30	1,18	
А08	Токарный станок с ЧПУ 1ИБ11ПМФ3													
Б09														
10	0030	Токарная	АБВ 60140.00008		2 опер		3	1	1	1	1	30	1,84	
А11	Токарный станок с ЧПУ 1ИБ11ПМФ3													
Б12														
13	0040	Фрезерная	АБВ 60140.00008		2 опер		3	1	1	1	1	18	0,75	
А14	Вертикально-фрезерный станок БН10													
Б15														
МК	Маршрутная карта													

Приложение 2 Пример оформления маршрутной карты (2 лист)

ГОСТ 3.1118-82		форма 16																
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
1.2373.4500.003		АБВ 01.100.00008																
Вал		АБВ 01.100.00008																
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
Б	Код, наименование, обозначения					Обозначение код												
						ОПП	ЕВ	ВН	КИ	Нрзх.								
Наименование детали, об. единицы или материала																		
А01				0050	Фрезерная	АБВ 60140.00008												
Б02					Горизонтально - фрезерный станок 6П80Г	2	фрез.	3	1	1	1	1	1	1	18	3,7		
03																		
А04				0060	Фрезерная	АБВ 60140.00008												
Б05					Горизонтально - фрезерный станок 6Н10	2	фрез.	3	1	1	1	1	1	1	18	2,24		
06																		
А07				0070	Маркировочная	АБВ 60140.00008												
Б08					Установка для маркировки	2	слесарь	3	1	1	1	1	1	1	10	1,2		
08																		
А10				0080	Термическая	АБВ 60140.00008												
Б11					Печь электрическая ПЭ - 2 со средой защитного газа	2	терм.	3	1	1	10	1	1	1				
12					по технологии ОГМет													
13																		
А14				0090	Шлифовальная	АБВ 60140.00008												
Б15					Крутойшлифовальный станок 3А110	2	шлиф	4	1	1	1	1	1	1	12	1,4		
16																		
Б МК	Маршрутная карта																	Формат А4

Приложение 4 Пример оформления операционной карты (2 лист)

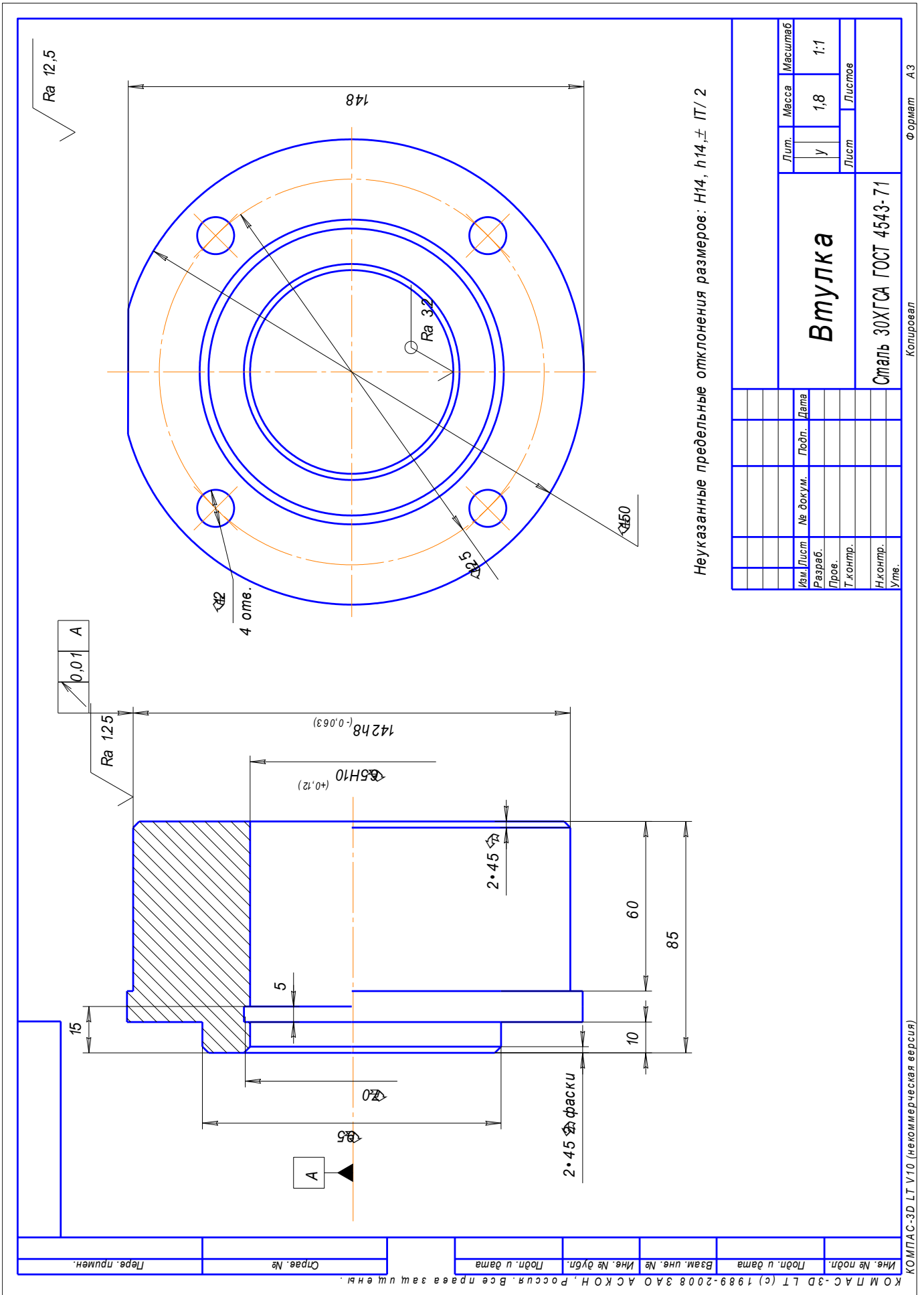
ГОСТ 3.1404-86 форма 2а									
Дубл.									
Взам.									
Подл.									
		1.2350.4500.003		АБВ 01.100.00008		АБВ 60.140.008		2	
		Вал		АБВ 60.140.008		0010			
Р	П	Д или В	L	t	I	S	n	V	V
01	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ	ММ
02	Провая головка. Центровать правый торец в размеры 7,8,9,10								
03	РН 2317.0101 Сверло центровочное $\phi 1 < 60$ Р6М5 ГОСТ 14952 - 75; СИ Размер обесп инстр. и настройкой станка								
04	$\phi 1/1,4$	3,6	0,5/0,7	I	23,6	1180	3,7/5,2		
05									
06	3 Левая головка. Нарезать резьбу 11 в размер 12								
07	РН 2621.2529 Метчик М8 - 70 Р6М5 ГОСТ 3266 - 81; СИ 8221.3037 Пробка М8 - Н ГОСТ 17758-72								
08	$\phi 8$	18	0,65	I	225	180	4,52		
09	$T_{02}=0,16$								
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
ОК	Операционная карта								

Приложение 5 Пример оформления карты эскизов

ГОСТ 3.1105-84 Формат 7							
Директор							
Взам.							
Лектор							
Разраб.	Лобанов						
Проект.	Барбарча	тр 0431	1,2350,4500,003	АБВ 01.100.0008	1	АБВ 20.140.0008	
Исполн.			Ван				0010

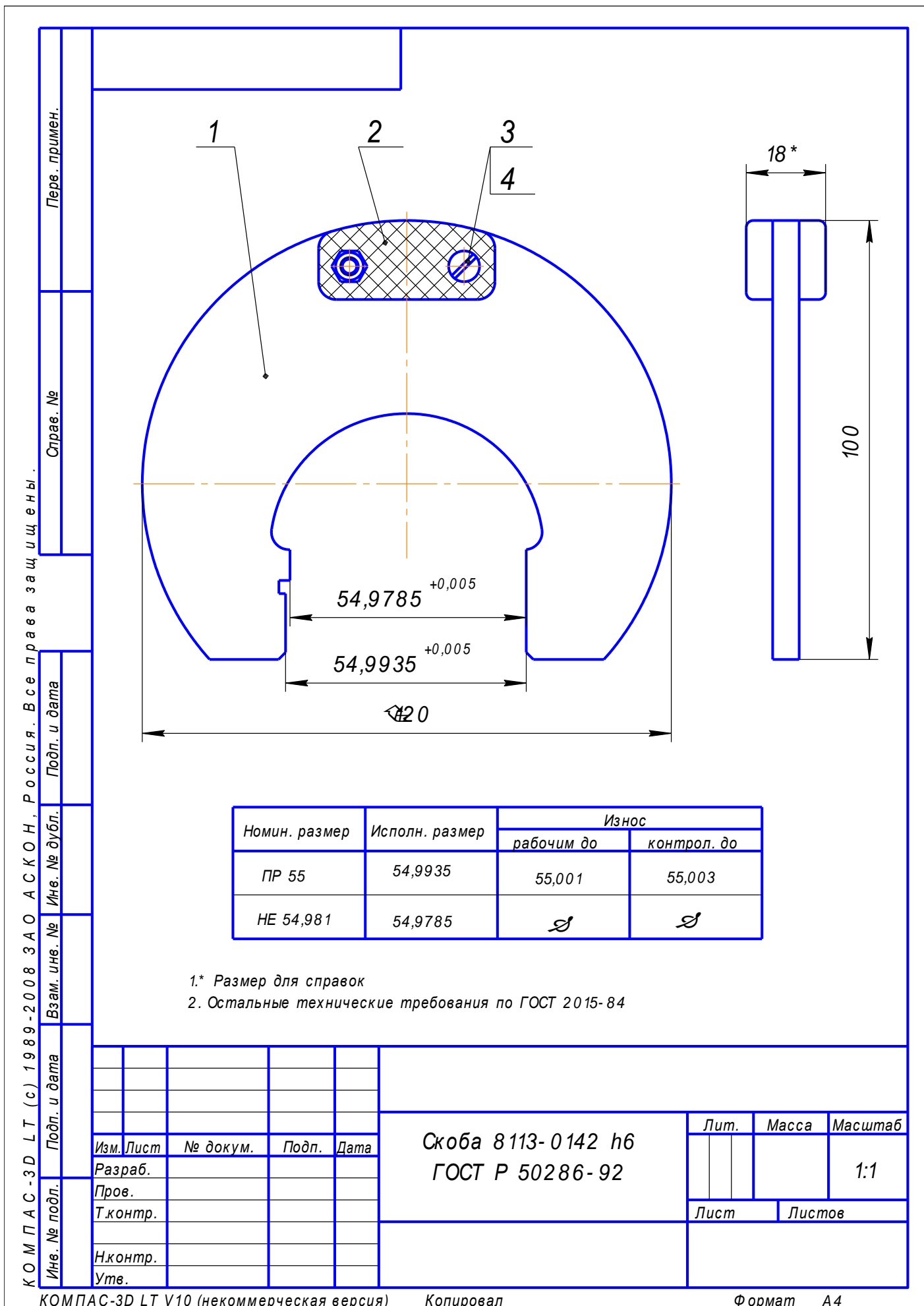
КЭ	Карта эскизов
----	---------------

Приложение 7 Пример выполнения чертежа детали



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	У			
Прое.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				
Лист		Листов		
Масса	1,8	Масштаб		
Втулка				
Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71				

Приложение 8 Пример выполнения чертежа измерительного средства



КОМПАС-3D LT (с) 1989-2008 ЗАО АСКОН, Россия. Все права защищены.

Пере. примен.
 Справ. №
 Подп. и дата
 Инв. № дубл.
 Инв. №
 Взам. инв. №
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

Список литературы для выполнения курсового проекта

Основная:

1 Сысоев, С.К. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. [Электронный ресурс] / С.К. Сысоев, А.С. Сысоев, В.А. Левко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71767> — Загл. с экрана.

2 Самойлова, Л.Н. Технологические процессы в машиностроении. Лабораторный практикум. [Электронный ресурс] / Л.Н. Самойлова, Г.Ю. Юрьева, А.В. Гирн. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 156 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86021> — Загл. с экрана Безъязычный, В. Ф.

3 Основы технологии машиностроения : учебник / В. Ф. Безъязычный. — 3-е изд., исправл. — Москва : Машиностроение, 2020. — 568 с. — ISBN 978-5-907104-27-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151069> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4 Антимонов, А. М. Основы технологии машиностроения : учебник / А. М. Антимонов. — 2-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2020. — 176 с. — ISBN 978-5-9765-4163-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143717> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная:

1 Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / И. А. Иванов, С. В. Урушев, Д. П. Кононов [и др.] ; под редакцией И. А. Иванова, С. В. Урушева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-6568-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148979> (. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Серга, Г. В. Инженерная графика для машиностроительных специальностей : учебник / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова ; под общей редакцией Г. В. Серги. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 276 с. — ISBN 978-5-8114-3603-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119621>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.


3 Металловедение и технология конструкционных материалов. Лабораторный практикум : учебное пособие / О. С. Комаров, Л. Ф. Керженцева, Н. И. Урбанович, В. А. Горохов ; под редакцией О. С. Комарова. — Минск : Новое знание, 2016. — 308 с. — ISBN 978-985-475-871-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90871>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И.Мосина**

**Методические указания
для выполнения практических работ
по МДК 3.1 Реализация технологических процессов изготовления
деталей
специальности 15.02.08 Технология машиностроения**

2022 г.

УТВЕРЖДЕНЫ
цикловой комиссией машиностроения
Протокол от «14» января 2020 г.
№ 7

Председатель цикловой комиссии
 Т.В. Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель
Технического колледжа имени С.И. Мосина

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
1. Правила выполнения практических работ	
2. Инструктивные карты к практическим работам:	
№ 1 Определение последовательности способов и видов обработки поверхностей.....	
№ 2 Исследование типового технологического процесса механической обработки детали	
№ 3 Разработка технологического процесса сборки	
№ 4 Расчет нормы времени на типовую слесарную и сборочную операцию....	
№ 5 Планировка участка механического цеха.....	
№ 6 Определение точности обработки на настроенном станке статистическим методом.....	

Введение

Целью проведения занятий является закрепление теоретических и формирование навыков практического применения знаний, полученных студентами на лекционных и семинарских занятиях, знакомство со стандартами и нормативной литературой. В процессе обучения студенты должны получить необходимый опыт для самостоятельной дальнейшей работы по специальности.

Практикум даёт возможность студентам правильно организовывать своё рабочее время, освоить навыки конструкторско – технологической работы, осознать необходимость теоретического обучения в процессе становления специалиста – технолога.

Правила выполнения практических работ

Задания для работ выдаются индивидуально или на двоих студентов.

Текстовые документы практической работы оформляются в соответствии с ГОСТом.

Схемы, таблицы выполняются только карандашом и только с помощью чертёжных инструментов.

1. Подготовка к работе

1. повторить теоретический материал по данной теме;
2. ознакомиться с порядком выполнения практической работы;
3. выяснив цель задания, четко представить себе поставленную задачу и способы ее достижения;
4. ответить на вопросы карты допуска.

2. Выполнение работы

- внимательно ознакомиться с исходными данными;
- продумать, какая справочная литература может понадобиться при выполнении расчетов;
- выбрать метод решения задачи;
- провести расчет, стараясь избежать случайных погрешностей.

После выполнения практической работы необходимо проанализировать результаты расчетов, выполненных различными методами, подчеркивая их достоинства и недостатки.

3. Оформление отчета

Составление отчета является индивидуальной работой каждого студента и оформляется на готовых бланках – картах отчета.

Отчет должен содержать: название и номер работы; цель работы; приборы и оборудование; расчетную схему; необходимые формулы и расчеты; вывод о проделанной работе.

В выводе следует сделать заключение о выполнении поставленной задачи, проанализировать полученные результаты.

Практическая работа №1

«Определение последовательности способов и видов обработки поверхностей»

Задание: на основании полученного чертежа детали, назначьте виды обработки указанных поверхностей.

Цель работы: осуществить выбор и определить последовательность способов обработки детали.

Порядок выполнения работы:

1. Проанализировать задание, выбрать последовательность механической обработки в зависимости от типа поверхности и требований к размерной точности и шероховатости поверхности.

2. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности.

3. Определить общую последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемое качество поверхности.

4. Составить схему выбранной последовательности способов обработки.

5. Проанализировать результаты и составить отчет.

КАРТА ДОПУСКА

1. Какого типа детали изготавливают на станках токарной группы?

- а) корпусные
- б) тела вращения
- в) рычаги, кронштейны

2. Какая точность размеров достигается при черновом точении?

- а) 9-11 квалитет
- б) 12-14 квалитет
- в) 7-8 квалитет

3. Какая чистота поверхности достигается при чистовом точении?

- а) R_a 20-40 мкм
- б) R_a 6,3-12,5 мкм
- в) R_a 1,6-3,2 мкм

4. Какие переходы необходимо выполнить, чтобы получить отверстие 8 квалитета точности и $R_a=2,5$ мкм?

5. В каком типе производства применяется протягивание?

а) единичном

б) серийном

в) массовом

6. Могут ли быть исправлены в процессе притирки погрешности формы отверстия после предыдущей операции?

7. Укажите виды работ, выполняемых на фрезерных станках

а) обработка плоскостей

б) обработка цилиндрических поверхностей

в) обработка уступов и пазов;

г) обработка конических поверхностей

д) нарезание резьбы

Методические указания

Эксплуатационные свойства деталей машин (износостойкость, выносливость, сопротивление коррозии и д.) зависят от размерной точности и качества их поверхности. Последнее в свою очередь определяется совокупностью характеристик шероховатости поверхности, физико-механическими свойствами (твердость, микротвердость, величина и знак остаточных напряжений) и микроструктурой поверхностного слоя.

Размерная точность и шероховатость поверхностей детали определяются способом (последовательностью способов) ее механической обработки. Каждому способу механической обработки соответствует свой диапазон размерной точности и высоты микронеровностей.

Для обеспечения требуемых физико-механических свойств поверхностного слоя детали машин подвергаются упрочняющей обработке. Различным способам такой обработки присущи свои технологические возможности. При выборе и

определении способа (последовательности способов) механической и упрочняющей обработки необходимо руководствоваться техническими требованиями чертежа детали, а также известными зависимостями между параметрами качества поверхности и условиями эксплуатации детали. Так, например, повышение износостойкости достигается за счет высокой твердости (микротвердости) поверхностного слоя. Увеличение выносливости обеспечивается в результате создания минимальной высоты микронеровностей, значительной твердости и сжимающих остаточных напряжений и т.д.

Пример выполнения работы

Пример 1. Анализируя содержание задания, приходим к следующим выводам: требования к размерной точности и шероховатости наружной поверхности вращения можно обеспечить в результате следующей последовательности способов механической обработки: обтачивание предварительной и чистовое, шлифование предварительное чистовое и тонкое. С учетом того, что деталь изготавливается из малоуглеродистой стали ($C=0,12\%$), а также требований к твердости, величине остаточных напряжений и толщине упрочненного слоя выбирается способ упрочняющей обработки – цементация. Тогда вся последовательность способов обработки, обеспечивающих требуемую размерную точность и качество поверхности, представлено в виде схемы:

Пример 2. Действуя в той же последовательности, что и в первом случае, выбираем следующий комплекс способов механической обработки:

Материал детали содержит 0,4 % углерода. С учетом требований к физико-механическим свойствам поверхностного слоя выбираем способ упрочнения – поверхностная закалка с нагревом ТВЧ.

КАРТА ОТЧЕТА

Назначение видов обработки поверхностей

Ход работы:

1. Исходные данные

Тип поверхности _____

Марка материала _____

Требования к размерной точности и качеству поверхности:

Квалитет _____

Шероховатость _____

Твердость _____

2. Последовательность механической обработки

3. Выбрать способ упрочняющей обработки в зависимости от материала детали и требований к физико-механическим свойствам поверхности: _____

4. Схема выбранной последовательности обработки: _____

Практическая работа №2

«Исследование типового технологического процесса механической обработки детали»

Задание: Выполнить анализ типового технологического процесса обработки детали.

Цель работы: исследовать типовой технологический процесс механической обработки детали. Научиться разрабатывать технологический процесс обработки детали.

Порядок выполнения работы:

1. Конструктивная характеристика детали.
2. Технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя.
3. Анализ свойств материала и метода получения заготовки. Предварительная обработка заготовки.
4. Основные схемы базирования детали по операциям: определить черновые и чистовые базы, соблюдаются ли принципы базирования.
5. План обработки основных поверхностей с указанием средств технического оснащения.
6. Место и назначение термической операции.
7. Перечислить отделочные операции, указать получаемые точность размеров и качество поверхности.
8. Вывод о достаточном использовании средств автоматизации.

Исходные данные: 1. Сборочные чертежи, спецификации, технические характеристики изделий, чертежи деталей.

КАРТА ДОПУСКА

1. От чего зависит выбор станков, приспособлений для технологического процесса обработки детали?
 - а). марки материала детали

- б). типа производства
- в). конструкции и размеров детали
- г) вида заготовки

2. Какие заготовки применяются для изготовления деталей в единичном и мелкосерийном производствах?

- а). приближающиеся к готовой детали
- б.) грубые, с большими припусками

3. Какие станки применяются в массовом производстве на операции предварительной подготовки баз валов?

- а). токарные универсальные
- б). протяжные
- в). фрезерно-центровальные

4. Метод нарезания зубчатых колес, при котором профиль режущего инструмента соответствует профилю впадины зуба, называется ...?

- а). копирования
- б). обкатки

5. Укажите виды работ, выполняемые на фрезерных станках:

- а). обработка плоскостей;
- б). обработка цилиндрических поверхностей;
- в). обработка уступов и пазов;
- г). обработка конических поверхностей;
- д). нарезание резьбы.

Методические указания

Технология изготовления валов

Валы очень разнообразны по форме, размерам, точности, материалу, из которого они изготавливаются, назначению и другим показателям. Валы изготавливаются из проката, штампованных или получаемых свободной ковкой поковок и другими способами. Заготовки в зависимости от требований к будущей готовой детали подвергаются – нормализации, улучшению. Механическая

обработка валов обычно проводится за несколько этапов – черновой, чистовой и окончательный.

Ответственной частью проектирования технологического процесса механической обработки валов является разработка схемы базирования заготовки и выбор технологических баз. Чаще всего в качестве чистовой технологической базы удается использовать единую (постоянную) технологическую базу – два центровых отверстия. Для их образования целесообразно использовать подрезные центrovально-обточные или фрезерно-центrovальные полуавтоматы.

Выбор токарных и кругло шлифовальных станков производится в зависимости от содержания и характера работ, от параметров вала, годового объема выпуска и ряда других показателей.

Совершенствование технологии обработки валов достигается концентрацией операций, сокращением их числа и числа установов. В массовом производстве валы обрабатывают на автоматических линиях или с использованием токарных и кругло шлифовальных полуавтоматов и автоматов, станков с ЦПУ и ЧПУ. В единичном и серийном производстве прогрессивным способом является использование роботизированных технологических комплексов (РТК), оснащенных станками с ЧПУ и автоматическими манипуляторами.

Технология изготовления зубчатых колес

Технологический процесс механической обработки зубчатых колес определяется следующими главными факторами: конструкцией и размерами колеса, точностью и качеством поверхностей, годовым объемом выпуска, видом исходной заготовки.

В качестве исходных заготовок для изготовления зубчатых колес используются прокат, поковки и отливки. В ряде случаев используются исходные

заготовки с зубьями, накатанными в холодном или горячем состоянии, образованные горячей или холодной штамповкой или при литье.

Механическая обработка зубчатых колес проводится в два этапа: на первом – операции по образованию самого колеса, на втором – операции по образованию и отделке зубьев. На первом этапе при изготовлении колес малых размеров (диаметром до 70 мм) из проката в серийном производстве применяют токарно-револьверные станки, а в массовом – токарные прутковые одно- и многошпиндельные автоматы. При изготовлении колес средних размеров (диаметром 100...300 мм) используют штучные заготовки из проката или штампованные поковки. В настоящее время применяется много прогрессивных и высокопроизводительных способов обработки зубьев: зубофрезерование острозаточенными червячными фрезами, скоростное зубофрезерование по методу деления, зуботочение, зубодолбление и зубопротягивание, диагональное шевингование, зубошлифование абразивным червяком, зубохонингование и др.

Технология изготовления корпусных деталей

Корпуса необходимы для размещения, координирования в пространстве и кинематической связи деталей и узлов, монтируемых в них.

Исходными заготовками корпусных деталей обычно являются отливки из чугуна, стали и цветных сплавов или сварные конструкции.

У корпусов обрабатываются установочные плоскости, плоскости разъема, одно или несколько базовых отверстий, большое число мелких гладких или резьбовых отверстий. К ним обычно предъявляются высокие требования по точности размеров и формы отдельных поверхностей, их шероховатости, а также по точности их взаимного расположения. Корпусные детали должны быть технологичными.

Важное место при проектировании процесса обработки занимают вопросы выбора баз и разработки схемы базирования. Для корпусов, имеющих в качестве конструкторской базы плоскость, технологической единой базой целесообразно принимать эту же плоскость и два отверстия в ней для правильной угловой ориентации заготовки в приспособлениях. При наличии базового отверстия можно его за технологическую базу и вести всю обработку по принципу «обработки от отверстия».

Механическая обработка исходных заготовок начинается с обработки поверхностей, принятых за единую технологическую базу. Дальнейшую обработку ведут по этапам: сначала все черновые операции, затем получистовые, чистовые и отделочные.

В условиях серийного производства даже при незначительном объеме выпуска мелких и средних корпусов целесообразно использовать многооперационные (многоцелевые) станки с ЧПУ с магазином инструментов и с поворотным станком. Обработка корпуса на них ведется с одного установка большим числом инструментов по индивидуальной программе.

КАРТА ОТЧЕТА

Исследование типового технологического процесса механической обработки детали

Ход работы:

1. Исследование типового технологического процесса

1. Конструктивная характеристика детали:

Наименование _____

габаритные размеры _____

качественный анализ технологичности конструкции детали

2. Технологические задачи: точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, качество поверхностного слоя.

3. Анализ свойств материала и метода получения заготовки. Предварительная обработка заготовки.

4. Основные схемы базирования детали по операциям: определить черновые и чистовые базы, соблюдаются ли принципы базирования.

№ операции

Наименование базы

Схема базирования

5. План обработки основных поверхностей с указанием средств технического оснащения.

Наименование поверхности

План обработки

Средства технического оснащения

6. Место и назначение термической операции.

7. Перечислить отделочные операции, указать получаемые точность размеров и качество поверхности.

Наименование отделочной операции

Точность обработки, мкм (кавалитет)

Качество поверхности R_a , мкм

8. Вывод о достаточном использовании средств автоматизации. _____

2. Разработка маршрута обработки детали

2.1. Исходные данные.

Наименование детали _____

Габаритные размеры _____

Материал детали _____

Вес детали _____

Тип производства _____

2.2. Определяем вид заготовки для данной детали _____

Эскиз детали

Практическая работа №3

«Разработка технологического процесса сборки»

Задание: Разработать технологический процесс сборки сборочной единицы

Цель работы: проанализировать сборочную единицу на технологичность, выбрать необходимые методы достижения заданной точности сборки узла.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с чертежом сборочного узла и техническими требованиями к нему.
2. Изучить назначение, принцип действия узла. Анализ технологических размерных цепей сборочной единицы с определением всех замыкающих звеньев, точность которых необходимо выдержать при сборке.
3. Проанализировать сборочную единицу на технологичность.
4. Выбрать методы обеспечения точности сборки с учетом точности замыкающего и составляющих звеньев, количества составляющих звеньев размерной цепи, возможного процента несобираемости, конструкции изделия и др.
5. Разработать технологическую схему сборки.
6. Определить сборочные единицы. Определить необходимый перечень работ с учетом анализа конкретных условий, в которых выполняется сборка.
7. Заполнить бланк МК.
8. Разработать содержание операции по переходам с определением необходимого оборудования (приспособлений, инструмента). Заполнить бланк ОК.

КАРТА ДОПУСКА

1. Технологический процесс сборки разрабатывается подробно:
 - а). при большой программе выпуска;

б). при малой программе выпуска

2. Дополните определение:

«Технологический процесс сборки» – это часть _____, состоящая из совокупности операций, связанных соединением _____, отвечающие установленным _____

3. На основании каких данных составляется процесс сборки? _____

4. Как называется сборка готового изделия из сборочных единиц?

а). узловая

б). общая

5. С чего следует начинать сборку изделия?

а). с более сложной размерной цепи

б). с более простой размерной цепи

6. Какие данные указывают в прямоугольнике, которым обозначают каждый элемент сборочной единицы?

7. Перечислите организационные формы сборки

8. Как называется метод, при котором сборка осуществляется без дополнительной обработки деталей? Его достоинства и недостатки.

а) с полной взаимозаменяемостью сборочных единиц

б) с сортировкой деталей по группам

в) с неполной взаимозаменяемостью

г) с применением компенсаторов

д) с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Методические указания

Сборочные работы являются завершающим этапом изготовления машин и оборудования различных производств, который в значительной степени определяет их качество, т.е. заданные выходные параметры, надежность и долговечность и другие эксплуатационные характеристики. Под сборкой понимают совокупность операций по установке деталей в сборочное положение и соединению их в сборочные единицы в определенной технологической

последовательности и проверке взаимодействия их в изделии, соответствующего установленным техническим требованиям.

В машиностроении сборку разделяют на: узловую и общую. Под узловой сборкой понимают процесс соединения в определенной технологической последовательности деталей в сборочные единицы, а под общей – сборку готового изделия из сборочных единиц и деталей, а также покупных (комплектующих) изделий. Технологический процесс сборки состоит из операций, переходов, ходов, приемов, установов, позиций.

Собираемостью изделия называют способность сопрягаемых деталей входить при сборке в сборочную единицу, а сборочных единиц – без каких-либо пригоночных работ, не предусмотренных технологическим процессом. Собираемость изделия или сборочных единиц обеспечивают правильным выбором допусков и посадок, обработкой размерных цепей и созданием компенсаторов, позволяющих понизить точность изготовления деталей и упростить сборку.

При разработке технологических процессов сборки решаются следующие задачи:

а) установление последовательности соединения деталей и сборочных единиц изделия и составление схем узловых и общей сборок, разработка маршрутных процессов сборки;

б) анализ размерных цепей и выбор метода их расчета, достижение точности замыкающего звена.

Достичь необходимой точности сборки – значит, получить размер замыкающего звена размерной цепи, не выходящий за пределы допусковых отклонений.

Основными причинами возникновения погрешностей сборки являются: отклонения размеров, формы и расположения поверхностей сопрягаемых деталей, погрешности установки и фиксации деталей машины в процессе сборки; низкое качество пригонки и регулировки сопрягаемых деталей; несоблюдение требований сборочной операции (например, нарушение момента затяжки гаек и болтов или последовательности их затяжки), погрешности технологической оснастки и т.п.

Вопросы, связанные с достижением требуемой точности сборки, решают с использованием анализа размерных цепей собираемого изделия. Технологические размерные цепи решают задачу по обеспечению точности при изготовлении машин.

Допуск на замыкающее звено размерной цепи равен:

где T_{A_i} – допуск i -го звена A ; T_n – допуск замыкающего звена; m – количество звеньев размерной цепи.

Достичь необходимой точности сборки – значит получить размер замыкающего звена размерной цепи, не выходящий за пределы предельных отклонений.

Применяют пять основных методов сборки: 1) с полной взаимозаменяемостью сборочных единиц; 2) с сортировкой деталей по группам; 3) с неполной взаимозаменяемостью; 4) с применением компенсаторов; 5) с индивидуальной пригонкой деталей по месту.

Технологическая схема сборки показывает, в какой последовательности необходимо присоединять друг к другу и закреплять элементы – детали и сборочные единицы, - из которых собирают изделие.

На схеме сборки выделяют базовые компоненты. Каждый компонент изделия на схеме обозначают прямоугольниками, разделённым на 3 части, где обозначает следующую информацию.

Наименование компонента

Номер компонента

Число компонентов

Для сложных узлов целесообразно сначала составить схему для отдельных сборочных единиц в виде различных вариантов последовательности сборки. Далее их компонуют в одну схему сборки, которая завершается собранным изделием.

В некоторые детали включают и основные материалы (материалы, остающиеся в изделие, - припой, лаки, краски и др.) оформляя их на схеме аналогично деталям на схеме возможны дополнительные надписи (например, «отрегулировать зазор, совместно сверлить» и т.п.), которые различаются у той сборочной единицы, к которой они относятся.

Анализ технологичности.

По разработанной схеме сборки и сборочному чертежу необходимо провести оценку конструкции узла на технологичность. При этом необходимо учесть следующие направления, обеспечивающие технологичность:

- наличие хороших базовых деталей для удобства установки и выполнения сборочных операций
- возможность одновременной сборки входящих в узел единиц
- простота входящих конструкций
- наличие повторяющихся стандартных единиц
- типичные работы
- возможность использования меньшего количества инструментов и приспособлений.

При проектировании сборочных операций определяют последовательность и возможность совмещения во времени технологических переходов, выбирают приспособления, инструмент, определяют затраты времени, разряды сборщиков.

Сборочные операции строят по принципу дифференциации и концентрации.

Дифференциацию операций используют при поточной сборке, концентрацию – во всех остальных случаях. При концентрации операций технологические переходы выполняют последовательно, параллельно или параллельно-последовательно.

КАРТА ОТЧЕТА

Разработка технологического процесса сборки

Ход работы:

1. Название сборочного узла _____
2. Описать устройство и принцип действия сборочного узла.
3. Анализ сборочной единицы на технологичность
4. Методы обеспечения точности сборки
5. Технологическая схема сборки.
6. Последовательность сборки с указанием используемого инструмента

Практическая работа №4

«Расчет нормы времени на типовую слесарную и сборочную операцию»

Задание: Рассчитать нормы времени на слесарные и сборочные операции

Цель работы: Приобрести практические навыки в нормировании слесарных и сборочных операций.

Порядок выполнения работы:

1. Определить выполняемые в операции переходы и приемы.
2. На каждый переход выбрать нормативное значение оперативного времени ($T_{оп}$), откорректировать при необходимости по нормативам.
3. Рассчитать суммарное значение оперативного времени ($\sum T_{оп}$)
4. Рассчитать время на обслуживание ($T_{обс}$)
5. Рассчитать время на отдых ($T_{отл}$)
6. Рассчитать время подготовительно-заключительное ($T_{пз}$)
7. Рассчитать время штучное ($T_{шт}$)
8. Заполнить бланк О.К.

КАРТА ДОПУСКА

1. Как называется совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой меры труда?
 - а) норма времени
 - б) техническое нормирование труда
 - в) машинное время
2. Как называется регламентированное время выполнения определенного объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями определенной квалификации?
 - а) норма времени
 - б) техническое нормирование труда

в) машинное время

3. Укажите условное обозначение времени, затрачиваемого на подготовку рабочего и средств производства к выполнению операции и приведение рабочего места в исходное состояние после выполнения операции:

а) T_B

б) $T_{пз}$

в) $T_{обс}$

4. Укажите условное время, равное сумме основного и вспомогательного времени:

а) $T_{оп}$

б) $T_{отл}$

в) $T_{шт}$

5. Запишите особенности нормирования слесарных работ

Методические указания

В зависимости от назначения слесарные работы могут подразделяться на слесарно-заготовительные (правка, разметка...), слесарно-инструментальные (доводка, шабрение...), слесарно-сборочные (присоединительные, регулировочные...).

Техническая норма времени на слесарные работы устанавливается на основе нормативов аналитически-расчетным методом.

При расчетах нормы штучного времени на слесарные работы в условиях мелкосерийного и единичного производства исходит из расчленения операции на два укрупненных комплекса: комплекс приема на деталь и комплекс приемов, связанных с операцией. Суммарное время на выполнение этих двух комплексов составляет оперативное время ($T_{оп}$), которое не подразделяется на основное (T_o) и вспомогательное (T_B).

Время на обслуживание ($T_{обс}$) и время на отдых ($T_{отл}$) определяются в процентах от оперативного времени ($T_{оп}$).

Для сборочных операций норма штучного времени ($T_{шт}$) включают время оперативное, время на отдых, время на обслуживание, время подготовительно-заключительное ($T_{пз}$), которые рассчитываются в процентах от времени оперативного.

При наличии несоответствия условий выполнения операции условием нормативным необходимо корректировать нормативную величину затрат времени с помощью нормативных коэффициентов уточнения.

КАРТА ОТЧЕТА

Расчет нормы времени на типовую слесарную и сборочную операцию

Ход работы:

Расчет времени на обслуживание _____

Расчет времени на отдых и личные надобности _____

Расчет подготовительно-заключительного времени _____

Расчет штучного времени _____

Практическая работа №5

«Планировка участка механического цеха»

Задание: выполните планировку механического цеха с учетом требований основных правил и норм.

Цель работы: выполнить планировку участка механического цеха

Порядок выполнения работы:

(Работа выполняется на листе миллиметровой бумаги формата А1 в масштабе 1:100, 1:50.)

1. Изобразить ряд колонн.
2. По отношению к ряду колонн расположить оборудование (в виде темплетов), соблюдая нормативные расстояния между станками и колоннами, в ряду и между рядами.
3. Обвести темплеты, создав изображение (при рациональном использовании площади).
4. Выполнить планировку каждого рабочего места (шкафчик для инструмента, деталей, заготовок, емкость для стружки...).
5. Расположить на участке место для заготовок, готовых деталей, место мастера, место контролера.
6. Выбрать и изобразить средства для транспортировки деталей, стружки.
7. Проставить нормативные размеры расстояний, размеры длины и ширины участка.
8. Рассчитать площадь участка (S_o), рассчитать удельную площадь ($S_{уд}$).
9. Нанести условные обозначения, спецификацию.
10. Заполнить штамп угловой надписи.

КАРТА ДОПУСКА

1. Как называется изделие, предназначенное для собственных нужд предприятия?
 - а) изделие основного производства
 - б) изделие вспомогательного производства
2. Чему равен шаг колонн на планировке станков?
 - а) 10 м
 - б) 12 м
 - в) 8 м
3. От чего зависит выбор средств уборки стружки?
 - а) материала обрабатываемой детали
 - б) применяемых станков
 - в) типа производства
 - г) расположения станков на участке
4. Выберите средство для межоперационного транспортирования детали: вал (масса 4 кг, крупносерийное производство). _____
5. Выберите средство для межоперационного транспортирования детали: корпус (масса 1,5 кг, единичное производство). _____
6. Какие средства для уборки стружки применяют в среднесерийном производстве?
 - а) специальные устройства шнекового, скребкового типа
 - б) щетки-сметки
 - в) ящики для стружки
7. Какие противопожарные средства должны быть указаны на планировке?

Методические указания

Планировка участка механического цеха зависит от характера производства, объема производственного задания, габаритных размеров и массы обрабатываемых заготовок.

В состав механических цехов входят производственные отделения или участки, вспомогательные отделения, служебные помещения, бытовые помещения и т.п. Производственный участок служит для размещения на нем оборудования, служащего для выполнения технологических процессов обработки и сборки изделий. К вспомогательным относятся заготовительные, ремонтные, заточные, контрольные отделения, а также складские помещения для материалов, заготовок, деталей. В служебных и бытовых помещениях располагаются кабинеты административно-технического персонала, гардеробные, уборные, душевые, буфеты, медпункты.

При планировке механического цеха все его отделения, участки и вспомогательные отделения располагают так, чтобы обеспечить прямолинейность и последовательность прохождения материалов, заготовок и изделий по стадиям обработки, максимальное использование производственной площади, удовлетворить требования охраны труда и техники безопасности, противопожарной безопасности. При планировании оборудования на участке следует соблюдать нормы расстояний между оборудованием и элементами зданий, ширину проходов и проездов.

Задания для выполнения планировки участка

Вариант 1 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – вал. Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Фрезерно-центровальная	MP76M	1
0020	Токарная многорезцовая	1719	2
0030	Токарная многорезцовая	1719	4
0040	Шпоночно-фрезерная	6Д91	1
0050	Шлице-фрезерная	3451	2
0060	Шлифовальная	3M175	2
0070	Супер-финишная	3872Б	1

Вариант 2 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – зубчатое колесо Производство – массовое

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Сверлильная	2М155	1
0020	Протяжная	7Б67	2
0030	Токарная	1713	1
0040	Токарная	16К20	1
0050	Зубофрезерная	5С277П	4
0060	Зубозакругляющая	5Н580	2
0070	Зубошевинговальная	5702	2
0080	Внутришлифовальная	3К227	2

Вариант 3 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – зубчатое колесо Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Токарно-револьверная	1365	1
0020	Токарная	7Б67	3
0030	Токарная	16К20Ф3	2
0040	Зубофрезерная	5С277П	3
0050	Зубошевинговальная	5702	2
0060	Внутришлифовальная	3К227	1

Вариант 4 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – корпус Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Фрезерная	6А23	2
0020	Фрезерная	6Р12	6
0030	Многоцелевая	6904ВМФ2	1
0040	Шлифовальная	3Ш182	2

Вариант 5 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – Диск Производство – массовое.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Токарная	1708	6
0020	Токарная	1234	4
0030	Многоцелевая	6Б76ПМФ4	2
0040	Сверлильная	21104ПФ1	1

Вариант 6 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали
– Корпус Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Фрезерная	6P12	6
0020	Сверлильная	2M57	2
0030	Фрезерно-сверлильная	6P13Ф3	3
0040	Расточная	2620B	3

Вариант 7 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали
– Диск Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Токарно-револьверная	1П371	5
0020	Токарная	16K20	3
0030	Токарная	16K20Ф3	2
0040	Сверлильная	2Н135	1
0050	Фрезерная	6P80	2
0060	Шлифовальная	3А10П	4

Вариант 8 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – Вал. Производство – крупносерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Фрезерно-центровальная	MP76M	1
0020	Токарная многорезцовая	1719	2
0030	Токарная многорезцовая	1719	2
0040	Шпоночно-фрезерная	6Д91	2
0050	Шлице-фрезерная	3451	2
0060	Шлифовальная	3М175	2
0070	Суперфинишная	3872Б	2

Вариант 9 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – Вал. Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Токарная-	16К20	2
0020	Токарная	16К20Ф3	1
0030	Фрезерная	6Р81Г	2
0040	Сверлильная	2Н125	1
0050	Токарная	16К20	3
0060	Кругло-шлифовальная	3А150	1

Вариант 10 Спроектировать участок механического цеха для обработки детали – Втулка Производство – среднесерийное.

№ операции	Наименование операции	Модель станка	Количество станков
0010	Токарно-револьверная	1Н318	2
0020	Токарная	16К20Ф3	1
0030	Сверлильная	2Н125Г	2
0040	Фрезерная	676П	2
0050	Шлифовальная	3К227	3
0060	Шлифовальная	3Е12	2

Практическая работа №6

«Определение точности обработки на настроенном станке статистическим методом»

Задание: Методами математической статистики определить вероятность брака в процентах.

Цель работы: рассчитать данные, необходимые для построения кривой нормального распределения.

Порядок выполнения работы: Проанализировать задание, определить средне арифметическое значение размера, рассчитать процент брака исправимого и неисправимого, а также процента выхода годных деталей. Сделать выводы о качестве наладки станка и рекомендации по его улучшению.

Исходные данные: 1. Сборочные чертежи, инструкция по выполнению работы.

КАРТА ДОПУСКА

1. Что называется экономической точностью?

а) степень соответствия готовой детали заданным параметрам и требованиям чертежа, выполненной на настроенном оборудовании с наименьшими затратами.

б) степень соответствия готовой детали заданным параметрам и требованиям чертежа с неограниченными затратами труда и времени на обработку.

2. Что называется поднастройкой (подналадкой) станка?

а). процесс восстановления первоначальной точности взаимного расположения инструмента и обрабатываемой заготовки.

б) процесс настройки станка на обработку в конечном итоге годной детали.

3. Какие станки применяются в массовом производстве?

а). универсальные

б). специализированные

в). специальные

4. Величина рассеивания размеров это -

а). разница между максимальным и минимальным размером готовой детали.

б). количество годных деталей минус количество бракованных деталей.

5. Причинами возникновения систематических и переменных систематических погрешностей обработки заготовок являются...

а) неточность изготовления станков

б) тепловые явления

в) субъективные ошибки рабочего

г) неправильно выбранный материал режущего инструмента.

Методические указания

Точность обработки деталей тесно связана с качеством машиностроительной продукции. Изучение причин (факторов), вызывающих погрешности при обработке заготовок на металлорежущих станках, позволило установить связь между этими причинами и величинами погрешностей и таким образом управлять погрешностями, снижая их при необходимости до очень малых величин.

Если влияние факторов в процессе обработки заготовок одинаковой ни один из них не является преобладающим, то наиболее вероятным будет распределение размеров обрабатываемых заготовок в данной партии по закону Гаусса (по так называемой кривой нормального распределения).

Анализ кривых распределения, построенных на основе наблюдения за техпроцессами, дает возможность установить влияние случайных и систематических погрешностей, а кривые распределения устанавливают точность обработки деталей. Случайные погрешности в партии деталей подчиняются закону нормального распределения, графически изображаемому кривой, имеющей симметричную форму с округленной вершиной.

Основными характеристиками распределения случайных погрешностей являются средний размер и среднее арифметическое отклонение.

Измерив все заготовки в партии, их разбивают на группы с одинаковыми размерами или отклонениями и результаты заносят на координатную плоскость. После соединения точек получают ломаную кривую, близкую к кривой нормального распределения.

Разность между наибольшими и наименьшими размерами определяет величину рассеивания размеров, которая не должна быть больше допуска на размер. Если величина вышла за пределы допуска, то это говорит о том, что имеет место брак.

КАРТА ОТЧЕТА

Ход работы:

Строим таблицу с исходными данными и данными для расчета

Исходные данные				Расчетные данные			
Номер размерной группы	Интервалы размеров в группе, мм	Число деталей в группе, шт.	Средний размер группы	Произведение данных по графе 3 и 4	Отклонение среднего размера группы от среднего арифметического	Квадратичное отклонение среднего размера группы	Произведение среднего квадратичного отклонения
1	11,91-11,92	1	11,915	11,915	-0,0506	25,6036	25,6036
2	11,92-11,93	2	11,925	23,850	-0,0406	16,4836	32,9672
3	11,93-11,94	8	11,935	95,480	-0,0306	9,3636	74,9088
4	11,94-11,95	13	11,945	155,285	-0,0206	4,2426	55,1668
5	11,95-11,96	15	11,955	179,325	-0,0106	1,1236	16,8540

Определение вероятности возникновения брака. Брак имеет место, т.к. поле рассеивания размеров детали больше допуска размера детали. Это видно из таблицы.

Выводы и предложения: Из выполненного статистического методом анализа погрешностей обработки видно, что мера рассеивания превышает допуск детали, поэтому брак достигает 8%. Следовательно, станок необходимо отремонтировать для повышения точности или перевести обработку на более точный станок.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина**

**Методические указания
по выполнению самостоятельных работ**

МДК 3.1 Реализация технологических процессов изготовления деталей

**ПМ 03 «Участие во внедрении технологических процессов изготовления
деталей машин и осуществление технического контроля»**

**специальности
15.02.08 Технология машиностроения**

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «11» сентября 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Т.В. Т.В.Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель колледжа

ВВЕДЕНИЕ

При изучении МДК 3.1 Реализация технологических процессов изготовления деталей предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 60 часов.

Виды самостоятельной работы:

- Самостоятельная работа студента по подготовке и оформлению этапов курсового проектирования (30 часов).
- Самостоятельная работа по подготовке рефератов (10 часов).
- Самостоятельная работа по подготовке информационных сообщений по различным темам (10 часов).
- Самостоятельная работа по созданию мультимедийных презентаций, альбомов с фотографиями и описаниями технологического процесса по разделу профессионального модуля (вид задания и тематика определяется преподавателем) (10 часов).

1 Самостоятельная работа студента по подготовке к выполнению курсового проекта

Для подготовки к выполнению практических работ студенту необходимо:

1. ознакомиться с информацией, изложенной в теоретической части методической разработки к курсовому проектированию;
2. используя полученную информацию, выполнить практическую часть курсового проекта и оформить комплект соответствующей документации;
3. подготовиться к защите курсового проекта.

**Этапы работы студентов по подготовке и выполнению курсового
проекта и распределение отводимого времени**

№ п/п	Тема	Количество часов
1	Анализ технологичности конструкции изделия.	2
2	Анализ чертежа детали и проектирование исходной заготовки	2
3	Расчет припусков на механическую обработку	2
4	Проектирование маршрута изготовления детали	2
5	Определение режимов обработки на одну из операций	2
6	Нормирование операции механической обработки	2
7	Проектирование специального режущего инструмента	2
8	Проектирование средства технического контроля	2
9	Оформление графической части КП	4
10	Оформление комплекта технологической документации	6
11	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите КП	4
Итого		30

2 Самостоятельная работа студента

по подготовке рефератов и информационных сообщений

В качестве индивидуального задания студентам предлагается выполнение реферата или подготовка информационного сообщения.

Реферат – вид самостоятельной научно-исследовательской работы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Различают устный и письменный доклад (по содержанию близкий к реферату).

В докладе соединяются три качества исследователя: умение провести исследование, умение преподнести результаты слушателям и квалифицированно ответить на вопросы.

Отличительной чертой доклада является научный, академический стиль. Академический стиль – это совершенно особый способ подачи текстового материала, наиболее подходящий для написания учебных и научных работ. Данный стиль определяет следующие нормы:

- предложения могут быть длинными и сложными;
- часто употребляются слова иностранного происхождения, различные термины;
- употребляются вводные конструкции типа “по всей видимости”, “на наш взгляд”;
- авторская позиция должна быть как можно менее выражена, то есть должны отсутствовать местоимения “я”, “моя (точка зрения)”;
- в тексте могут встречаться штампы и общие слова.

Этапы работы над рефератом:

1. подбор и изучение основных источников по теме (рекомендуется использовать не менее 4-5 источников);
2. составление библиографии;
3. обработка и систематизация материала. Подготовка выводов и обобщений;
4. разработка плана доклада;

5. написание;
6. публичное выступление с результатами исследования.

Требования к реферату или информационному сообщению

1. Работа не копируется дословно из первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате осмысленного обобщения материала первоисточника;
2. При написании реферата следует использовать только тот материал, который отражает сущность темы;
3. Изложение должно быть последовательным и доступным для понимания докладчика и слушателей;
4. Доклад должен быть с иллюстрациями, таблицами, если это требуется для полноты раскрытия темы;
5. При подготовке доклада использовать не менее 4-5 первоисточников.

Требования к оформлению реферата (доклада)

1. Наличие **титального листа** (см. ПРИЛОЖЕНИЕ)
2. Основное содержание - **2-3 страницы печатного текста** (на одной стороне белой бумаги) следующего формата:

страница:

- ориентация: книжная;
- поля: верхнее и нижнее — 20 мм, левое — 30 мм, правое — 10 мм;
- размер бумаги: А4

шрифт:

- Times New Roman;
- размер: 14 пт;
- цвет: черный;

абзац:

- выравнивание заголовков - по центру,
- выравнивание основного текста - по ширине,

- отступ первой строки - 1,25 см.
- междустрочный интервал – полуторный (1,5 строки)

3. Наличие **списка используемых информационных источников** (книги, журналы, сайты Интернет с указанием URL-адреса сайта)

Примерная тематика рефератов и информационных сообщений

1. Структура современного машиностроительного производства
2. Принципы организации машиностроительного производства
3. Современное оборудование и оснастка, применяемая для сборочных работ на машиностроительных предприятиях
4. Правила эксплуатации и наладки станков.
5. Нанесение износостойких покрытий на режущий инструмент

Для проверки студенты предоставляют результаты своей работы на CD-диске, имя которого должно соответствовать фамилии студента, выполнившего работу.

Распределение времени, отводимого для самостоятельной работы студентов по выполнению индивидуального задания

№ п/п	Тема	Количество часов
1	работа по подготовке рефератов	10
2	работа по подготовке информационных сообщений по различным темам	10
3	работа по созданию мультимедийных презентаций, альбомов с фотографиями и описаниями технологического процесса по разделу профессионального модуля (вид задания и тематика определяется преподавателем)	10

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления титульного листа

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

РЕФЕРАТ

**по МДК 3.1 «Реализация технологических процессов изготовления
деталей»**

на тему: « Аддитивные технологии в машиностроении.

История создания»

**Автор работы,
студент гр. _____**

**Руководитель,
преподаватель**

Тула 2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина


Методические указания
по выполнению самостоятельных работ по
учебной дисциплине
«Компьютерная графика»

специальности

15.02.08 Технология машиностроения

г.Тула 2022

Утверждено:
на заседании цикловой комиссии
обще профессиональных дисциплин
Председатель цикловой комиссии

 Овчинникова А.Я.
«13» января 20 11 г. протокол № 6

1 Самостоятельная работа студента по выполнению индивидуального задания

По разделу 1 в качестве индивидуального задания студентам предлагается выполнение доклада.

Доклад – вид самостоятельной научно-исследовательской работы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы; приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Различают устный и письменный доклад (по содержанию близкий к реферату).

В докладе соединяются три качества исследователя: умение провести исследование, умение преподнести результаты слушателям и квалифицированно ответить на вопросы.

Отличительной чертой доклада является научный, академический стиль. Академический стиль - это совершенно особый способ подачи текстового материала, наиболее подходящий для написания учебных и научных работ. Данный стиль определяет следующие нормы:

- предложения могут быть длинными и сложными;
- часто употребляются слова иностранного происхождения, различные термины;
- употребляются вводные конструкции типа “по всей видимости”, “на наш взгляд”;
- авторская позиция должна быть как можно менее выражена, то есть должны отсутствовать местоимения “я”, “моя (точка зрения)”;
- в тексте могут встречаться штампы и общие слова.

Этапы работы над докладом:

1. подбор и изучение основных источников по теме (как и при написании реферата, рекомендуется использовать не менее 4-5 источников);
2. составление библиографии;
3. обработка и систематизация материала. Подготовка выводов и обобщений;

4. разработка плана доклада;
5. написание;
6. публичное выступление с результатами исследования.

Требования к докладу

1. Доклад не копируется дословно из первоисточника, а представляет собой новый вторичный текст, создаваемый в результате осмысленного обобщения материала первоисточника;
2. При написании доклада следует использовать только тот материал, который отражает сущность темы;
3. Изложение должно быть последовательным и доступным для понимания докладчика и слушателей;
4. Доклад должен быть с иллюстрациями, таблицами, если это требуется для полноты раскрытия темы;
5. При подготовке доклада использовать не менее 4-5 первоисточников.

Требования к оформлению доклада

1. Наличие **титального листа** (см. ПРИЛОЖЕНИЕ)
2. Основное содержание - **2-3 страницы печатного текста** (на одной стороне белой бумаги) следующего формата:

страница:

- ориентация: книжная;
- поля: верхнее и нижнее — 20 мм, левое — 30 мм, правое — 10 мм;
- размер бумаги: А4

шрифт:

- Times New Roman;
- размер: 14 пт;
- цвет: черный;

абзац:

- выравнивание заголовков - по центру,

- выравнивание основного текста - по ширине,
- отступ первой строки - 1,25 см.
- междустрочный интервал – полуторный (1,5 строки)

3. Наличие **списка используемых информационных источников** (книги, журналы, сайты Интернет с указанием URL-адреса сайта)

Примерная тематика докладов

1. Отечественные САПР – обзор
2. Возможности Компас -3D при работе с листовым металлом, поверхностями
3. Особенности создания анимации в Компас 3D
4. История развития САПР в России
5. Перспективы развития САПР
6. Что такое 4-я Промышленная революция?
7. Компьютерная графика в промышленности
8. Компьютерные методы проектирования
9. Деловая компьютерная графика
10. Аксонометрические проекции.
11. Косоугольные проекции.
12. Перспективные (центральные) проекции.
13. Системы координат в компьютерной графике. Переход от мировых к экранным координатам.
14. Основные геометрические модели трехмерных объектов.
15. Объемно-параметрическая геометрическая модель трехмерных объектов.
16. Кинематическая геометрическая модель трехмерных объектов.
17. Способы визуализации трехмерных изображений.

Для проверки студенты предоставляют результаты своей работы на CD-диске или флеш-накопителе, имя которого должно соответствовать фамилии студента, выполнившего работу.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления титульного листа

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

ДОКЛАД

**по дисциплине «Компьютерная графика»
на тему: «История развития САПР в России»**

**Автор работы,
студент гр.**

А. А. Петров

**Руководитель,
преподаватель**

П. П. Иванова

Тула 2021


Минобрнауки России
ФГОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И.Мосина

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

**по дисциплине
Техническая механика**

**специальности СПО
15.02.08 Технология машиностроения**

Тула 2022

Утверждено
на заседании цикловой комиссии
общепрофессиональных дисциплин
Протокол от «13» января 2022 г. № 6
Председатель цикловой комиссии
 А.Я. Овчинникова

Автор: О.П. Чурбанова, преподаватель ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет" Технический колледж им. С.И. Мосина,

Лабораторная работа № 1

«Определение координат центра тяжести плоских составных фигур»

Цель: определить положение центра тяжести сложной плоской фигуры аналитическим и опытным способами.

Оборудование:

1. Установка для определения центра тяжести способами подвешивания.
2. Пластина.
3. Измерительный инструмент.

Указание:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями.
2. Выполнить лабораторно-практическую работу для заданной пластины.
3. Отчёт составить в соответствии с порядком выполнения работы.

Порядок выполнения работы

1. Обвести пластину в тетради, размеры не указывать.
2. Разделить полученную сложную фигуру на простые части.
3. Построить и обозначить центры тяжести простых частей фигуры.
4. Провести оси координат.
5. Определить с помощью измерений координаты центров тяжести простых частей фигуры и записать координаты в таблицу.

Точки	Координаты точки	
C_1	$X_1=$	$Y_1=$
C_2	$X_2=$	$Y_2=$
C_3	$X_3=$	$Y_3=$
...
C_k	$X_k=$	$Y_k=$

6. Определить площади простых частей фигуры

$$A_1=$$

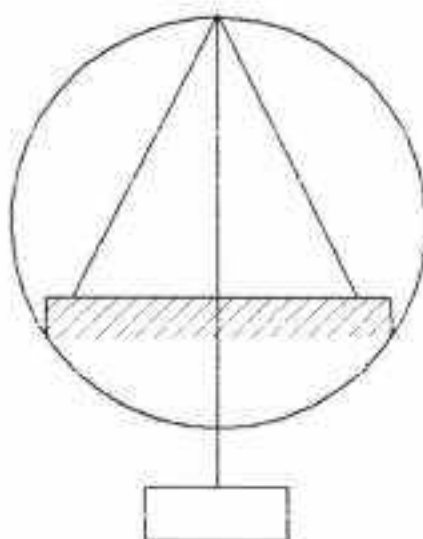
$$A_2=$$

$$A_3=$$

$$\dots$$

$$A_k=$$

7. Вычислить координаты центра тяжести сложной фигуры по формулам (1) и (2).
8. Построить по полученным значениям точку
9. Определить опытным способом положение центра тяжести пластины и нанести эту точку на рисунок (т. $C_{оп}$).
10. Сделать вывод.
11. Ответить на вопрос: «Почему нить отвеса должна обязательно проходить через вершину призмы А?»



Критерии оценки выполнения лабораторной работы №1:

1. Выполнить в срок 1 б.
2. Получение правильного результата 1 б.
3. Использование рациональных приёмов и методов 1 б.
4. Правильный ответ на вопрос 1 б.
5. Аккуратное оформление отчёта 1 б.

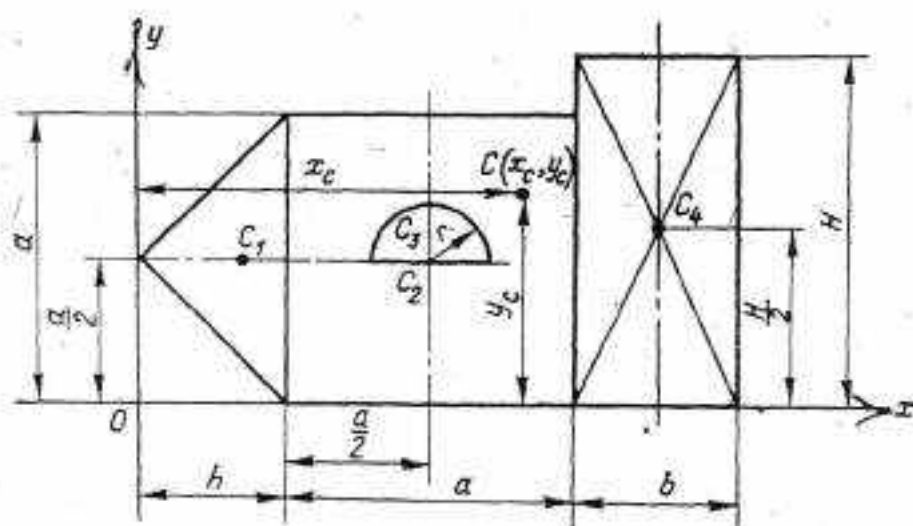


Рис. 1.

Знак минус у площади показывает, что это площадь отверстия. Координаты центра тяжести всей фигуры вычисляются по формулам (1) и (2).

Установка для испытания. Установка для опытного испытания координат центра тяжести способом подвешивания состоит из вертикальной стойки 1 (рис. 2), к которой прикреплена опора 2. Плоская фигура подвешивается на опору сначала в точке A , а потом в точке B . С помощью отвеса 4, закреплённого на той же опоре, на фигуре прочерчивают карандашом вертикальную линию, соответствующую нити отвеса. Центр тяжести C фигуры будет находится в точке пересечения вертикальных линий, нанесённых при подвешивании фигуры в точках A и B .

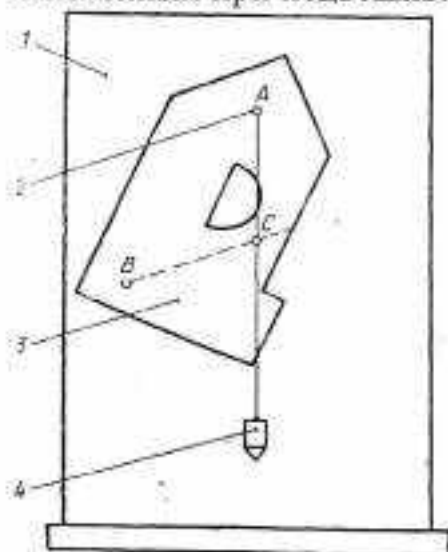


Рис. 2.

Лабораторная работа №2

«Определение главных моментов инерции составных сечений, имеющих ось симметрии с помощью программ системы «КОМПАС»

Цель работы:

1. Создать чертеж заданного составного сечения
2. Определить и отрисовать центр тяжести сечения
3. Определить главные моменты инерции сечения

Порядок выполнения работы:

1. Входим в программу КОМПАС
2. Создать документ "Чертеж"
3. Графическое сечение нам позволит сделать кнопка "Геометрия" (на панели инструментов слева).
4. - Находим фигуру прямоугольник.
 - Делаем привязку в любом месте поля чертежа.
 - Задаем размеры прямоугольника

Ширина: 100мм; Высота: 15мм;

- Заштриховываем фигуру
- Не забываем нажать на кнопку "Создать объект"
- 5. Начертим двутавр и швеллер, используя библиотеки КОМПАС.
- 6. Выберем "Менеджер библиотек"
 - Машиностроение
 - Конструкторская библиотека
 - Профили
 - Прокат стальной
 - Двутавры
 - Задаем номер
 - Отрисовываем профиль
 - Отключаем двутавры
 - Входим в "Швеллеры"
 - Задаем номер
 - Отрисовываем сечение
 - Чертеж сечения закончен

Задача №2 Определение и отрисовка центра тяжести (выполним с помощью программы "Библиотеки")

Находим "Прикладные библиотеки" Прочие операции Расчеты МЦХ
Выделим объект расчета
Кнопка «Создать объект»

Перв. лист

Спроб. №

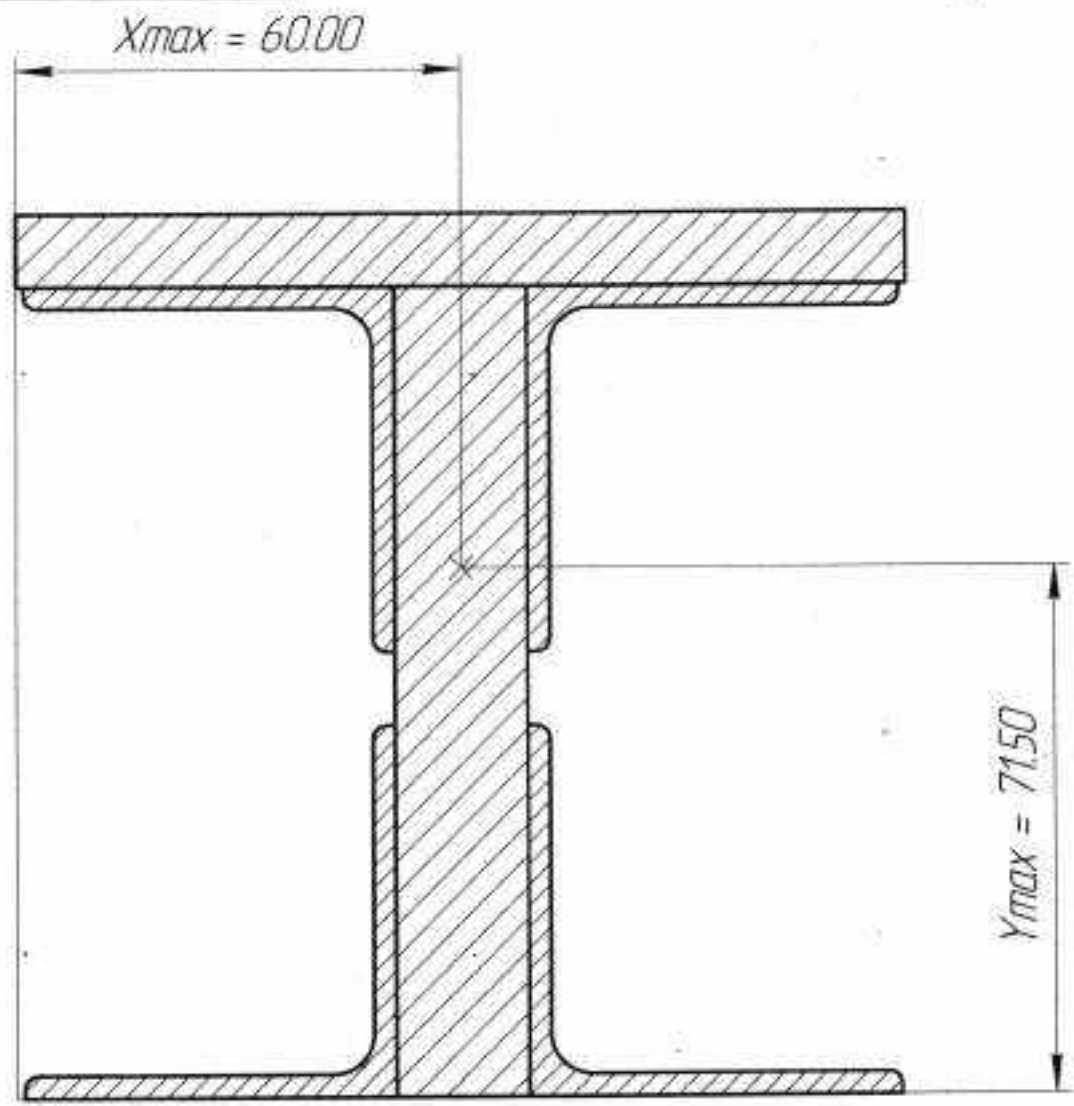
Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



Площадь сечения, см ²	Теоретическая масса 1 п.м., кг	Периметр, мм	Справочные величины для осей					
			X-X			Y-Y		
			J _x , см ⁴	W _x , см ³	I _x , см	J _y , см ⁴	W _y , см ³	I _y , см
43.64	34.130	260	747.77	104.59	4.14	236.93	39.49	2.33

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разработ.		Гонимаров И.А.		
Пров.		Чурбанова О.П.		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Нахождение центра тяжести

Лист	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

Лист примен

Справ. №

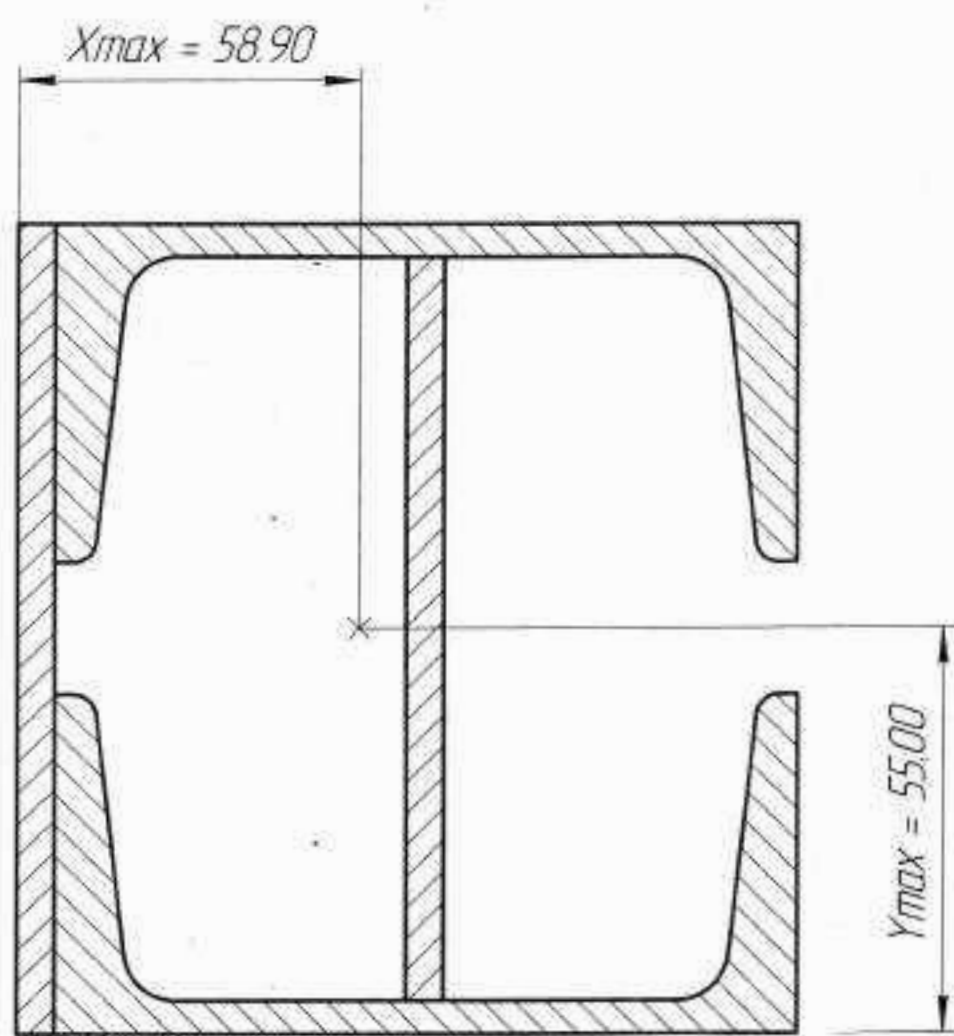
Лист и дата

Инд. № дробл

Взам. инд. №

Лист и дата

Инд. № подл



Площадь сечения, см ²	Теоретическая масса 1 п.м., кг	Периметр, мм	Справочные величины для осей					
			X-X			Y-Y		
			J _x , см ⁴	W _x , см ³	I _x , см	J _y , см ⁴	W _y , см ³	I _y , см
3243	8.788	675	50282	9142	3.94	47324	80.34	3.82

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Матани ИИ		
Проб.		Чурбанова ОЛ		
Т.контр.				
И.контр.				
Утв.				

Центр тяжести		Лист	Масса	Масштаб
				1:1
		Лист	Листов	1

Лабораторная работа №3

«Экспериментальная проверка формулы для определения осадки цилиндрической винтовой пружины»

Цель работы:

1. Определить осадку цилиндрической пружины аналитическим и опытным способами
2. Выполнить расчеты на прочность и жесткость при кручении

Оборудование:

1. Установка для испытания пружины на сжатие
2. Индикатор часового типа
3. Пружина
4. Штангенциркуль
5. Индивидуальное задание: Задача №1 и Задача №2

Порядок выполнения работы:

1. Определяем осадку цилиндрической пружины аналитическим способом

- 1.1. Определяем параметры данной пружины

Диаметр проволоки $d =$

Наружный диаметр проволоки $D_n =$

Средний диаметр пружины $D =$

Число рабочих витков $n =$

(При подсчете n следует исключить ту часть витков, которые плотно прилегают к опорным поверхностям)

- 1.2. Вычисляем осадку пружины при заданном значении нагрузки $F = 1.33 \text{ кг}$;
 $\lambda_{ан} =$

2. Определяем осадку цилиндрической пружины опытным способом

- 2.1. Пружину устанавливаем в приспособление и аккуратно нагружаем заданной силой

- 2.2. Определяем по индикатору значение осадки пружины

$\lambda_{опыт} =$

3. Сравниваем значения осадки пружины, полученные теоретическим и опытным способами

4. Делаем вывод о факторах, влияющих на точность определения осадки пружины по формуле [1]

5. Выполняем проектный расчет вала из условия прочности при

кручении [Решаем задачу №1]

6. Выполняем проверочный расчет вала по условию жесткости при кручении [Решаем задачу №2]

Теоретическое оборудование. Осадка винтовой пружины, т.е. перемещение точки приложенные силы по направлению оси пружины, может быть вычислена по формуле

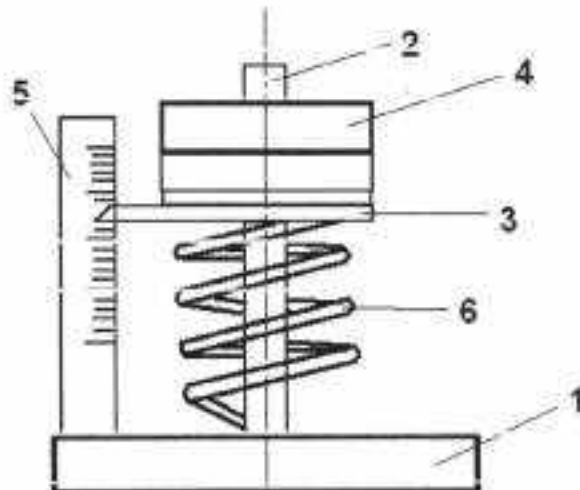
$$\lambda = 8FD^3n/GD^4 \quad (1)$$

- где F -осевая силы; D - средний диаметр витков пружины; n - число витков пружины; G - модуль сдвига; d - диаметр проволоки пружины.

Формула 1. - приближенная, так как при ее выводе не были учтены влияния поперечной силы, кривизны стержня, угла подъема витков и другие второстепенные факторы.

Чтобы убедиться в том, что получаемые результаты вполне пригодны для практического использования, нужно измерить осадку пружины при заданных нагрузках опытным путем и сопоставить с осадкой пружины, вычисленной по формуле 1.

Установка для испытания пружины на сжатие состоит (см. рис.) из следующих частей: основания 1, стержня 2, навески со стрелкой 3, грузов 4 и линейки 5. При навешивании грузов пружина 6 деформируется и стрелка показывает величину усадки.



Лабораторная работа №4

«Определение прогиба балки аналитическим и опытным способами»

Цель работы:

1. Определить величину прогиба балки и угла поворота сечений теоретическим способом
2. Определить величину прогиба балки и угла поворота сечений опытным способом
3. Выполнить проверочный расчет на жесткость при изгибе

Порядок выполнения работы.

1. Теоретический способ определения прогиба балки.

- 1.1. Ознакомимся с устройством установки для испытания на изгиб.
- 1.2. Определим значение нагрузки $F =$
- 1.3. Определим размер поперечного сечения балки $b =$
 $h =$
- 1.4. Определим материал балки и найдем значение модуля продольной упругости $E =$
- 1.5. Составим расчетную схему балки
- 1.6. Для полученной расчетной схемы выберем из таблицы формулу для определения прогиба балки.
- 1.7. Вычислим прогиб f

2. Опытный способ определения прогиба балки.

- 2.1. Установим индикатор в указанном сечении
- 2.2. Постепенно нагрузим балку грузом F
- 2.3. Определим по индикатору значение прогиба $f_{\text{оп}} =$
- 2.4. Сравним значения прогиба, полученные теоретическим и опытным способами
- 2.5. Сделаем вывод

3. Выполним проверочный расчет на жесткость при изгибе для указанной схемы нагружения балки. [Решим задачу №2.]

Теоретическое обоснование

Под действием внешних сил балки деформируются таким образом, что их продольная ось искривляется. Искривленная ось балки называют упругой линией. Перемещение поперечных сечений балок при изгибе характеризуется двумя величинами: прогибом и углом поворота. На рис. 1 показана консольная балка, нагруженная на свободном конце сосредоточенной силой F . Для такой балки уравнения упругой линии

$$V = -F (e z^2/2 - z^3/6)/E J_x;$$

Где V - прогиб [перемещение центра тяжести поперечного сечения в направлении перпендикулярном к оси балки]; e - длина балки; z - расстояние сечения от заделки; E - модуль продольной упругости; J_x - осевой момент инерции поперечного сечения балки относительно нейтральной оси.

Уравнение углов поворота сечений такой балки:

$$\Theta = -F/E J_x (ez - z^2/2);$$

Чтобы вычислить прогиб или угол поворота какого-либо сечения балки, необходимо в эти уравнения поставить значения z , равное расстоянию данного сечения от опоры балки.

Для типовых схем нагружения балок прогиб f вычисляют по формулам, приведенным в таблице. Опытным способом прогибы и углы поворота сечения балки определяют с помощью установки, изображенной на рис. 2.

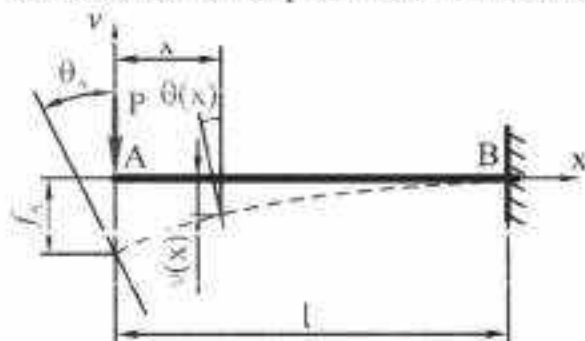


Рис.1

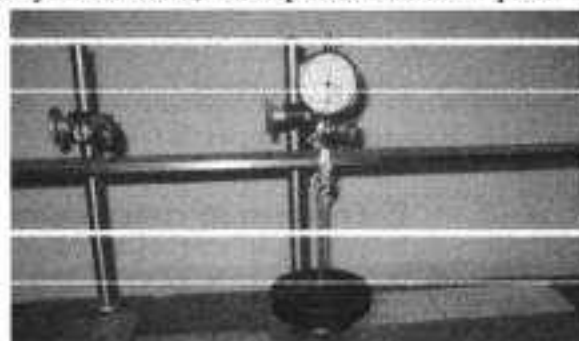


Рис.2

Условие жесткости при изгибе

$$f \leq [f]$$

$$\Theta \leq [\Theta]$$

f - максимальный прогиб балки [стрела прогиба]

$[f]$ - допустимый прогиб

Значение допустимого прогиба зависит от назначения и условий работы рассчитываемой конструкции колебаний в широких пределах. Обычно

допускаемый прогиб указывают в долях пролета [межопорного расстояния] балки. Так, для ручных грузоподъемных кранов $[f] = 1/400$, для электрических кранов $[f] = 1/700$ для валов и шпинделей металлорежущих станков $[f] = (5 \cdot 10^{-4} \dots 10 \cdot 10^{-4})$

Неравенство $\Theta < [\Theta]$ обычно проверяется для обеспечения нормальной работы подшипников качения $[\Theta] = 1 \cdot 10^{-4}$ рад

Из условия жесткости можно выполнять проектный расчет, проверочный расчет и определение допускаемой нагрузки.

Проверочный расчет заключается в определении максимального прогиба f и сравнении его с допускаемым значением т.е. в проверке неравенства $f \leq [f]$

Проектный расчет на жесткость заключается в определении из условия жесткости значение осевого момента инерции I_x и соответственно размеров поперечного сечения балки.

Определение допускаемой нагрузки заключается в определении из условия жесткости значений $[F]$, либо $[M]$, либо $[q]$.

Схемы нагружения балок

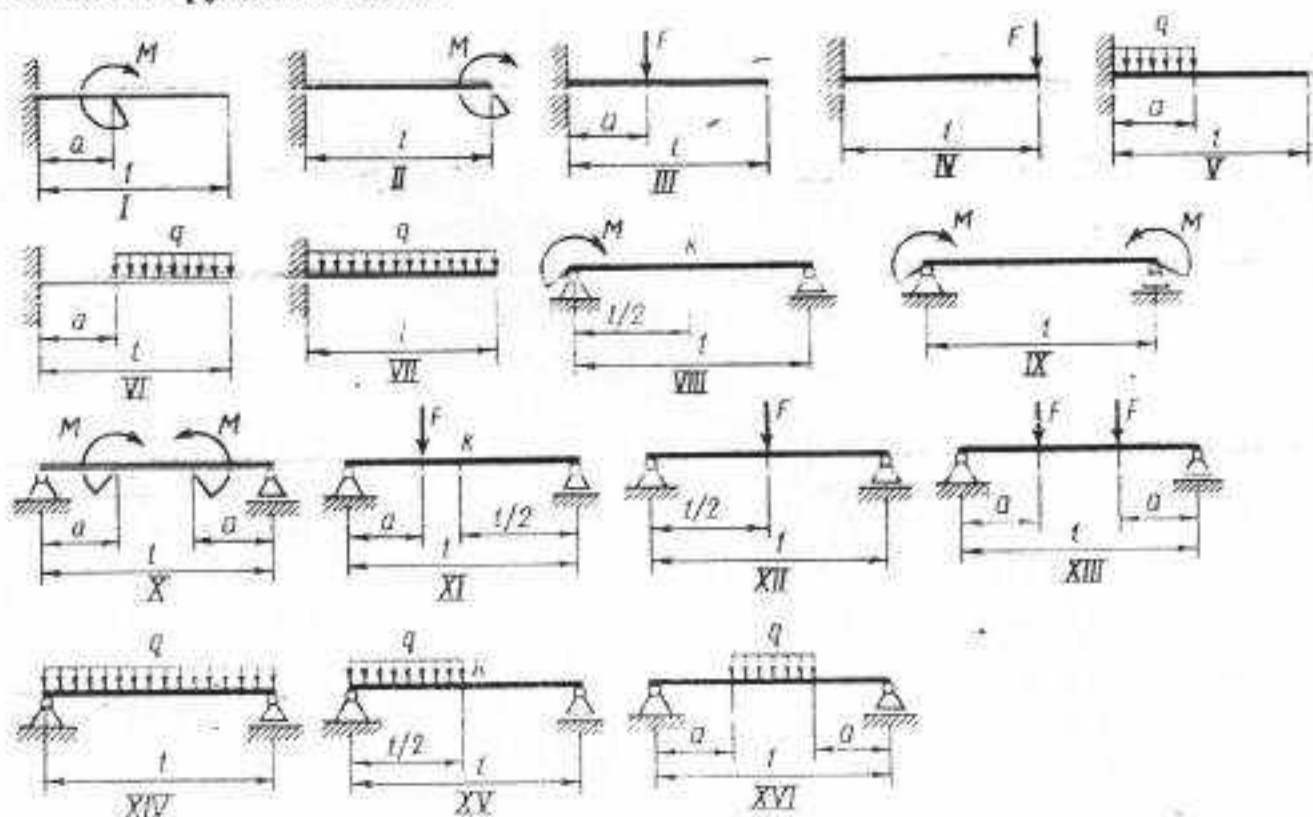


Таблица расчетных формул для схем нагружения балок

Схема	Максимальный прогиб балки [EJ - жесткость сечения]	Схема	Максимальный прогиб балки [EJ - жесткость сечения]
I	$\frac{Ma}{EJ(1 - \frac{a}{2})}$	IX	$\frac{Ml^2}{8EJ}$
II	$\frac{Ml^2}{2EJ}$	X	$\frac{M}{2EJ(\frac{l^2}{4} - a^2)}$
III	$\frac{Fa^2}{2EJ(l - \frac{a}{3})}$	XI	$U_k = \frac{Fa}{48EJ}(3l^2 - 4a^2);$ $a < \frac{l}{2}$
IV	$\frac{Fl^3}{3EJ}$	XII	$\frac{Fl^3}{48EJ}$
V	$\frac{qa^3}{24EJ(4l - a)}$	XIII	$\frac{Fa}{2EJ(\frac{l^2}{4} - \frac{a^2}{3})}$
VI	$\frac{ql^4}{24EJ(3 - 4\frac{a^3}{l^3} - \frac{a^4}{l^4})}$	XIV	$\frac{5ql^4}{384EJ}$

VII	$\frac{ql^4}{8EI}$	XV	$U_k = \frac{5ql^4}{768EI}$
VIII	$U_k = \frac{Ml}{16EI}$	XVI	$\frac{q}{48EI} \left(\frac{5}{8}l^4 - 3l^2a^2 + 2a^4 \right)$

- Примечания:* 1. Все значения прогибов даны по абсолютной величине.
2. В дальнейшем при вычислении наибольших прогибов для наиболее часто встречающихся схем нагружения балок рекомендуется использовать приведенную таблицу.

Лабораторная работа №5

«Определение критической силы для сжатого стержня большой гибкости и сопоставление результата с полученным по формуле Эйлера»

Цель работы:

1. Исследовать явление потери устойчивости прямолинейной формы равновесия при осевом сжатии
2. Определить критическую силу для заданного стержня по формуле Эйлера
3. Определить критическую силу для заданного стержня опытным способом
4. Выполнить проверочный расчет на устойчивость

Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим обоснованием работы
2. Выполнить лабораторно-практическую работу и оформить отчет в соответствии с указанным порядком выполнения работы.

Порядок выполнения работы:

1. Определяем критическую силу для заданного стержня по формуле Эйлера

- 1.1. Определяем модуль продольной упругости $E =$
- 1.2. Определяем размеры поперечного сечения стержня $B =$
- 1.3. Определяем минимальный момент инерции сечения стержня $J_{\min} =$
- 1.4. Определяем коэффициент приведения длины μ
- 1.5. Определяем длину стержня $l =$
- 1.6. Производим вычисление критической силы по формуле
$$F_{кр} = \pi^2 E J_{\min} / (\mu l)^2 =$$

2. Определяем критическую силу для заданного стержня опытным способом

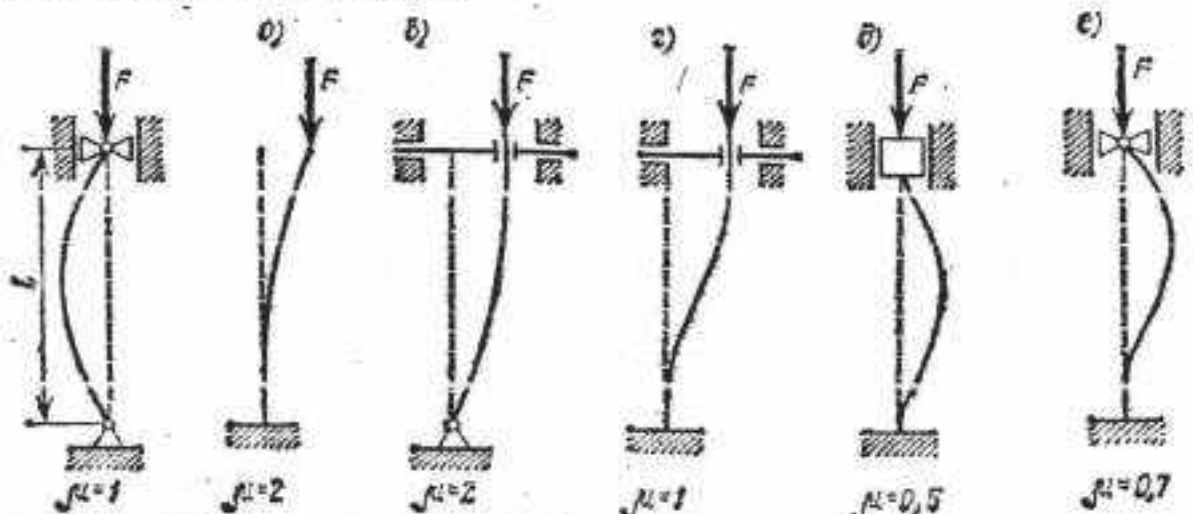
- 2.1. Установим стержень в зажимах лабораторной установки
- 2.2. Плавно производим нагружение путем накладывания гирь на рычаг. Во время нагружения внимательно наблюдаем за нагрузкой и поведением стержня. После каждого нагружения слегка отклоняем стержень от вертикального положения и проверяем, возвращается ли он в исходное положение, устойчива ли прямолинейная форма равновесия.
- 2.3. При достижении критической нагрузки прекращаем нагружение.
- 2.4. Записываем в отчет значение критической нагрузки $F =$
- 2.5. Составляем расчетную схему поперечной балки
- 2.6. Определяем длины участков балки $AB =$; $BC =$
- 2.7. Составляем уравнение равновесия балки
$$\sum M =$$
- 2.8. Выражаем значение критической силы из уравнения равновесия
$$F_{кр} =$$
- 2.9. Производим расчет
$$F_{кр.оп} =$$

Теоретическое обоснование.

Стержни, длина которых значительно больше поперечных размеров, при определенной осевой сжимающей силе могут потерять устойчивую прямолинейную форму равновесия. Это явление называют: "Продольным изгибом", а осевую силу до которой сжатый стержень сохраняет прямолинейную форму равновесия - критической силой $F_{кр}$, ее можно определить по формуле Эйлера:

$$F_{кр} = \pi^2 E J_{min} / (\mu l)^2; \quad (1)$$

где E - модуль продольной упругости для материала стержня J_{min} - минимальный осевой момент инерции поперечного сечения стержня; l - длина стержня; μ - коэффициент приведения длины, который зависит от способа крепления концов стержня.



Формула Эйлера применима лишь в том случае, если стержень теряет устойчивость при напряжениях, меньших предела пропорциональности, т.е. для стержней, гибкость которых больше предельной гибкости $\lambda_{пред}$ [$\lambda \geq \lambda_{пред}$]; Гибкость стержня λ определяют по формуле $\lambda = \mu l / i_{min}$, где $i_{min} = \sqrt{J_{min}/A}$ - минимальный главный радиус инерции поперечного сечения стержня; A - площадь поперечного сечения стержня.

Предельную гибкость $\lambda_{пред}$ определяют по формуле $\lambda_{пред} = \pi \sqrt{E/\sigma_{пл}}$

Предельную гибкость $\lambda_{пред}$ можно определить по стандартной таблице в зависимости от материала.

Если окажется, что $0 \leq \lambda < \lambda_{пред}$, то следует применять формулу Ясинского:

$$\sigma_{кр} = a - b \lambda;$$

Где a и b - коэффициенты, которые можно определить по таблице. зная критическое напряжение $\sigma_{кр}$, можно определить критическую силу

$$F_{кр} = \sigma_{кр} \cdot A;$$

Условие устойчивости сжатого стержня: $S \geq [S_y]$

Расчетный коэффициент запаса устойчивости $S_y = F_{кр}/F$;

Из условия устойчивости выполняют три расчета:

1. Проектный расчет: заключается в определении минимального момента инерции сечения из условия устойчивости, либо в определении минимальной площади поперечного сечения.

2. Проверочный расчет: заключается в проверке условия устойчивости $S \geq [Sy]$.

Расчет допускаемой нагрузки производят по формуле $[F] = F_{кр}/[Sy]$;

3. Сравниваем значения критической силы: полученные опытным путем $F_{кр.оп}$ и полученные теоретическим способом $F_{кр}$ и сделаем вывод.

Вывод:

Лабораторная работа №6

«Изучение конструкции зубчатого редуктора и определение основных геометрических и кинематических соотношений в зубчатой передаче»

Цель урока:

1. Ознакомиться с конструкцией зубчатого редуктора и назначением его деталей
2. Формировать навыки вычеркивания кинематических схем реальных механизмов
3. Формировать навыки чтения чертежей

Оборудование: редуктор зубчатый, штангенциркуль, угломер, отвертки, сборочный чертеж редуктора (см. рис 2).

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с конструкцией зубчатого редуктора по сборочному чертежу
2. Произвести разборку редуктора
3. Вычертить кинематическую схему
4. С помощью измерений и вычислений определить геометрические параметры зубчатой пары
5. Определить передаточное число
6. Результаты оформить в виде таблицы 1.
7. Произвести сборку редуктора
8. Описать порядок сборки одноступенчатого редуктора

Конструкция редуктора

Шестерня 3 в виду малого диаметра выполнена за одно целое с ведущим валом, который в этом случае называется валом-шестерней 3. Зубчатое колесо 4 установлено на ведомом валу 2 с помощью шпонки 33. Валы 2 и 3 опираются на конические роликоподшипники 25 и 26. Все подшипники смонтированы в гнездах корпуса, состоящего из основания 6 и крышки 7. Крышка и основание соединены друг с другом при помощи болтов 18, гаек 22, шайб 29. Распорная втулка 5 предотвращает осевое смещение колеса 4.

В корпус заливается масло для смазки деталей редуктора

Существуют различные способы смазки зубчатых колес и подшипников. При картерной смазке, например зубчатые колеса смазываются окунанием в масло, которое находится в нижней части корпуса.

Наиболее просто смазка подшипников производится разбрызгиванием масла из общей масляной ванны самими зубчатыми колесами или специальными дисками.

По бокам крышки 7 предусмотрены две петли для возможности подъема и транспортирования редуктора грузоподъемными машинами, вверху в ней есть смотровое отверстие, предназначенное для осмотра зубчатых передач и заливки масла. Оно закрывается крышкой 8, закрепляемой винтом 13.

Отдушина служит для выхода воздуха, расширяющегося при выделении тепла во время работы редуктора. В основание корпуса завинчен масло - указатель 1, необходимый для контроля уровня масла и пробка 1 - для его спуска. Сквозные 9 и 11 и глухие 10 и 12 крышки подшипников прикреплены к корпусу редуктора посредством винта 19. В сквозные крышки установлены уплотнения 28 и 27, предотвращающие вытекание масла из редуктора, а также попадание внутрь него абразивных частиц и грязи из окружающей среды.

В данном редукторе применяются резиновые манжетные уплотнения, имеющие широкое распространение в машиностроении, кроме них используются другие типы уплотнений, например лабиринтные войлочные кольца.

Таблица 1. Основные размеры и параметры исследуемого редуктора

Наименование параметра и его единица	Обозначение	Способ определения	Результаты измерений и вычислений
Число зубьев шестерни	Z_1	Сосчитать	
Число зубьев колеса	Z_2	Сосчитать	
Передаточное число ступени	u_1 u_2	$u_1 = \frac{Z_2}{Z_1}$ $u_2 = \frac{Z_4}{Z_3}$	
Общее передаточное число редуктора	$u_{общ}$	$u_{общ} = u_1 u_2$	
Межосевое расстояние	a_w	Измерить см. рис. 1	
Угол наклона зуба по вершинам, град	β_a	Измерить см. рис. 1	
Угол наклона зуба по делительному диаметру, град	β	$\beta = \arctg \frac{Z_1}{Z_1 + 2} \operatorname{tg} \beta_a$	
Модуль нормальный, мм	m_n	$m_n = \frac{2a_w}{(Z_1 + Z_2)} \cos \beta$	

Модуль торцовый, мм	m_t	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$	
Делительный диаметр, мм	d_1 d_2	$d_1 = m_t \cdot Z_1$ $d_2 = m_t \cdot Z_2$	
Диаметры вершин зубьев, мм	d_{a1} d_{a2}	$d_{a1} = d_1 + 2m$ $d_{a2} = d_2 + 2m$	
Ширина венцов колес, мм	b_1 b_2	Измерить	

Примечания: 1. Межосевое расстояние сравнить со стандартным для данного типа редуктора. 2. Модуль зацепления округлить до ближайшего значения по СТ СЭВ 310-76.3. Если редуктор одноступенчатый, то $u_{обш} = u$.

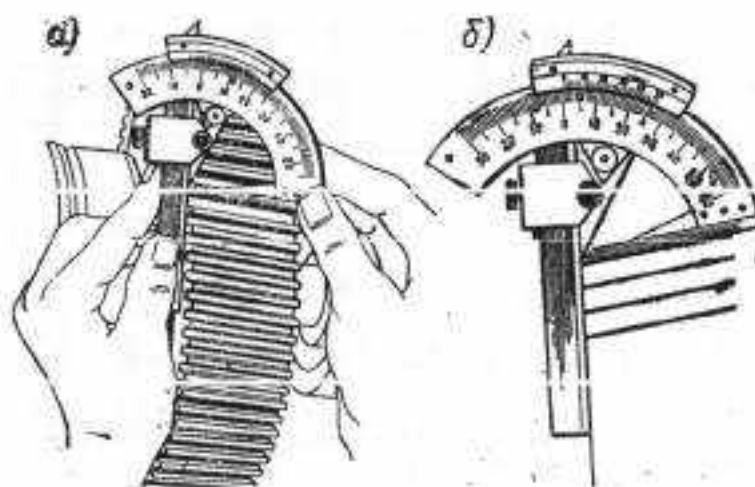


Рисунок 1

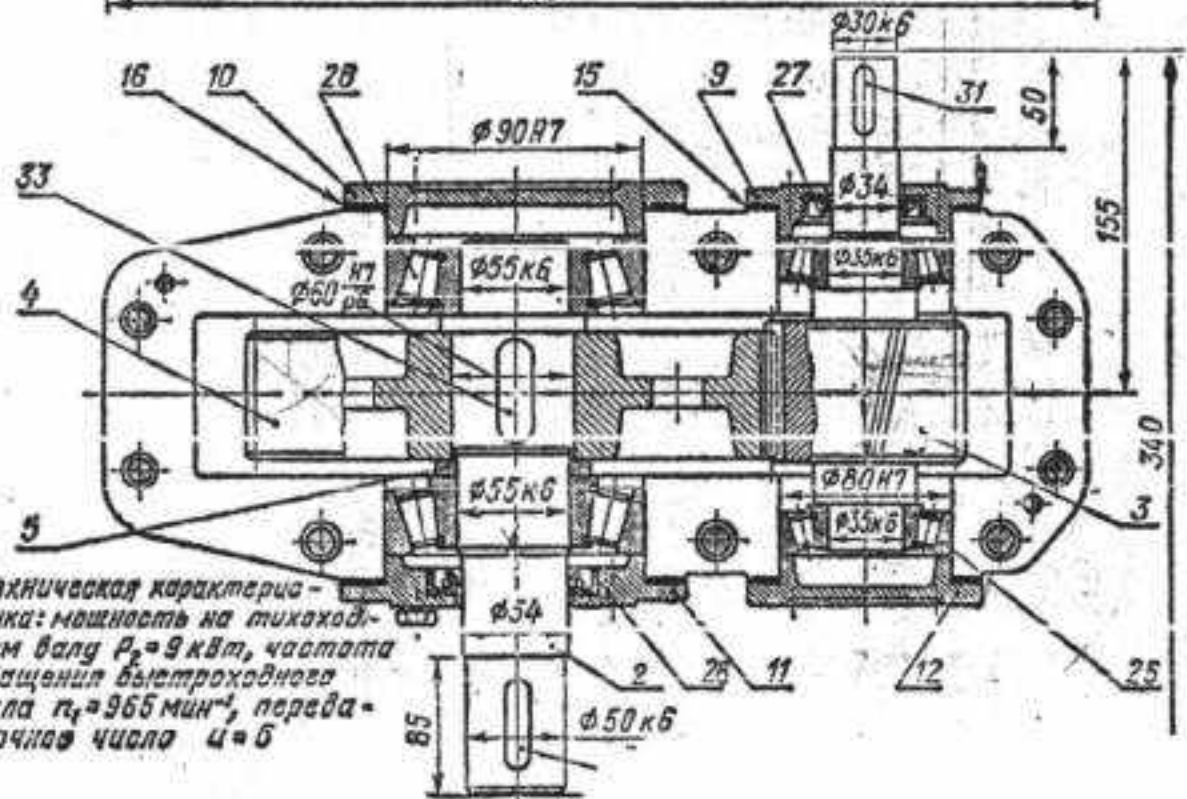
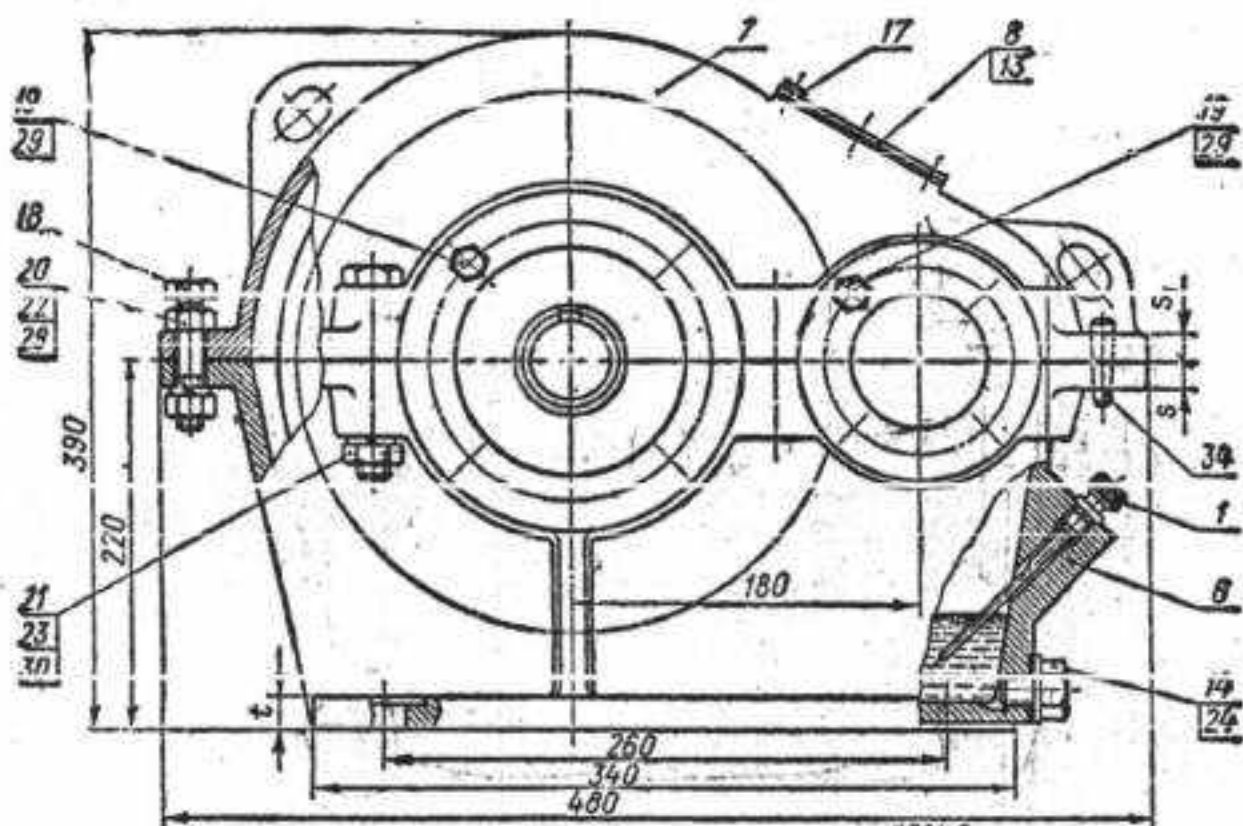


Рис.

Рисунок 2

Лабораторная работа №7

«Проверка расчетно-практических работ №13 и №14 с помощью чертежно-графического редактора КОМПАС-ГРАФИК V - 5.11»

1. Нажать пиктограмму КОМПАС - ГРАФИК 5.11
2. Меню - Файл - Создать лист
3. Меню - Файл - Сохранить как
4. В окне *"Ввести имя файла"* : Привод
5. В окне *"Информация о документе"* в строке Автор ввести фамилию и имя, а строке комментарий № группы
6. Меню - Сервис - Менеджер библиотек

Проверка Расчетно-графической работы №13 *"Расчет двухступенчатого привода"*

7. В окне "Менеджер библиотек": Машиностроение - Библиотека электродвигателей - папка "Подбор электродвигателя";
8. В окне "Мастер подбора электродвигателя" - Далее
9. В окне "Ввод силовых параметров" вводим вращающий момент и частоту вращения на выходном валу - Далее;
10. В окне "Расчет кинематики привода" вводим общее передаточное число и допустимое отклонение частоты вращения выходного вала [4%] - Далее;
11. В окне "Расчет КПД привода" выбираем значение КПД звеньев привода Далее;
12. В окне "Результаты расчеты" - Далее;
13. В окне "Выбор двигателя - Переменного тока трехфазный Асинхронный общего применения - Далее".
14. В окне "Проверка параметров привода" выбираем соответствующий двигатель - Далее;
15. В окне "Завершение" создать текстовый файл - Готово.

Лабораторная работа №8

«Изучение конструкции червячного редуктора и определение геометрических и кинематических параметров червяка и червячного колеса»

Цель работы:

Ознакомление с конструкцией редуктора и назначением его деталей, определение основных параметров червячной пары путем замеров и расчета; изучение способов регулировки зацепления червячной пары.

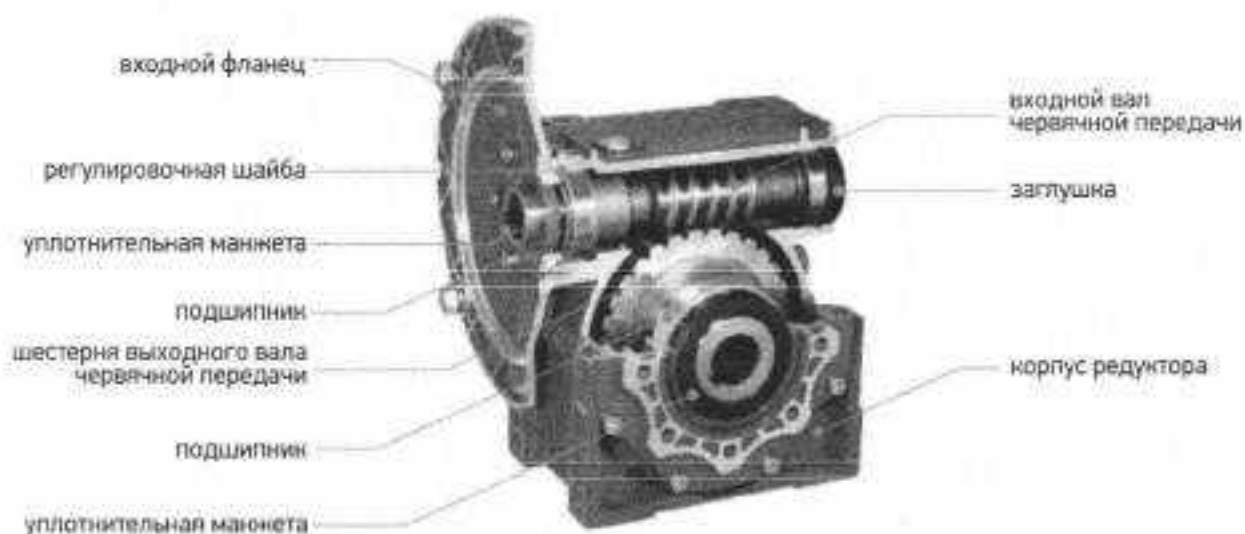
Предпосылки к работе.

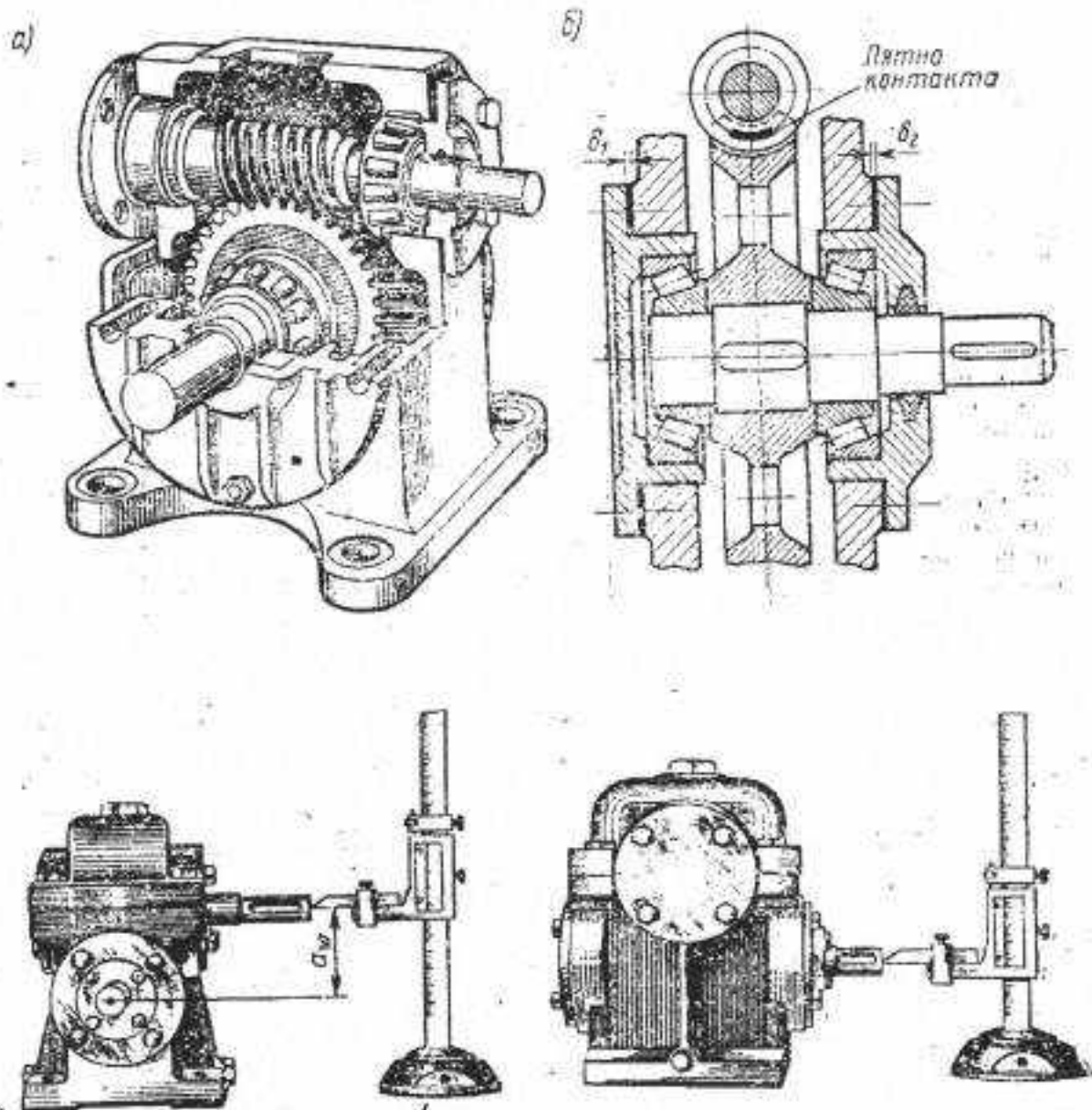
Показатели точности монтажа силовых червячных передач являются: величина и характер пятна контакта между зубьями колеса и червяка; отклонение от номинального межосевого расстояния, определяющего радиальный зазор в зацеплении.

Таким образом, правильность зацепления червячной пары является одним из существенных факторов, характеризующих надежность передачи.

Следовательно, при сборке червячных редукторов на обеспечение правильного зацепления элементов следует обращать особое внимание.

Оборудование и принадлежности: Для выполнения данной работы необходимо иметь: червячный редуктор (предпочтительно стандартный), набор гаечных ключей и отверток, штангенрейсмас, штангенциркуль, кронциркуль, масштабную линейку, краску для проверки пятна контакта, набор регулировочных контактов, сборочный чертеж редуктора.





Порядок выполнения работы:

1. Осмотреть редуктор и наметить план его разборки
2. Замерить 2-3 раза расстояние между осями валов, как показано на рис. 3.8, и округлить его до ближайшего стандартного по ГОСТу, если оно лежит в пределах последнего. Значение a_w занести в таблицу отчета
3. Отвинтить крепежные элементы крышки корпуса и крышек подшипниковых узлов, снять крышки регулировки подшипников и правильное зацепление червячной пары
4. Вынуть червячное колесо редуктора вместе с валом, а также червяк с деталями на нем (детали и подшипники с валом не снимать)
5. Ознакомиться с конструкцией вала и червяка, путем замера и расчета определить их размеры и параметры. Результаты занести в таблицу отчета. Параметры червячной пары, регламентируемые стандартом, сверить с ГОСТ

Таблица. Основные размеры и параметры исследуемого редуктора

Наименование параметра и его единица	Обозначение	Способ определения	Результаты измерений и вычислений
Число зубьев колеса	Z_2	Сосчитать	
Число витков червяка	Z_1	Сосчитать	
Передаточное число	u	$u = \frac{Z_2}{Z_1}$	
Осевой шаг червяка, мм	p'	Замерить	
Расчетный модуль	m'	$m' = \frac{p'}{\pi}$	
Диаметр вершин зубьев червяка, мм	d_{a1}	Замерить	
Делительный диаметр, мм червяка колеса	d_1 d_2	$d_1 = d_{a1} - 2m'$ $d_2 = m' \cdot Z_2$	
Диаметр вершин зубьев колеса, мм	d_{a2}	$d_{a2} = d_2 + 2m'$	
Межосевое расстояние расчетное, мм	a_o	$a_o = 0,5(d_1 + d_2)$	
Межосевое расстояние, мм	a'_o	Замерить	
Коэффициент диаметра червяка	q'	$q' = \frac{d_1}{m}$	
Угол подъема витка винтовой линии, град	γ	$\text{tg} \gamma = \frac{Z_1}{q'}$	

Диаметр впадин зубьев, мм червяка колеса	d_{f1} d_{f2}	$d_{f1} = d_1 - 2,4m'$ $d_{f2} = d_2 - 2,4m'$	
Длина нарезанной части червяка, мм	b_1	Замерить	
Ширина венца колеса, мм	b_2	Замерить	
Расчетное значение КПД	η	$\eta = \frac{1g\gamma}{1g(\gamma + \rho')}$, где ρ' - значение угла трения	

Лабораторная работа №9

«Изучение конструкции простейших механизмов и составление кинематических схем»

Цель работы: Исследовать принцип действия и кинематику простейших механизмов; ознакомиться с условным изображением звеньев и кинематических пар по ЕСКД

Теоретическое обоснование. На рис. 1а показана модель кривошипно-ползунного механизма. Кривошип 1 - ведущее звено, вращающееся вокруг неподвижной оси. Звено 3 - ползун, совершает возвратно-поступательное движение, а звено 2 - шатун, плоскопараллельное движение. Звенья механизма связаны между собой и с неподвижной стойкой 4 с помощью кинематических пар. На рис. 1б изображена кинематическая схема этого механизма. Условные графические обозначения звеньев и кинематических пар механизмов должны выполняться с соответствии с ГОСТ 2.770-68 (СТ СЭВ 2519-80.) - "Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики". В табл. 1 приведены условные графические обозначения наиболее распространенных элементов кинематики.

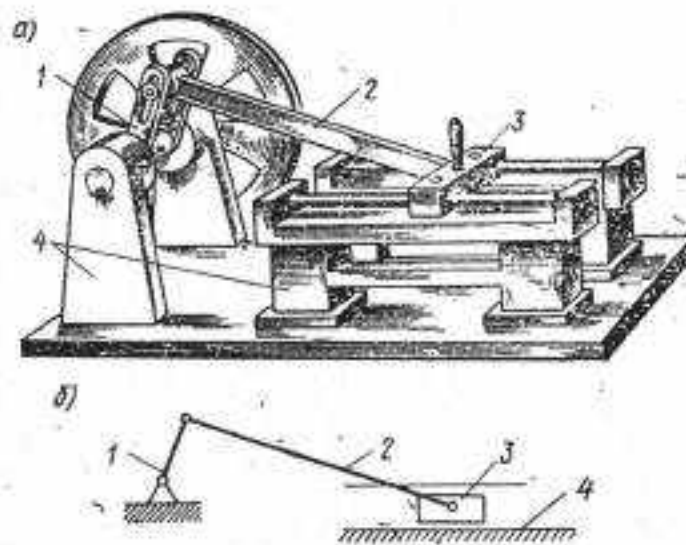


Рисунок 1

Порядок выполнения работы: Ознакомиться с моделью механизма или узла. Медленно привести в движение ведущее звено и проследить за движением всех остальных звеньев. Установить, какими кинематическими парами связаны между собой звенья механизма.

Начертить от руки кинематическую схему механизма в соответствии с условным изображением по ГОСТ 2.770-68. Измерить расстояние между центрами вращательных кинематических пар, расстояние, на которое перемещается звено поступательной пары, число зубьев зубчатых колес,

диаметры шкивов и т.п. Эти размеры проставить на схеме механизма. Подсчитать число звеньев и кинематических пар. Данные записать в отчет. Выполнить в масштабе чертеж кинематической схемы механизма по заданию преподавателя. Пронумеровать все звенья, а кинематические пары обозначить большими буквами.

Отчет о работе: Кинематическая схема механизма с указанием номера и размеров звена, вида кинематических пар и их обозначения в виде таблицы. На рис. 2 показаны модели различных механизмов, для которых нужно выполнить кинематические схемы.

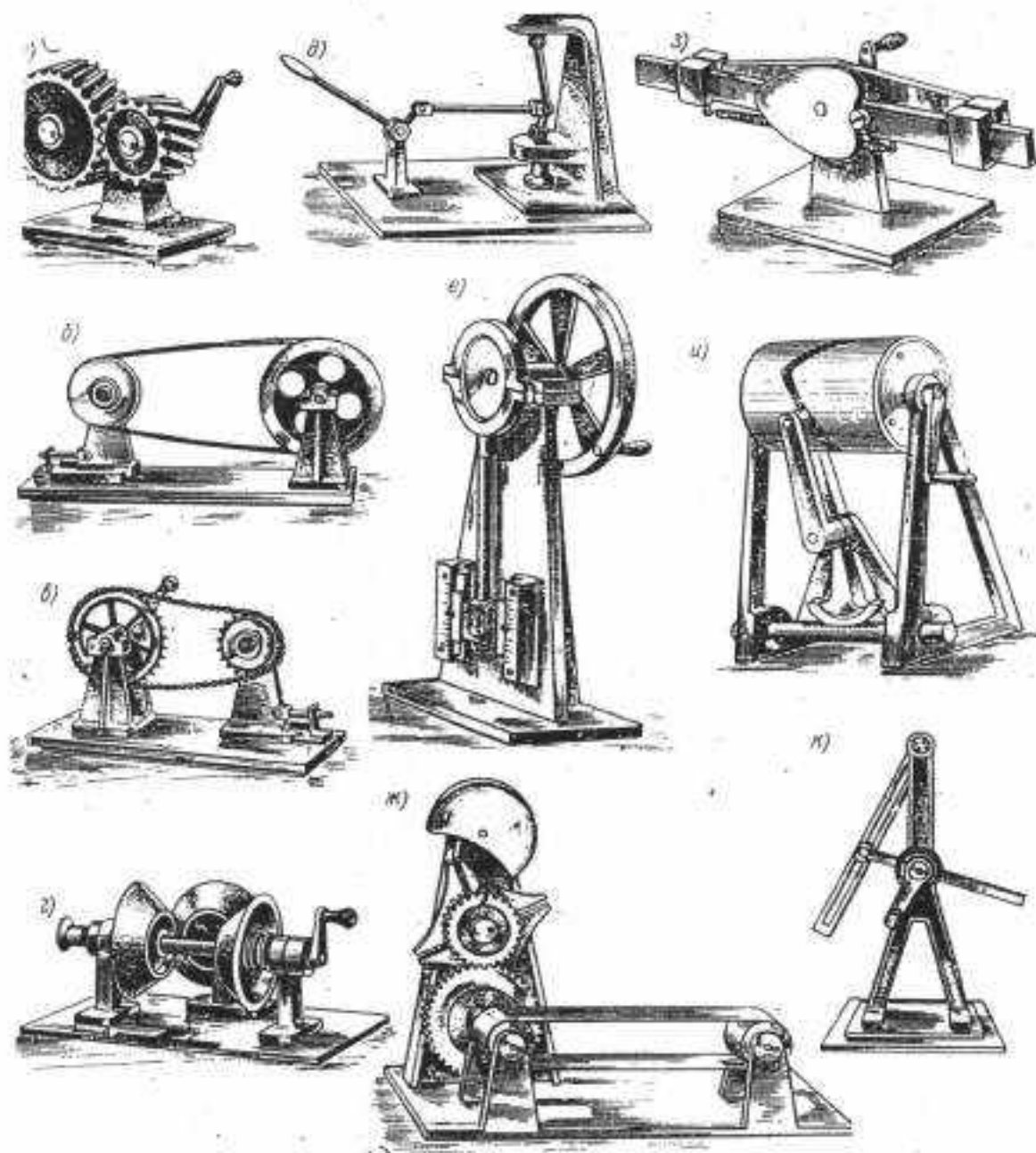


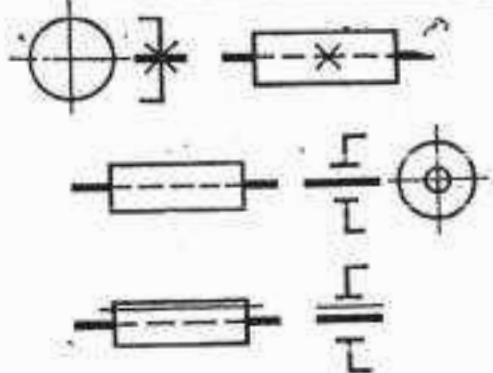
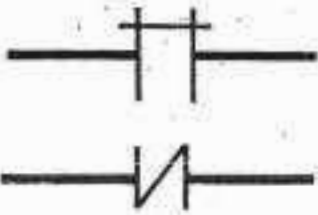
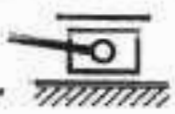
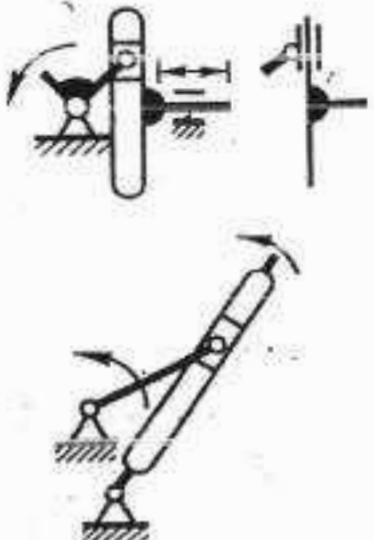
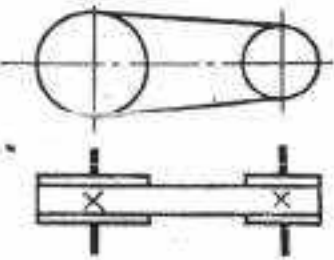
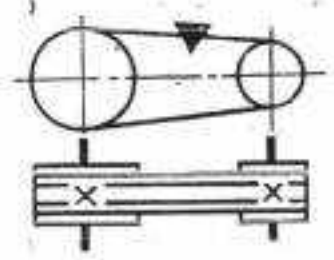
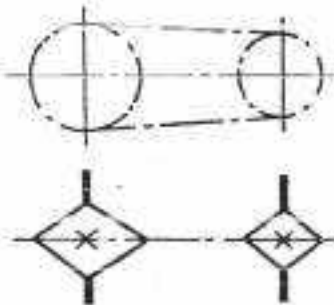
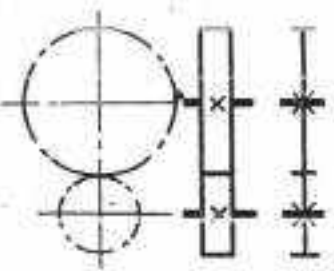
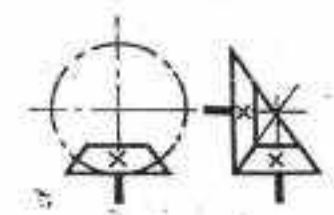


Рисунок 2

Таблица 1. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики. По ГОСТ 2.770 – 68.

Наименование	Обозначение
Подшипники скольжения	
Подшипники качения	
Соединение детали с валом глухое: свободное при вращении подвижное без вращения	
Соединение двух валов: глухое эластичное	
Ползун в неподвижных направляющих	
Кривошипно-кулисные механизмы: с поступательно движущейся кулисой с вращающейся и качающейся кулисой	

Продолжение табл. 1

Наименование	Обозначение
Открытая передача плоским ремнем	
Передача клиновидным ремнем	
Передача цепью (общее обозначение без уточнения типа цепи)	
Передача зубчатая, цилиндрическая с внешним зацеплением (общее обозначение без уточнения типа зубьев)	
Передача зубчатая с пересекающимися валами (конические)	

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РЕФЕРАТА

по дисциплине «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»


для специальностей:
15.02.04 «Специальные машины и устройства»
15.02.08 «Технология машиностроения»

Утверждено

на заседании цикловой комиссии
общеобразовательных дисциплин

Протокол от «13» сентября 2022 г. № 6

Председатель цикловой комиссии

 А.Я. Овчинникова

Автор: О.П. Чурбанова, преподаватель ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет" Технический колледж им. С.И. Мосина,

Минобрнауки России
ФГОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж им. С.И.Мосина

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

**по дисциплине
Техническая механика**

**специальности СПО
15.02.08 Технология машиностроения**

Тула 2022

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО
«ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМ. С.И.МОСИНА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО
ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА»**

Для специальностей

15.02.04 «Специальные машины и устройства»

15.02.08 «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДЕНО:

на заседании цикловой комиссии
обще профессиональных дисциплин

Председатель цикловой комиссии

 Овчинникова А.Я.

«14» 01 20 21 г. N5

Практическая работа №1

Решение задач на равновесие плоской системы сходящихся сил.

(Тема 1.2 «Плоская система сходящихся сил»)

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданной стержневой конструкции определить реакции стержней.

Указание: Схему конструкции взять в индивидуальном задании.

Образец выполнения РГР 1 прилагается.

При решении задачи рекомендуется использовать алгоритм:

1. Выделить объект равновесия.
2. Освободить тело от связей, заменить их реакциями и составить расчётную схему.
3. Провести оси координат.
4. Составить уравнения равновесия системы сил.
5. Решить уравнения и определить значения неизвестных сил.
6. Проверить правильность решения задачи.

Указание: Для проверки правильности решения задачи следует выбрать масштаб сил и построить силовой многоугольник для системы сил, изображенной на расчетной схеме.

РГР №1

Определить реакции стержней

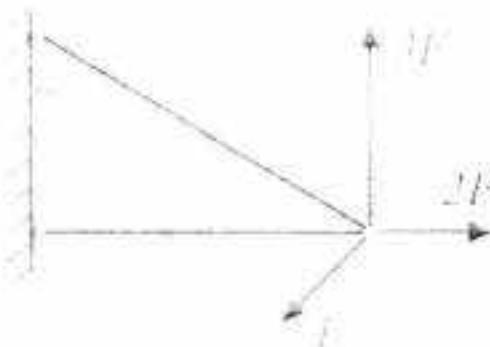


Рис. 1 Схема нагружения

Дано:
 $F_1=50$ кН
 $F_2=100$ кН
 $F_3=150$ кН
Найти:
 $R_1; R_2$

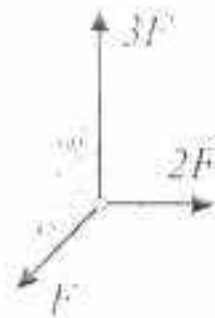


Рис.2 Расчетная схема

Аналитический способ:

1. Выбираем объект равновесия - узел В.
2. Освобождаем узел В от связей, заменяя их реакциями R_1 и R_2 .
Составим расчётную схему (рис.2)
3. Проводим оси координат.
4. Составляем уравнения равновесия:

$$\begin{cases} \sum F_{kx}=0 & F_2-F_1\cos 45^\circ -R_2+R_1\cos 30^\circ=0 \\ \sum F_{ky}=0 & F_3+R_1\cos 60^\circ -F_1\cos 45^\circ=0 \end{cases}$$

$$R_1 = \frac{F_1 \cos 45^\circ - F_3}{\cos 60^\circ} = \frac{50 \cdot 0.7 - 150}{0.5} = 229 \text{ кН}$$

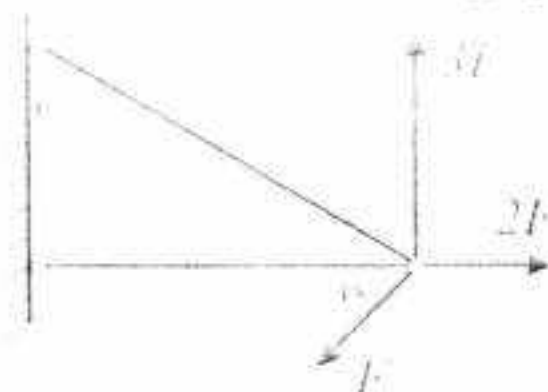
$$R_2 = R_1 \cos 30^\circ + F_2 - F_1 \cos 45^\circ = 229 \cdot 0.9 + 100 - 50 \cdot 0.7 = 259.65 \text{ кН}$$

Ответ: $R_1 = 229 \text{ кН}$, $R_2 = 259.65 \text{ кН}$

РГР №1

Определить реакции стержней

Графический способ:



Дано:

$$F_1 = 50 \text{ кН}$$

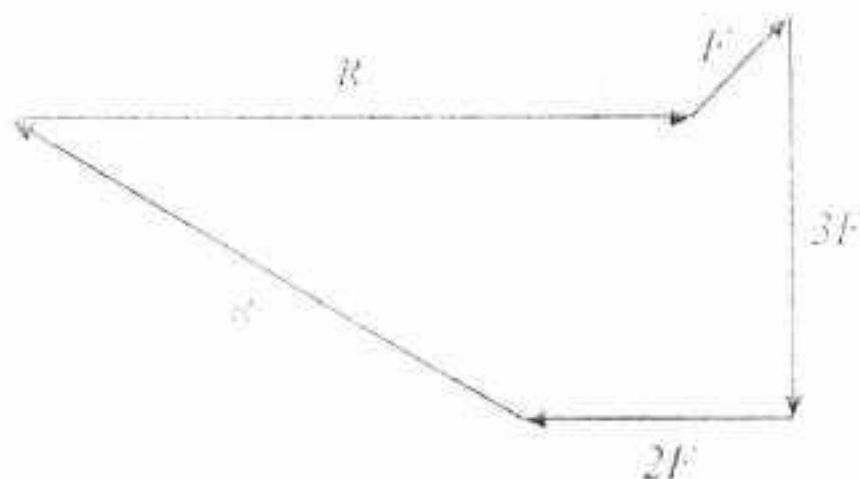
$$F_2 = 100 \text{ кН}$$

$$F_3 = 150 \text{ кН}$$

Найти:

$$R_1; R_2$$

Масштаб сил $\mu = 2,5 \frac{\text{кН}}{\text{мм}}$



$$R_1 = 229 \text{ кН}$$

$$R_2 = 256.65 \text{ кН}$$

Ответ: $R_1 = 229 \text{ кН}$, $R_2 = 259.65 \text{ кН}$

Практическая работа №2

(Тема 1.4 «Плоская система произвольно расположенных сил»)

Определение реакции опор балок

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданной схемы двухопорной балки определить реакции опор.

Задача №2. Для заданной схемы консольной балки определить реакции жёсткой заделки.

Указание: Схемы балок взять в индивидуальном задании.

Образцы выполнения РГР 2 прилагаются.

При решении задач статики рекомендуется использовать алгоритм:

1. Выделить объект равновесия.
2. Освободить тело от связей, заменить их реакциями и составить
3. расчётную схему.
4. Провести оси координат.
5. Составить уравнения равновесия системы сил.
6. Решить уравнения и определить значения неизвестных сил.
7. Проверить правильность решения задачи.

Указание: Для проверки решения задачи №1 составить уравнение $\sum F_{ky}=0$.
Для проверки решения задачи №2 составим уравнение $\sum M_c=0$

Теоретическое обоснование

Объектом решения многих задач статики служат так называемые балки или балочные системы. *Балкой* называется конструктивная деталь какого-либо сооружения, выполняемая в большинстве случаев в виде прямого бруса с опорами в двух (или более) точках. Условие равновесия произвольной плоской системы сил выражается тремя уравнениями, значит с их помощью можно определить реакции опор только в том случае, если число реакций связи не превышает трех. Таким образом, балка статически определима, если она, например, опирается на три непараллельных шарнирно-прикреплённых стержня (рис. 1.а) имеет две опоры, из которых одна шарнирно-неподвижная, другая - шарнирно-подвижная (рис. 1.б); опирается на две гладкие поверхности, из которых одна с упором (рис. 1.в); опирается в трёх точках на гладкие поверхности (рис.1.г) жёстко заделана в стену или закреплена специальным приспособлением (рис. 1.д). В первых четырёх случаях действие сил на балку уравновешивается тремя реакциями опор (рис. 1.а-г). Жёсткая заделка (закрепление) в отличие от не подвижного шарнира препятствует не только поступательному перемещению балки, но и её вращению в любом направлении. Поэтому кроме реакции (силы) R_a (рис. 1.д), которую, как и в случае шарнирно-неподвижной опоры, можно заменить двумя составляющими R_{ax} и R_{ay} , в заделке возникает реактивная пара с моментом M_a , препятствующая повороту балки.

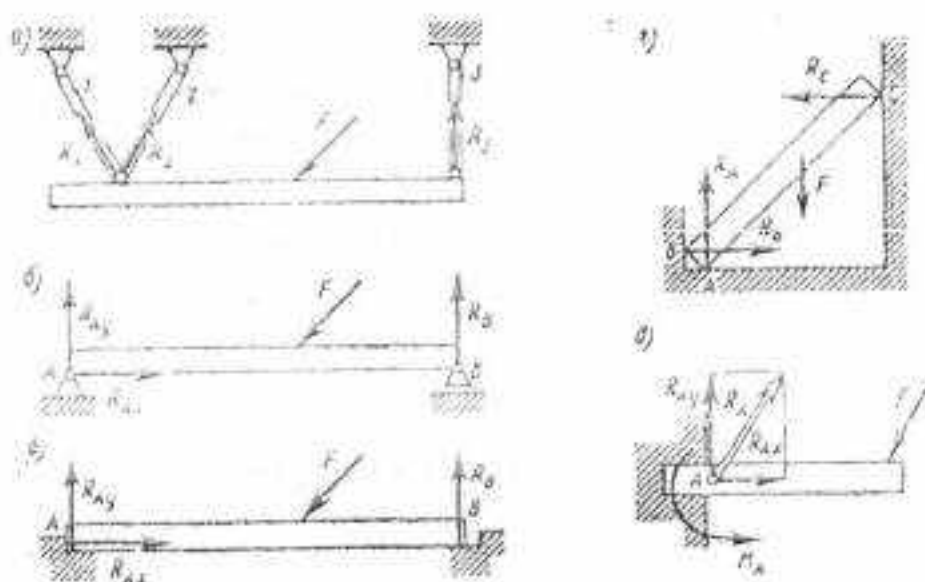


Рис. 1

По способу приложения силы условно делятся на сосредоточенные и распределённые. До сих пор мы рассматривали сосредоточенные силы, предполагая, что нагрузка сосредоточена в точке. Однако, строго говоря, приложить силу в точке невозможно, но во многих случаях такая схематизация допустима. Например, если на балке лежит цилиндрическое тело 1 или на балку опирается стенная панель 2 (рис. 1.а), то при определении опорных реакций целесообразно считать, что балка нагружена сосредоточенными силами F_1 и F_2 , равными силами тяжести тел 1 и 2 (рис. 2,б)

Часто невозможно пренебречь тем, что к рассматриваемому телу приложена сплошная нагрузка. При этом различают нагрузку, распределённую по линии, поверхности и объёму. Примерами сплошных нагрузок могут служить сила давления воды на плотину, сила давления песка на ленту транспортера и т.д.

Из числа распределённых нагрузок рассмотрим только равномерно распределённые. Такие нагрузки условно изображаются в виде прямоугольника, в котором параллельные стрелки указывают, в какую сторону действует нагрузка (рис. 3,а)

Равномерно распределённая нагрузка задаётся двумя параметрами: интенсивностью q , т.е. числом единиц силы (Н или кН), приходящихся на единицу длины (м), и длиной l . В задачах статики, где рассматриваются абсолютно недеформированные (твёрдые) балки, равномерно распределённую нагрузку можно заменять равнодействующей сосредоточенной силой F_q , численно равной произведению интенсивности q на длину l действия нагрузки, приложенной посередине длины l (рис. 3,б) и направленной в сторону действия q .

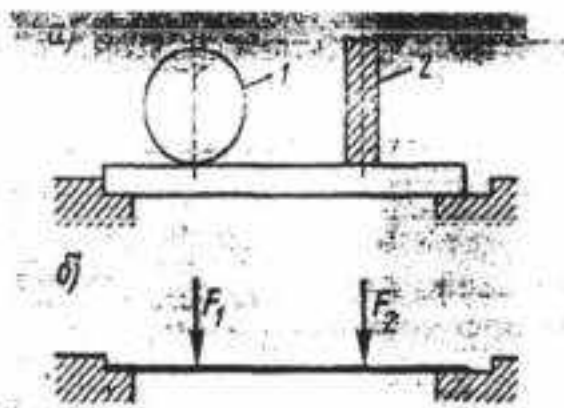


Рис. 2.17

Рисунок 2

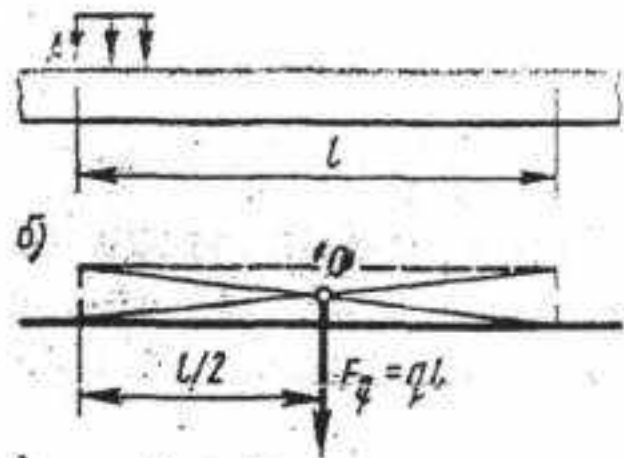


Рисунок 3

Кроме сил на балку иногда действуют пары сил. В подобном случае действие пары сил на балку измеряется, как известно, ее моментом $M = Fa$, который условно изображают круговой стрелкой.

Плоская система произвольно расположенных сил представляет собой систему сил, линии действия которых лежат в одной плоскости и не пересекаются в одной точке.

Уравнения равновесия плоской системы произвольно расположенных сил:

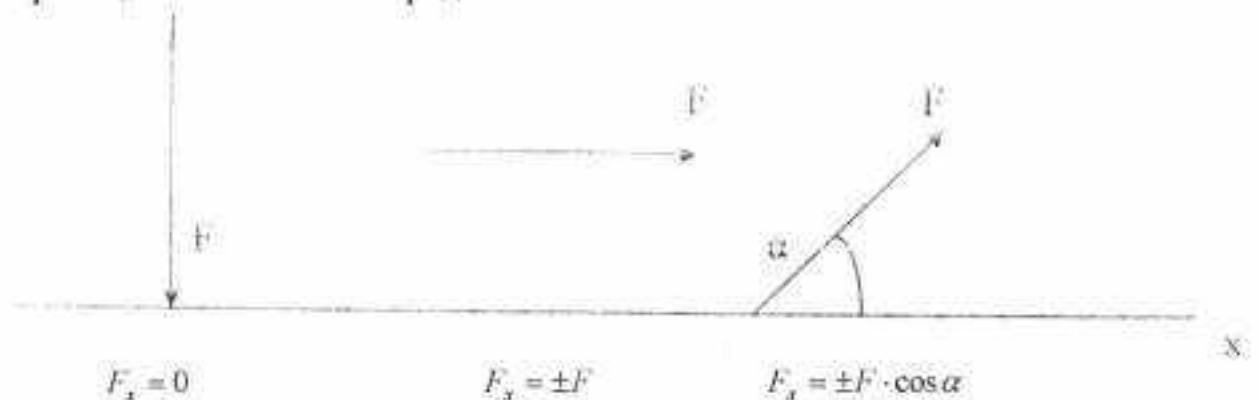
Первая форма	Вторая форма	Третья форма
$\Sigma F_{ix} = 0$	$\Sigma F_{ix} = 0$	$\Sigma M_A(F_i) = 0$
$\Sigma F_{iy} = 0$	$\Sigma M_B(F_i) = 0$	$\Sigma M_B(F_i) = 0$
$\Sigma M_A(F_i) = 0$	$\Sigma M_C(F_i) = 0$	$\Sigma M_C(F_i) = 0$

ΣF_{ix} - алгебраическая сумма проекций всех сил на ось X

ΣF_{iy} - алгебраическая сумма проекций всех сил на ось Y

$\Sigma M_A(F_i)$ - алгебраическая сумма моментов всех сил относительно точки A

Проекция силы на ось определяется:



$$F_x = 0$$

$$F_x = \pm F$$

$$F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$$

Момент силы относительно точки

Моментом силы относительно точки называется взятое со знаком плюс или минус произведение модуля силы F на плечо l .

$$M_o(F) = \pm F \cdot l \quad (1)$$

Точка O , относительно которой берётся момент силы, называется центром момента; $OB=l$ - кратчайшее расстояние от центра момента до линии действия силы - называется плечом силы относительно данной точки; знак плюс ставится в случае, если сила F стремится повернуть плечо l против хода часовой стрелки, а знак минус - в противоположном случае.

Из равенства (1) следует, что при $l=0$, т.е. когда центр моментов O расположен на линии действия силы F , $M_o(F)=0$.

Определение реакций опор балок выполняют по общему алгоритму решения задач на равновесие систем сил, который содержит следующие действия.

РГР №2

ЗАДАЧА 1 Определить реакции опор балки

Дано:

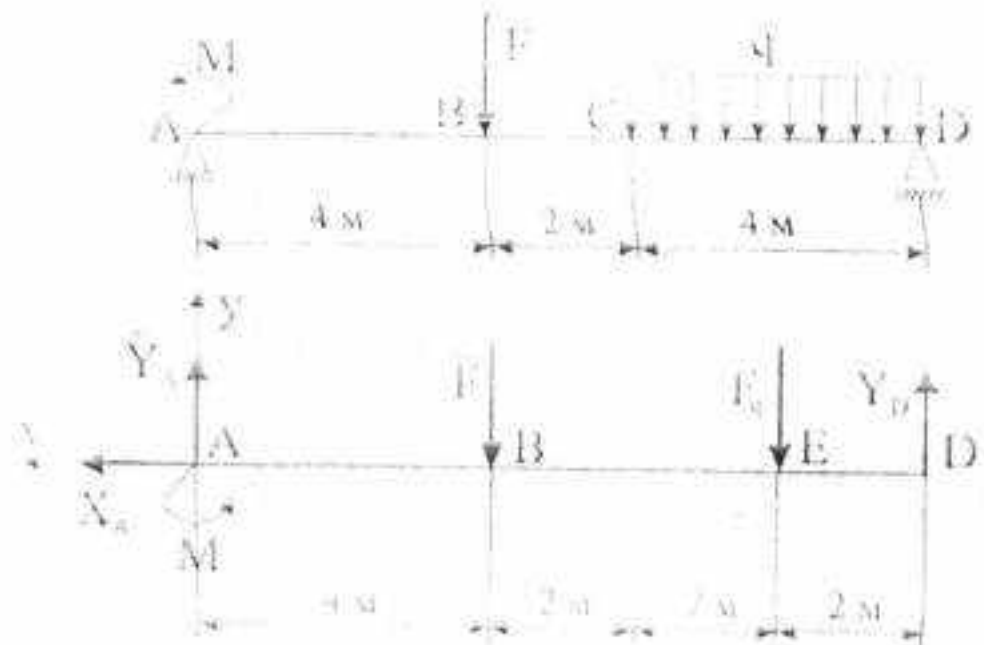
$$F=60\text{кН}$$

$$M=20\text{кН}\cdot\text{м}$$

$$q=2\text{кН/м}$$

Найти:

$$X_A; Y_A; Y_D$$



1. Освободим балку от связей, заменяя их реакциями.
2. Составим расчётную схему, $F_q = q \cdot CD$,
3. Проведём оси координат. $F_q = 2 \cdot 4 = 8\text{ кН}$.
4. Составим уравнения равновесия:

Решение:

$$\begin{aligned}\Sigma F_{x_0} = 0 & & X_A = 0 \\ \Sigma M_A = 0 & & M - F \cdot AB - F_q \cdot AE + Y_D \cdot AD = 0 \\ \Sigma M_D = 0 & & M + F_q \cdot DE + F \cdot DB - Y_A \cdot DA = 0\end{aligned}$$

$$Y_D = \frac{-M + F \cdot AB + F_q \cdot AE}{AD} = \frac{-20 + 60 \cdot 4 + 8 \cdot 8}{10} = 28,4 \text{ кН}$$

$$Y_A = \frac{M + F_q \cdot DE + F \cdot DB}{DA} = \frac{20 + 8 \cdot 2 + 60 \cdot 6}{10} = 39,6 \text{ кН}$$

Проверка:

$$\Sigma F_{y_0} = 0; \quad Y_A - F - F_q + Y_D = 0$$

$$39,6 - 60 - 8 + 28,4 = 0 \quad 0 = 0$$

Ответ: $X_A = 0, Y_A = 39,6 \text{ кН}, Y_D = 28,4 \text{ кН}$

ЗАДАЧА 2: Определить реакции опор балки

Дано:

$$F = 2 \text{ кН}; \quad M = 5 \text{ кН}$$

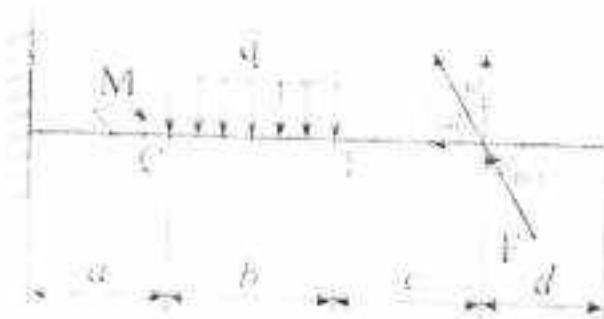
$$q = 2 \text{ кН/м}$$

$$a = 3 \text{ м}; \quad b = 6 \text{ м}$$

$$c = 5 \text{ м}; \quad d = 2 \text{ м}$$

Найти:

$$X_A, Y_A, M_A$$



Решение:

$$F_x = F \cdot \cos \alpha = 1,8 \text{ кН}$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha = 1 \text{ кН}$$

$$F_q = q \cdot CE = 2 \cdot 6 = 12 \text{ кН}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_{x_0} = 0 & & X_A = -F_x \\ \Sigma F_{y_0} = 0 & & Y_A - F_q + F_y = 0 \\ \Sigma M_A = 0 & & -M_A - M - F_q \cdot AD + F_y \cdot AB = 0\end{aligned}$$

$$X_A = -1,8$$

$$Y_A = F_q - F_y = 12 - 1$$

$$M_A = -M - F_q \cdot AD + F_y \cdot AB = -5 - 12 \cdot 6 + 1 \cdot 14$$

$$X_A = -1,8 \text{ кН}$$

$$Y_A = 11 \text{ кН}$$

$$M_A = -63 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Ответ: $X_A = 1,2 = 8$ кН – направлена противоположно

$$Y_A = 11 \text{ кН}$$

$M_A = 63$ кН·м – направлен противоположно

Практическая работа №3

Определение реакций опор вала (Тема 1.6 Пространственные системы сил)

Задание для практической работы

Задача № 1. Для заданной схемы редукторного вала определить реакции подшипников.

Указание: Схему вала взять в индивидуальном задании.

Образец выполнения РГР 3 прилагается.

При решении задачи рекомендуется использовать алгоритм:

1. Выделить объект равновесия.
2. Освободить тело от связей, заменить их реакциями и составить расчётную схему.
3. Провести оси координат.
4. Составить уравнения равновесия системы сил.
5. Решить уравнения и определить значения неизвестных сил.
6. Проверить правильность решения задачи.

Указание: Для проверки правильности решения задачи провести через точку В оси x_1 и y_2 .

Составить уравнения: I

$$\sum M_{x1} = 0$$

$$\sum M_{y1} = 0$$

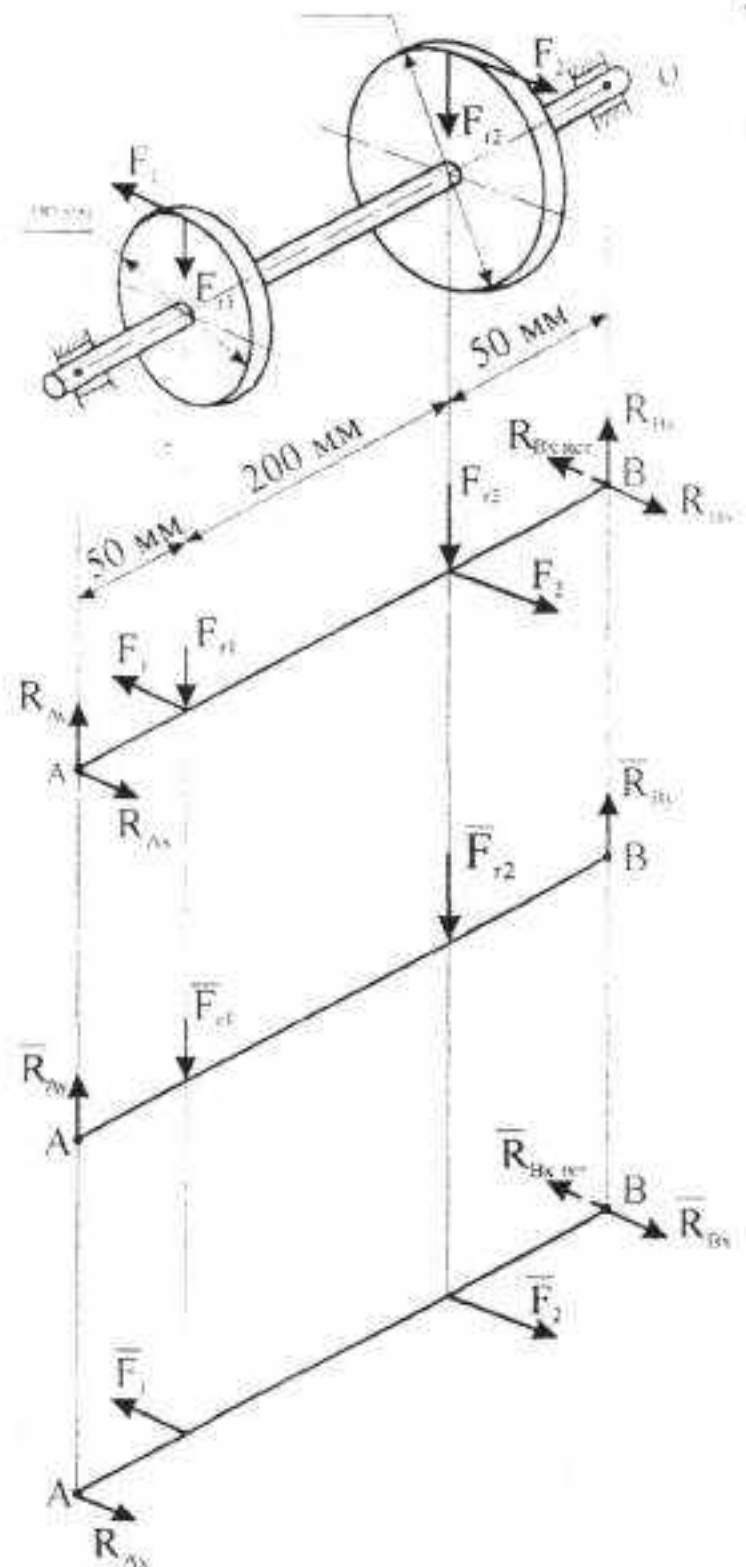
Проверить тождество

РГР №3

Определить реакции опор вала

Дано:
 $M=200 \text{ Н}\cdot\text{м}$
 $F_{t1}=0,4F_1$
 $F_{r2}=0,4F_2$

Найти:
 R_{Ay}, R_{Ax}
 R_{By}, R_{Bx}



Решение 1. Составляем расчётную схему вала, приводя действующие на вал нагрузки к оси (рис. 1). При равномерном вращении вала $M_1 = M_2$, где M_1 и M_2 - скручивающие пары, которые добавляются при переносе сил F_1 и F_2 на ось вала.

2. Вычислим нагрузки, приложенные к валу:

$$F_1 = \frac{2M_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,1} = 10^4 \text{ Н} = 10 \text{ кН}; \quad F_{r1} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ кН}$$

$$F_2 = \frac{2M_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,25} = 4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 4 \text{ кН}; \quad F_{r2} = 1,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ кН}$$

3. Определяем реакции опор в вертикальной плоскости (рис. б):

$$\sum M_A = F_{r1} \cdot AC + F_{r2} \cdot AD - R_{By} \cdot AB = 0$$

$$R_{By} = \frac{F_{r1} \cdot AC + F_{r2} \cdot AD}{AB} = \frac{4 \cdot 0,5 + 1,6 \cdot 0,25}{0,3} = 2 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = R_{Ay} \cdot AB + F_{r1} \cdot BC - F_{r2} \cdot DB = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{F_{r1} \cdot BC + F_{r2} \cdot DB}{AB} = \frac{4 \cdot 0,25 + 1,6 \cdot 0,05}{0,3} = 3,6 \text{ кН}$$

$$\sum Y = R_{Ay} - F_{r1} - F_{r2} = 2 - 4 - 1,6 + 3,6 = 0$$

Т.к. $\sum Y = 0$, следовательно, R_{Ay} и R_{By} найдены правильно.

4. Определяем реакции опор в горизонтальной плоскости (рис. а):

$$\sum M_A = F_1 \cdot AC - F_2 \cdot AD - R_{Bx} \cdot AB = 0$$

$$R_{Bx} = \frac{F_1 \cdot AC - F_2 \cdot AD}{AB} = \frac{10 \cdot 0,05 - 4 \cdot 0,25}{0,3} = -1,66 \text{ кН}$$

Знак минус указывает, на то, что истинное направление реакции противоположно выбранному (рис. 1):

$$\sum M_B = R_{Ax} \cdot AB - F_1 \cdot CB + F_2 \cdot DB = 0$$

$$R_{Ax} = \frac{F_1 \cdot CB - F_2 \cdot DB}{AB} = \frac{10 \cdot 0,25 - 4 \cdot 0,005}{0,3} = 7,66 \text{ кН}$$

$$\sum X = R_{Ax} - F_1 + F_2 - R_{Bx} = 7,66 - 10 + 4 - 1,66 = 0$$

Т.к. $\sum X = 0$, следовательно, R_{Ax} и R_{Bx} найдены верно.

Практическая работа №4

Определение центра тяжести сечений, составленных из стандартных профилей проката.

(Тема 1.7 Центр тяжести)

Задание для практической работы.

Задача №1. Определить координаты центра тяжести сечения, составленного из простых геометрических фигур и стандартных профилей проката.

Указание: Схему сечения взять из индивидуального задания. Пример выполнения РГР 4 прилагается.

При решении задачи используется алгоритм:

1. Разделить заданное сечение на простые части.
2. Построить и обозначить центры тяжести простых фигур.
3. Провести оси координат.
4. Определить координаты центров тяжести простых фигур.
5. Определить площади простых фигур.
6. Определить координаты центра тяжести всего сечения по формулам:

$$X_C = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_k x_k}{A_1 + A_2 + \dots + A_k}$$

$$Y_C = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_k y_k}{A_1 + A_2 + \dots + A_k}$$

Теоретическое обоснование

Центр тяжести - это точка, через которую всегда проходит линия действия силы тяжести данного тела.

Центр тяжести — это геометрическая точка, которая может быть расположена и вне тела (например, диск с отверстием, полый шар и т.п.). Большое практическое значение имеет определение центра тяжести тонких плоских однородных пластин. Их толщиной обычно можно пренебречь и считать, что центр тяжести расположен в плоскости. Если координатную плоскость xOy совместить с плоскостью фигуры, то положение центра тяжести определяется двумя координатами:

$$X_C = \frac{\sum A_i x_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_k x_k}{A_1 + A_2 + \dots + A_k}; (1)$$

$$Y_C = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + \dots + A_k y_k}{A_1 + A_2 + \dots + A_k}; (2)$$

где A_i - площадь части фигуры, мм^2 (см^2); X_i , Y_i - координаты центра тяжести частей фигуры, мм (см).

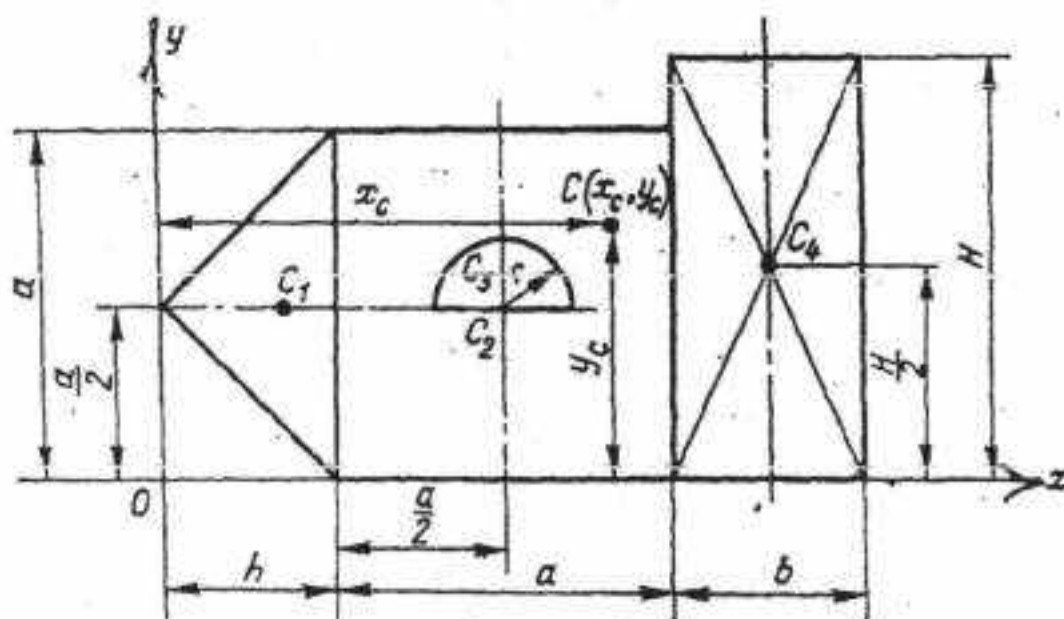


Рисунок 1

На рис. 1. показана однородная плоская фигура сложной формы. Её можно разбить на четыре простые фигуры: треугольник, квадрат, полукруг и прямоугольник. Поведя систему координат xOy , для каждой простой фигуры определяем координаты центра тяжести:

$$C_1\left(\frac{2}{3}h; \frac{a}{2}\right); \quad C_2\left[\left(h + \frac{a}{2}\right); \frac{a}{2}\right]; \quad C_3\left[\left(h + \frac{a}{2}\right); \left(\frac{a}{2} + \frac{4}{3} \cdot \frac{R}{\pi}\right)\right]; \quad C_4\left[\left(h + a + \frac{b}{2}\right); \frac{H}{2}\right]$$

и их площади:

$$A_1 = \frac{ah}{2}; \quad A_2 = a^2; \quad A_3 = -\frac{\pi R^2}{2}; \quad A_4 = bH.$$

РГР №4

Определить координаты центра тяжести составного сечения

М 1:1

Дано: $B=63$ мм

$b=40$ мм

$d=5$ мм

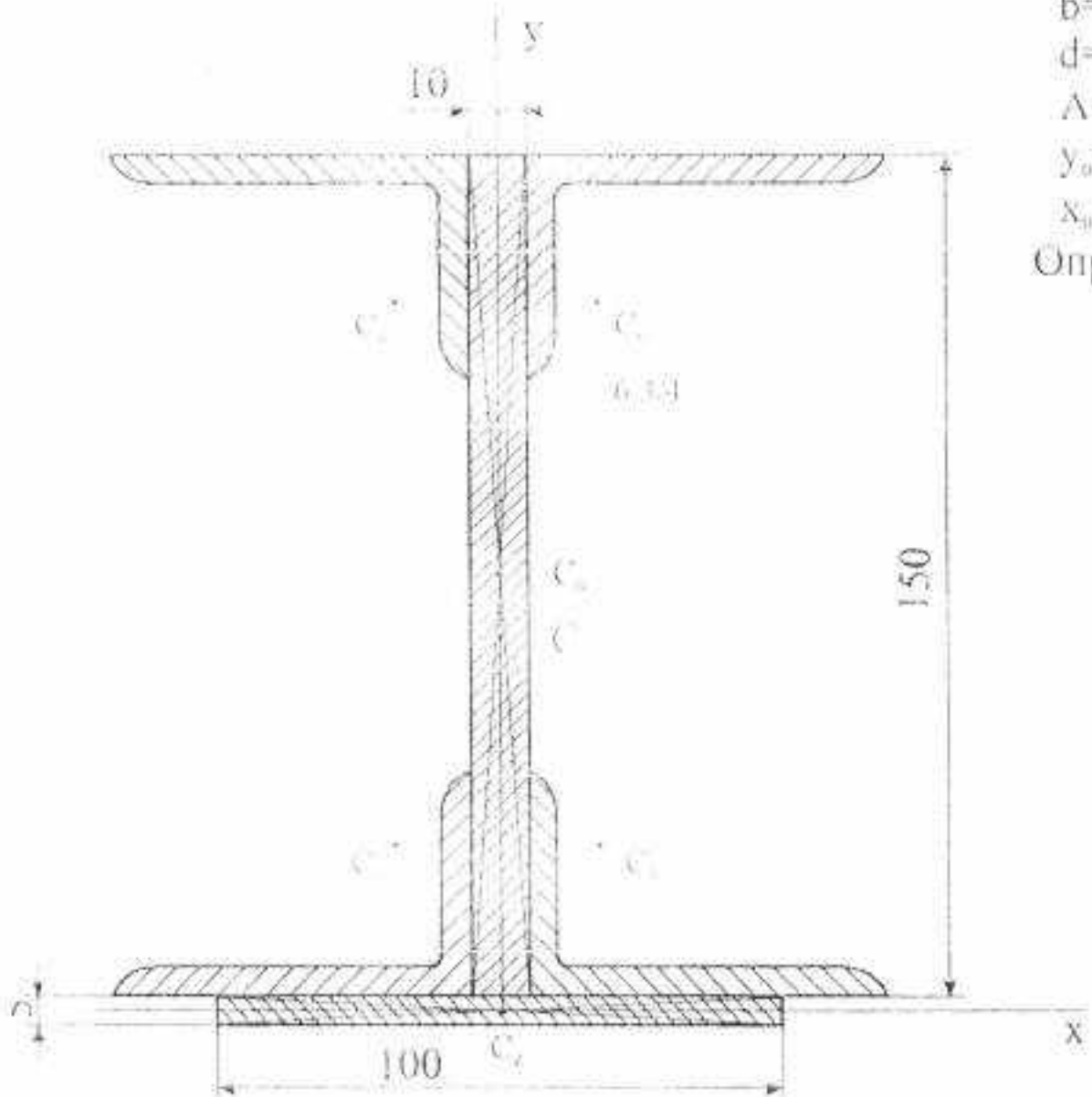
$\Lambda=4,98$

$y_0=2,08$

$x_0=0,95$

Определить

$X_{C_0} - Y_{C_0}$



Практическая работа №5

Определение кинематических параметров движения точки при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела в устройствах с механическими передачами вращательного движения.

(Тема 1.10 Простейшие движения твёрдого тела)

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданного устройства, содержащего зубчатую или ремённую передачу, определить скорость и ускорение точки М.

Указание: Схему механизма взять в индивидуальном задании.

Образец выполнения РГР 5 прилагается.

При решении задачи рекомендуется использовать алгоритм:

1. Определить скорость груза $V_1 = S'$
2. Определить ускорение груза $a_{1t} = V_1'$
3. Установить особенные точки механизма (точки взаимосвязанных тел)
4. Выразить скорости особенных точек и скорость т.М по формуле.
5. Используя полученные зависимости, получить значение скорости т.М

6. Определить нормальное ускорение т.М a_{nm}

Определить касательное ускорение т.М a_{tm}

Теоретическое обоснование

<p>Поступательное движение – движение тела, при котором любой выбранный в теле отрезок прямой перемещается, оставаясь параллельным своему первоначальному положению.</p> <p><u>Пример:</u> Движение поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания.</p> <p><u>Свойство поступательного движения:</u> Все точки тела перемещаются одинаково, имеют равные V, a, S.</p>	<p>Вращательное движение вокруг неподвижной оси – движение тела, при котором все его точки перемещаются по окружностям с центрами, расположенными на перпендикулярной этим окружностям, неподвижной прямой.</p> <p><u>Пример:</u> движение зубчатых колес в коробке передач.</p> <p><u>Свойство вращательного движения:</u> Различные точки тела имеют различные скорости, ускорения, траектории.</p>
---	---

Кинематические характеристики

<p>S – расстояние; $S=f(t)$ V – скорость; $V=S'$ a – ускорение; $a_τ = V' = S''$</p>	<p>φ – угол поворота; $\varphi=f(t)$ ω – угловая скорость; $\omega=\varphi'$ n – частота вращения; ε – угловое ускорение; $\varepsilon=\omega'=\varphi''$</p>
--	--

Частные случаи вращательного движения

Равномерное вращательное движение – движение, при котором угловая скорость не изменяется. $\omega = \text{const}; \varepsilon = 0$		Равнопеременное вращательное движение – движение, при котором угловая скорость тела изменяется за равные промежутки времени на одну и ту же величину. $\varepsilon = \text{const}$	
Кинематические зависимости: $\varphi = \varphi_0 + \omega t$ $\omega = \frac{\varphi - \varphi_0}{t}$	Графики:	Кинематические зависимости: $\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}$ $\omega = \omega_0 + \varepsilon t$	Графики:

Скорость и ускорение точек вращающегося тела

$$V = \omega \cdot \rho$$

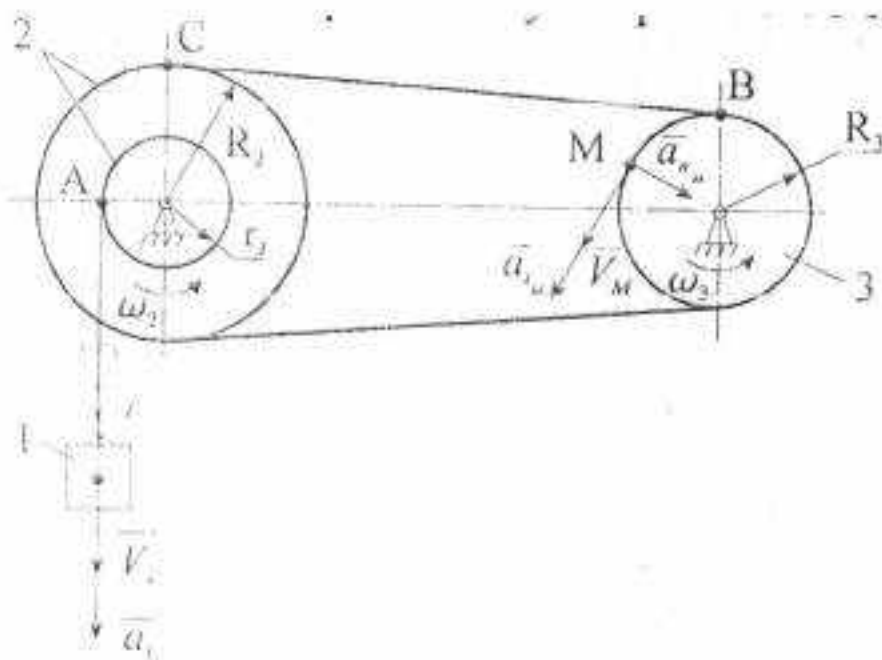
$$a_t = \varepsilon \cdot \rho$$

$$a_n = \omega^2 \cdot \rho$$

ρ – расстояние от оси вращения до данной точки

РГР №5

Определить скорость и ускорение груза, скорость и ускорение точки М



Дано:

$$S = c_2 t^2 + c_1 t + c_0$$

$$R_2 = 0,4 \text{ м}$$

$$r_2 = 0,25 \text{ м}$$

$$R_3 = 0,2 \text{ м}$$

$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$C_0 = 0,09 \text{ м}$$

$$C_1 = 0,08 \text{ м/с}$$

$$C_2 = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$\overline{V}_1, \overline{a}_p, \overline{V}_M, \overline{a}_t, \overline{a}_n$$

Решение

1. Кинематические характеристики поступательного движения
 Движение груза 1 поступательное прямолинейное

1.1 Скорость груза

$$V_1 = S' = (c_2 t^2 + c_1 t + c_0)' = 2c_2 t + c_1$$

При $t = t_1 = 2c$ $V_1 = 2 \cdot 0,1 \cdot 2 + 0,08 = 0,48 \text{ м/с}$

1.2 Ускорение груза

$$a = V_1' = (2c_2 t + c_1)' = 2c_2 = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ м/с}^2$$

2. Кинематические характеристики точки вращающегося тела

Точка М находится на вращающемся диске 3

2.1 Выразим скорости некоторых характерных точек механизма:

$$V_M = \omega \cdot R_3$$

$$V_A = V = \omega_2 \cdot r$$

$$V_H = \omega_3 \cdot R_3$$

$$V_C = \omega_2 \cdot R_2$$

$$V_B = V_C$$

2.2 Угловая скорость диска 2:

$$\omega_2 = \frac{V_1}{r_2}$$

2.3 Скорость точки М:

$$V_M = \omega \cdot R_2 = \frac{(2c_2 + c_1) \cdot R_2}{r_2 \cdot R_1}$$

При $t = t_1 = 2c$ $V_M = \frac{(2 \cdot 0,1 \cdot 2 + 0,08) \cdot 0,4}{0,25 \cdot 0,2} = 3,84 \text{ м/с}$

2.4 Нормальное ускорение точки М:

$$a_{нМ} = \omega_3^2 \cdot R_3$$

$$a_{нМ} = \frac{(2c_2 t + c_1)^2 \cdot R_2^2 \cdot R_3}{r_2^2 \cdot R_1^2} = \frac{(2 \cdot c_2 t + c_1)^2 \cdot R_2^2}{r_2^2 \cdot R_3}$$

При $t = t_1 = 2c$ $a_{нМ} = \frac{(2 \cdot 0,1 \cdot 2 + 0,08)^2 \cdot 0,4^2}{0,25^2 \cdot 0,2} = 2,95 \text{ м/с}^2$

2.5 Угловое ускорение диска 3:

$$\varepsilon_3 = \omega_3'$$

$$\varepsilon_3 = \left[\frac{(2c_2 t + c_1) \cdot R_2}{r_2^2 \cdot R_1^2} \right]' = \frac{2c_2 R_2}{r_2 \cdot R_1} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 0,4}{0,25 \cdot 0,2} = 1,6 \text{ рад/с}$$

$$\varepsilon_3 = \text{const}$$

2.6 Касательное ускорение точки М:

$$a_{кМ} = \varepsilon_3 \cdot R_3$$

$$a_{кМ} = 1,6 \cdot 0,2 = 0,32 \text{ м/с}^2$$

V_1	a_1	V_M	$a_{кМ}$	$a_{нМ}$
0,48 м/с	0,2 м/с ²	3,84 м/с	0,32 м/с ²	2,95 м/с ²

Практическая работа №6
(Тема 1.11 «Сложное движение тела»)

Определение скорости точек кривошипно-шатунного механизма.

Задание для практической работы:

Задача №1. Для заданной схемы кривошипно-шатунного механизма определить скорости точек В и С.

Указание: Схему механизма взять в индивидуальном задании.

Образец РГР 6 прилагается.

При решении задачи рекомендуется использовать алгоритм.

1. Установить, из каких звеньев состоит механизм.
2. Определить и построить мгновенный центр скоростей каждого звена.
3. Выразить скорости точек А, В, С с помощью МЦС.

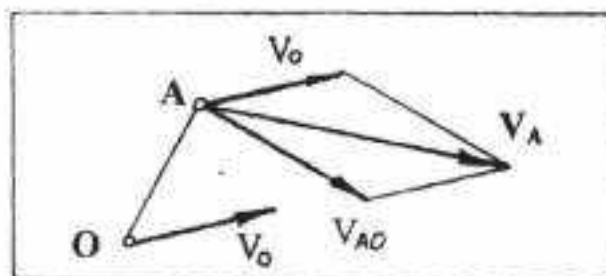
Получить значения и построить векторы V_B и V_C .

Теоретическое обоснование.

Плоскопараллельным движением называется такое движение твёрдого тела, при котором все его точки движутся в плоскостях, параллельных некоторой неподвижной плоскости.

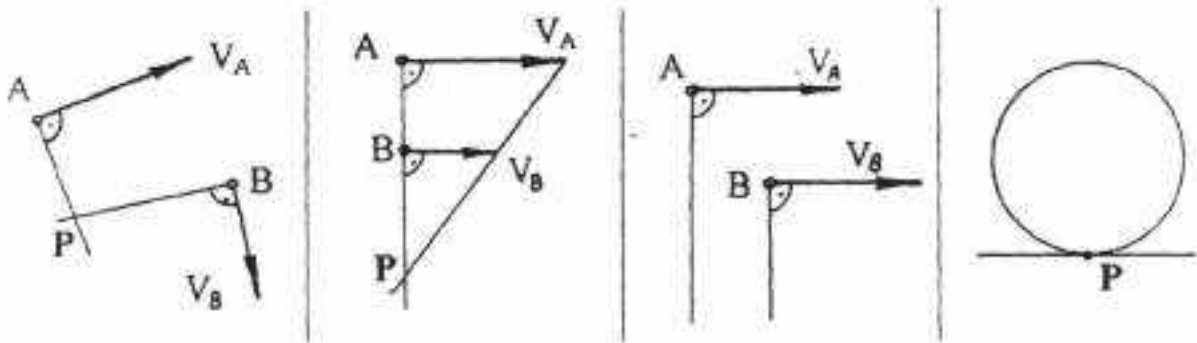
Плоскопараллельное движение совершают кузова автомобилей, автобусов относительно полотна дороги. Такое же движение совершает колесо, которое катится в вертикальной плоскости.

Плоскопараллельное движение можно представить как сумму двух движений: поступательного движения вместе с некоторой точкой, называемой полюсом, и вращательного движения вокруг полюса. Абсолютная скорость точки тела при плоскопараллельном движении равна геометрической сумме скорости полюса и относительной скорости этой точки вокруг полюса. $V_A = V_O + V_{AO}$



Мгновенным центром скоростей называется точка плоского сечения, абсолютная скорость которой в данный момент времени равна нулю. Свойство мгновенного центра скоростей (МЦС): мгновенный центр скоростей всегда лежит на перпендикуляре, проведенном в некоторой точке к вектору скорости этой точки.

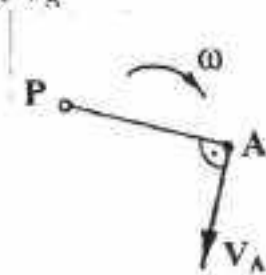
Способы определения мгновенного центра скоростей:



Определение скорости любой точки при плоскопараллельном движении с помощью мгновенного центра скоростей.

Пусть точка P-МЦС. Определим скорость точки A.

1. Соединяем точку A и точку P.
 2. Проводим вектор $V_A \perp AP$ в сторону вращения.
- Определяем модуль скорости V_A



РГР №6

Определить скорости точек плоского механизма

Решение

1. Построим векторы \vec{V}_A и \vec{V}_B
2. Установим вид движения звеньев КШМ

1. Кривошип OA	1. Шатун AB	1. Ползун B
----------------	-------------	-------------

2. Движение вращательное $V_A = \omega_{OA} \cdot OA$	2. Движение плоско-параллельное $V_A = \omega_{AB} \cdot AP$ $V_B = \omega_{AB} \cdot BP$ $V_C = \omega_{AB} \cdot CP$	2. Движение поступательное. 3. М.Ц.С. – в ∞
3. М.Ц.С. – точка O	3. М.Ц.С. – точка P	

3. Определим скорость точки А, принадлежащий кривошину.

$$V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ м/с}$$

4. Определим длины отрезков AP, BP, CP.

$$AP = AB \cdot \operatorname{tg} 45^\circ = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ м}$$

$$BP = \frac{AB}{\sin 45^\circ} = \frac{0,1}{0,7} = 0,14 \text{ м}$$

$$CP = \sqrt{AC^2 + AP^2} = \sqrt{0,05^2 + 0,1^2} = 0,11 \text{ м}$$

5. Определим угловую скорость шатуна АВ

$$\omega_{AB} = \frac{V_A}{AP} = \frac{0,2}{0,1} = 2 \text{ рад/с}$$

6. Определим скорости точек В и С, принадлежащих шатуну:

$$V_B = \omega_{AB} \cdot BP = 2 \cdot 0,14 = 0,28 \text{ м/с}$$

$$V_C = \omega_{AB} \cdot CP = 2 \cdot 0,11 = 0,22 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_B = 0,28 \text{ м/с}; V_C = 0,22 \text{ м/с}$

Практическая работа №7
Расчеты на прочность при растяжении и сжатии
(Тема 2.2 Растяжение и сжатие)

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданного ступенчатого бруса построить эпюру нормальных сил, построить эпюру нормальных напряжений, определить полное абсолютное удлинение бруса. Проверить прочность бруса, если материал бруса серый чугун СЧ15.

Указание: Схему нагружения бруса взять в индивидуальном задании.

Задача №2. Для заданной стержневой конструкции определить номер равнополочного уголка, если материал уголка - сталь Ст5.

Указание: Использовать схему конструкций и результаты расчетов РГР 1. Образцы выполнения РГР 7 прилагаются.

При решении задач рекомендуется использовать алгоритм:

1. Выделить объект расчёта.
2. Составить расчётную схему.
3. Установить вид нагружения объекта расчёта.
4. Установить вид расчёта.
5. Записать расчётную формулу.
6. Определить все входящие в формулу параметры в системных единицах.
7. Произвести требуемый расчёт.
8. Сделать вывод(оценить результаты).

Теоретическое обоснование 1

Вид нагружения бруса, при котором в его поперечном сечении возникает только один внутренний силовой фактор - продольная сила N , называется **растяжением или сжатием**.

Прямой брус, работающий на растяжение (сжатие), называется **стержнем**.

Продольная сила N является равнодействующей внутренних сил, возникающих в данном сечении бруса, направленная перпендикулярно плоскости сечения.

Продольная сила в произвольном поперечном сечении бруса численно равна алгебраической сумме проекций на продольную ось бруса всех внешних сил, действующих на отсеченную часть.

Если брус нагружен силами, действующими вдоль его оси, то продольная сила в произвольном поперечном сечении численно равна алгебраической сумме всех внешних сил, действующих на отсеченную часть бруса.

Правило знаков: внешняя сила положительна, если она растягивает брус.

Пример 1. Определить продольную силу N в сечении $A-A$.

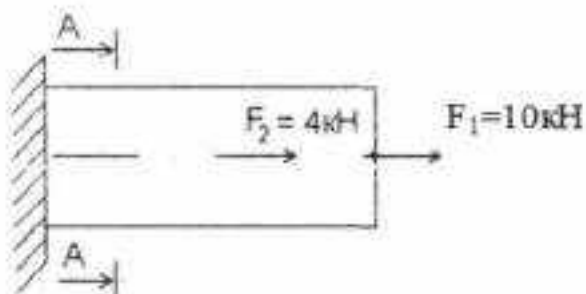


Рисунок 1

$N = F_1 + F_2 = 10 + 4 = 14 \text{ кН}$, Силы F_1 и F_2 растягивают брус
При растяжении (сжатии) бруса во всех точках поперечного сечения бруса
возникают равные нормальные напряжения σ :

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad \text{где } A - \text{площадь поперечного сечения бруса}$$

Эпюрой продольных сил называется **график** изменения значений продольной силы по длине бруса.

Методику построения эпюры продольных сил рассмотрим на примере.

Пример 2. Для заданного бруса рис. 2 построить эпюру N .



Рисунок 2

Решение:

1. Разбиваем брус на участки, начиная от свободного конца. Границами участков являются сечения, в которых приложены внешние силы - это сечения A , B и C . Получим два участка AB и BC .
2. Определяем по методу сечений продольную силу N для каждого участка - это ординаты эпюры N .

На участке AB $N_{AB} = F_1 = 5 \text{ кН}$

На участке BC: $N_{BC} = F_1 + F_2 = 5 - 12 = -7 \text{ кН}$

3. Параллельно оси бруса проводим тонкую начальную или базовую линию.
4. Через характерные точки (A, B, C) проводим вертикально вниз прямые, которые на базовой линии отметят два участка A'B' и B'C'.
5. В начале первого участка (в точке A') вверх от базовой линии перпендикулярно ей откладываем в произвольном масштабе отрезок, изображающий положительное значение продольной силы $N_{AB} = 5 \text{ кН}$. Рядом с отрезком записываем значение ординаты.
6. В начале второго участка (в точке B') откладываем вниз от базовой линии перпендикулярно ей отрезок, изображающий в произвольном масштабе отрицательное значение продольной силы $N_{BC} = -7 \text{ кН}$. Записываем значение ординаты рядом с отрезком.
7. Через концы ординат проводим в пределах участков A'B' и B'C' прямые, параллельные оси бруса.
8. Внутри образовавшихся прямоугольников ставим условным образом знаки + и -.
9. Получающуюся ступенчатую фигуру заштриховываем перпендикулярно базовой линии.

График нормальных напряжений σ вдоль оси бруса называется **эпюрой нормальных напряжений**.

Методику построения эпюры а рассмотрим на примере.

Пример 3. Для бруса, изображенного на рис. 3, построить эпюру нормальных напряжений. Принять $A_1 = 100 \text{ мм}^2$, $A_2 = 200 \text{ мм}^2$, $F = 10 \text{ кН}$

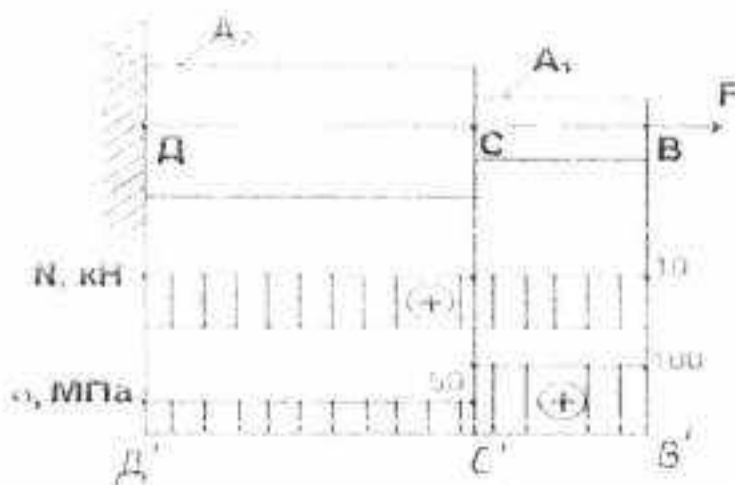


Рисунок 3

Решение:

1. Разбиваем брус на участки, начиная от свободного конца. Границами участков являются сечения, в которые приложены внешние силы и изменяются размеры поперечного сечения (точки В, С, Д). Получим участки ВС и СД.
2. Строим эпюру продольных сил N .
3. Определяем значение напряжений в поперечных сечениях бруса для каждого участка

$$\sigma_{BC} = \frac{N_{BC}}{A_{BC}} = \frac{N_{BC}}{A_1} = \frac{10 \text{ кН}}{100 \text{ мм}^2} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ Н}}{100 \text{ мм}^2} = 100 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{CD} = \frac{N_{CD}}{A_{CD}} = \frac{10 \cdot 10^3 \text{ Н}}{200 \text{ мм}^2} = 50 \text{ МПа}$$

4. Параллельно оси бруса проводим тонкую начальную (базовую) линию эпюры σ .
5. Через характерные точки В, С и Д проводим вертикальные прямые, которые отметят участки В'С' и В'Д'.
6. В начале первого участка (точка В') вверх от базовой линии, перпендикулярно ей, откладываем в произвольном масштабе отрезок, равный σ_{BC} . Указываем значение ординаты – 100.
7. В начале второго участка (точка С') вверх от базовой линии, перпендикулярно ей, строим отрезок, равный σ_{CD} . Указываем значение ординаты – 50.
8. Через концы ординат проводим в пределах участков Д'В' и В'С' прямые, параллельные оси бруса.
9. Внутри образовавшихся прямоугольников ставим знаки «+».
10. Получившуюся ступенчатую фигуру заштриховываем перпендикулярно базовой линии.

Теоретическое обоснование 2

При проектировании элемента конструкции необходимо определить размеры, обеспечивающие его безопасную работу при заданных нагрузках. Для успешного решения этой задачи необходимо исходить из того, чтобы наибольшее расчётное напряжение в поперечном сечении элемента конструкции, возникшее при заданной нагрузке, было ниже того предельного напряжения, при котором возникает опасность появления пластической деформации или опасность разрушения.

Отношение предельного напряжения к расчётному называется **коэффициентом запаса прочности s** :

$$s = \frac{\sigma_{\text{пред}}}{\sigma} \quad (1)$$

При расчёте элемента конструкции коэффициент запаса прочности задаётся заранее и называется **нормативным** или **допускаемым** и обозначается $[s]$.

Прочность элемента конструкции обеспечивается, если действительный коэффициент запаса прочности не ниже допускаемого,

$$s \geq [s] \quad (2)$$

Неравенство (2) выражает условие прочности элемента конструкции.

Разделив предельное напряжение на нормативный коэффициент запаса, получим **допускаемое напряжение**

$$\frac{\sigma_{\text{пред}}}{[s]} = [\sigma] \quad (3)$$

Тогда **условие прочности** можно выразить неравенством

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (4)$$

т. е. прочность элемента конструкции обеспечивается, если наибольшее напряжение, возникающее в нём, не превышает допускаемого.

Для пластических материалов, как при растяжении, так и при сжатии предельным напряжением является предел текучести. Поэтому для них допускаемое напряжение получают исходя из предела текучести:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[s]} \quad (5)$$

причём в этом случае $[s] = 1,4 \dots 2$,

Для хрупких материалов допускаемое напряжение растяжения и допускаемое напряжение сжатия получают исходя из пределов прочности или

$$[\sigma_r] = \frac{\sigma_{\text{вр}}}{[s]} \quad \text{и} \quad [\sigma_c] = \frac{\sigma_{\text{с}}}{[s]} \quad (6)$$

в этом случае $[s] = 2,5 \dots 5$, а иногда и выше.

Условие прочности применительно к расчетам на прочность при растяжении (сжатии) записывается в таком виде:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq [\sigma] \quad (7)$$

Исходя из этого условия производят три вида расчётов.

Проектный расчёт. При этом расчёте известны нагрузки, действующие на брус, заданы или выбраны материал, допускаемое напряжение или нормативный запас прочности. Размеры поперечного сечения бруса, обеспечивающие требуемую прочность, определяем следующим образом: полагая, из уравнения (7) получаем расчётную формулу

$$A \geq \frac{N}{[\sigma]} \quad (8)$$

Определив из этой формулы требуемую площадь поперечного сечения, в зависимости от формы (круг, квадрат и др.) находим его размеры.

Определение допустимой нагрузки. В этом случае известны размеры бруса и его материал, а требуется определить максимально допустимую нагрузку. Для этого приняв из условия (8) находим

$$[N] \leq A[\sigma] \quad (9)$$

Затем с помощью метода сечения по найденному допустимому значению продольной силы $[N]$ определяем допустимое значение нагрузки.

Проверочный расчёт. При этом расчёте нагрузка бруса, его материал и размеры известны и требуется проверить, выполняется ли условие (7). Для этого определяем наибольшее расчётное напряжение в поперечном сечении бруса и сравниваем с допустимым. Наибольшее расчётное напряжение считают неопасным, если оно превышает допустимое, но не более чем на

5%. Поперечное сечение бруса, в котором возникает наибольшее расчётное напряжение при растяжении (сжатии), называется опасным.

Практическая работа 8.
Расчёты на срез соединительных деталей машин.

Здание для практической работы.

Задача №1. Для заданной схемы заклёпочного или иного соединения выполнить проектный или проверочный расчёты на срез и смятие соединительных деталей.

Указание: Схему соединения взять в индивидуальном задании.

1. Выделить объект расчёта
2. Составить расчётную сумму
3. Установить вид нагружения объекта расчёта.
4. Установить вид расчёта.
5. Записать расчётную формулу.
6. Определить все входящие в формулу параметры в системных единицах.
7. Произвести требуемый расчёт.
8. Сделать вывод (оценить результаты).

Практическая работа №9

«Определение главных центральных моментов инерции составных сечений»

(Тема 2.4 Геометрические характеристики плоских сечений)

A - площадь поперечного сечения бруса;

$S_x = \int y dA$ - статический момент площади сечения относительно оси x ;

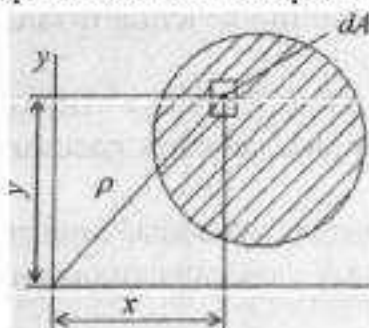
$S_y = \int x da$ - статический момент площади сечения относительно оси y ;

$I_x = \int y^2 dA$ - момент инерции сечения относительно оси x ;

$I_y = \int x^2 dA$ - момент инерции сечения относительно оси y ;

$I_{xy} = \int xy dA$ - центробежный момент инерции сечения относительно осей x и y ;

$I_p = \int_A \rho^2 dA$ - полярный момент инерции сечения.



Определение геометрических характеристик плоских сечений.

Моменты инерции и моменты сопротивления простых геометрических фигур определяются по справочным формулам. Формулы для определения геометрических характеристик сечений в форме круга,

кольца и прямоугольника приведены в таблице 2.

Моменты инерции и сопротивления профилей стандартного проката определяют по таблице (Приложение IV, V, VI).

Центральными осями называются оси, проходящие через центр тяжести сечения.

I_x и I_y - центральные моменты инерции сечения;

$I_{x'}$ и $I_{y'}$ - моменты инерции относительно осей, параллельных центральным;

a - расстояние от центральной оси x до оси x' , параллельной центральной;

e - расстояние от центральной оси y до оси y' , параллельной центральной.

Главные оси сечения - это оси, относительно которых осевые моменты инерции принимают экстремальные значения, а центробежный момент инерции равен нулю.

Главные центральные оси проходят через центр тяжести сечения. Для симметричных сечений главные центральные оси совпадают с осями симметрии.

Главные центральные моменты инерции сечения - это моменты инерции сечения относительно главных осей.

Методику определения главных центральных моментов инерции составного сечения рассмотрим на примере.

Пример 6. Определить главные центральные моменты инерции сечения, составленного из двух швеллеров (рис. 15).

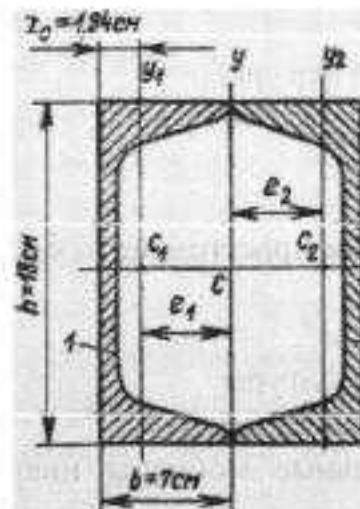


Рисунок к примеру 6.

Решение. 1. Отмечаем центры тяжести простых фигур. На рис. 15 точки C_1 и C_2 - центры тяжести швеллеров.

2. Определяем положение центра тяжести составного сечения. В данном примере точка C - центр тяжести составного сечения.

3. Проводим оси и обозначаем их.

Проводим через точки C_1 и C_2 собственные центральные оси простых фигур (оси X_1, X_2, Y_1, Y_2).

Проводим через точку C главные оси составного сечения (оси $x_{гг}$ и $Y_{гг}$).

4. Определяем моменты инерции простых фигур относительно собственных центральных осей.

Для швеллеров № 18 по таблице (Приложение V) определяем:

$$J_{x_1} = J_{x_2} = 1090 \text{ см}^4, J_{y_1} = J_{y_2} = 86 \text{ см}^4$$

5. Определяем моменты инерции простых фигур относительно главных осей.

Относительно оси $x_{гг}$:

$$I_{1ггг} = I_{x_1} + a_1^2 + A_1$$

$a_1 = 0$, так как оси x_1 и $x_{гг}$ совпадают.

$$I_{1x,гл} = I_{x_1} = 1090 \text{ см}^4$$

Аналогично для второй простой фигуры

$$I_{2x,гл} = I_{x_2} = 1090 \text{ см}^4$$

Относительно оси $y_{гл}$:

$$I_{y_{гл}} = I_{y_1} + e_1^2 + A_1$$

$$e_1 = b - z_0 = (7 - 1,94) \text{ см} = 5,06 \text{ см} - \text{расстояние от оси } y_1$$

до оси $y_{гл}$;

$$I_{y_{гл}} = 86 + (5,06)^2 \cdot 20,7 = 616 \text{ см}^4.$$

Аналогично для второй простой фигуры

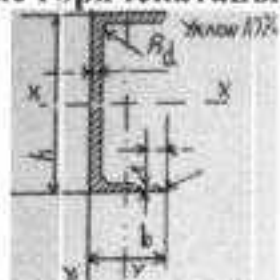
$$I_{2y_{гл}} = I_{y_2} + e_2^2 + A_2 = 86 + (5,06)^2 \cdot 20,7 = 616 \text{ см}^4$$

6. Определяем главные центральные моменты инерции составного сечения:

$$I_{x,гл} = I_{1x,гл} + I_{2x,гл} = 1090 + 1090 = 2180 \text{ см}^4$$

$$I_{y,гл} = I_{1y,гл} + I_{2y,гл} = 616 + 616 = 1232 \text{ см}^4$$

Швеллеры стальные горячекатаные (по ГОСТ 8240-89)



Номер швеллера	Масса 1м, кг	Размеры						Площадь А, см ²	Справочные величины для осей							
		h	b	d	t	R	r		X-X				Y-Y			Z ₀
									J _x	W _x	i _x	S _x	J _y	W _y	i _y	
		мм							см ⁴	см ³	см	см ³	см ⁴	см ³	см	см
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6	2,5	6,16	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,95	1,16
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	6	2,5	7,51	48,6	15,0	2,54	9,00	8,70	3,68	1,08	1,34
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5	8,98	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	3	10,9	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	3	13,3	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	3	15,6	491	70,2	5,60	40,8	45,4	11,0	1,70	1,67
14а	13,3	140	62	4,9	8,7	8	3	17,0	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,3	1,84	1,87
16	14,3	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,80
16а	15,3	160	68	5,0	9,0	8,5	3,5	19,5	823	103	6,49	59,4	78,8	16,4	2,01	2,00
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	3,5	20,7	1090	121	7,24	69,8	86,0	17,0	2,04	1,94
18а	17,4	180	74	5,1	9,3	9	3,5	22,2	1190	132	7,32	76,1	105	20,0	2,18	2,13
20	18,4	200	76	5,2	9,0	9,5	4	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,20	2,07
20а	19,8	200	80	5,3	9,7	9,5	4	25,2	1670	167	8,15	96,9	139	24,2	2,35	2,38
22	21,0	220	82	5,4	9,5	10	4	26,7	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,31
22а	22,6	220	87	5,4	10,2	10	4	28,6	2330	212	8,99	121	187	30,0	2,55	2,46
24	24,0	240	90	5,6	10,0	10,5	4	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,60	2,42
24а	25,8	240	95	5,6	10,7	10,5	4	32,9	3180	265	9,84	151	254	37,2	2,78	2,67
27	27,7	270	95	6,0	10,5	11	4,5	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47
30	31,8	300	100	6,5	11,0	12	5	40,5	5810	387	12,0	224	237	43,6	2,84	2,52
33	36,5	330	105	7,0	11,7	13	5	46,5	7960	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14	6	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,10	2,68
40	48,3	400	115	8,0	13,5	15	6	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75

Практическая работа №10

Расчёты на прочность и жёсткость при кручении.

(Тема 2.5 Кручение)

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданной схемы нагружения распределительного вала построить эпюру крутящих моментов. Из условия прочности и из условия жёсткости определить требуемый диаметр поперечного сечения вала.

Указание: Схему нагружения вала взять в индивидуальном задании.

Образец выполнения РГР 9 прилагается.

При решении задачи рекомендуется использовать алгоритм:

1. Выделить объект расчёта.
2. Составить расчётную схему.
3. Установить вид нагружения объекта расчёта.
4. Установить вид расчёта.
5. Записать расчётную формулу.
6. Определить все входящие в формулу параметры в системных единицах.
7. Произвести требуемый расчёт.
8. Сделать вывод(оценить результаты).

Кручением называется такой вид нагружения бруса, при котором в его поперечных сечениях возникает только один внутренний силовой фактор-крутящий момент. Чтобы получить такой вид нагружения в простейшем случае, брус необходимо нагрузить действующими в плоскостях, перпендикулярных/его оси, и в противоположных направлениях двумя парами сил, моменты которых M_1 и M_2 называются скручивающими моментами.

Условие прочности при кручении имеет вид

$$\tau_{k \max} = \frac{M_{k \max}}{W_p} \leq [\tau_k] \quad (2)$$

Для пластичных материалов принимают $[\tau_k] = (0,55 \dots 0,60) [\sigma_p]$; для валов $[\tau_k] = (20 \dots 30) \text{ МПа}$

W_p - полярный момент сопротивления сечения;

$W_p = \pi d^3 / 16$ - полярный момент сопротивления круглого сечения;

$W_p = \pi d^3 / 16 (1 - C^4)$ - полярный момент сопротивления кольцевого сечения;

$C = d_o / d$, где d_o - внутренний диаметр кольца - наружный диаметр кольца.

По условию прочности при кручении выполняют три вида расчётов.

Проектный расчёт. Определив крутящий момент в сечении бруса и приняв

[Xк], находим требуемое значение полярного момента сопротивления сечения:

$$W_p > M_k \tau_{ax} / [X_k]$$

Затем, исходя из формы поперечного сечения (круг или кольцо), находим диаметр вала.

Проверочный расчёт. Определив максимальный крутящий момент в поперечном сечении бруса и полярный момент сопротивления сечения, находим максимальное напряжение $\tau_k \tau_{ax} = M_k \tau_{ax} / W_p$ и сравниваем его с допускаемым напряжением, то есть проверяем неравенство (2).

Расчёт допускаемой нагрузки. Определив полярный момент сопротивления сечения бруса и приняв τ_k , находим допускаемое значение крутящего момента

$$[M_k] < W_p [\tau_k]$$

Условие жёсткости при кручении состоит в том, чтобы относительный угол закручивания φ_0 не превосходил некоторого заданного допускаемого значения $[\varphi_0]$, т.е.

$$\varphi_0 = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\varphi_0] \quad (3)$$

M_k - крутящий момент в опасном сечении бруса,

G - модуль сдвига, характеризует жёсткость материала при кручении,

$G = 0,8 \cdot 10^5$ МПа для сталей;

J_p - полярный момент инерции сечения

$J_p = d^4 / 32$ - полярный момент инерции круглого сечения

$J_p = \pi d^4 / 32 (1 - C^4)$ - полярный момент инерции кольцевого сечения.

В международной системе единиц (СИ) допускаемый угол закручивания выражается в рад/м, но в практике часто допускаемый угол закручивания задаётся в град/м. Тогда это значение нужно перевести в единицы СИ, умножив на отношение $\pi/180^\circ$, т.е.

$$[\varphi_0] = \pi/180^\circ [\varphi_0^\circ]$$

Применяемые в машиностроении значения допускаемых углов закручивания»* колеблются в довольно широких пределах; чаще всего принимают

$$[\varphi_0] = (4,38 \dots 17,5) \cdot 10^{-3} \text{ рад/м или} \\ [\varphi_0^\circ] = (0,25 \dots 1,0) \text{ град/м}$$

По условию жёсткости выполняют три вида расчётов:

Проверочный расчёт заключается в проверке неравенства (3).

$$\varphi_0 = \frac{M_k}{GJ_p} \leq [\varphi_0]$$

Проектный расчёт заключается в определении полярного момента инерции сечения по расчётной формуле

$$J_p \geq \frac{M_k}{G \cdot [\varphi_0]}$$

Далее, в зависимости от формы сечения (круг или кольцо) по найденному значению J_p определяют диаметр вала d .

Расчёт допустимой нагрузки выполняют по формуле

$$[M_k] = G \cdot J_p \cdot [\varphi_0]$$

Объектом расчётов на прочность и жёсткость часто становится брус, который называется **валом**. На вал при передаче мощности всегда действуют по крайней мере два скручивающих момента. При расчёте валов необходимо помнить известную из теоретической механики формулу:

$$M_{вр} = \frac{P}{\omega}$$

где $M_{вр}$ - вращающий (скручивающий момент)

P - передаваемая мощность

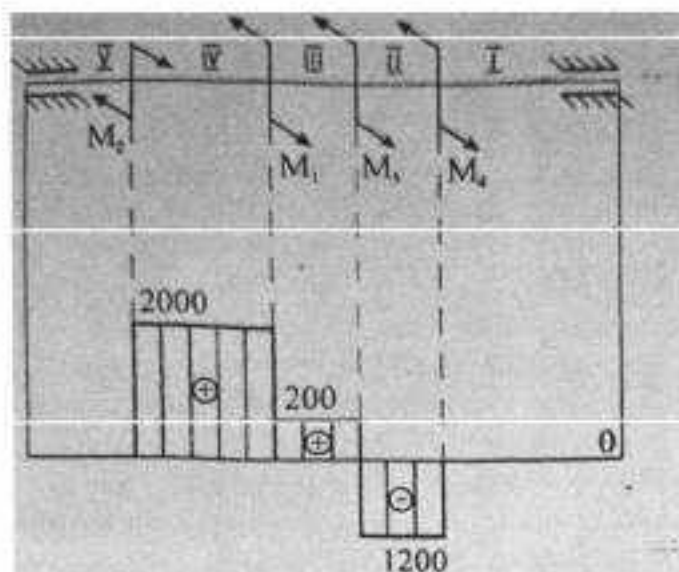
ω - угловая скорость

Также полезно помнить формулу, выражающую зависимость между угловой скоростью ω (рад/с) и частотой вращения n (об/мин)

$$\omega = \pi n / 30$$

ЗАДАЧА

Для данной схемы нагружения определить диаметр вала.



Дано: $[\tau_s] = 30$ МПа

$P_1 = 45$ кВт

$P_2 = 50$ кВт

$P_3 = 35$ кВт

$\omega = 25$ рад/с

Определить: $d_{вал}$ - ?

$M_{к1} = 0$

$M_{к2} = M_4 = -1200$ Н·м

$M_{к3} = M_4 + M_3 = -1200 + 1400 = 200$ Н·м

$M_{к4} = M_4 + M_3 + M_1 = -1200 + 1400 +$
 $+ 1800 = 2000$ Н·м

$M_{к4} = M_4 + M_3 + M_1 - M_2 = 0$

РЕШЕНИЕ

$$1) M_1 = \frac{P_1}{\omega} = \frac{45 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{25 \text{ рад/с}} = 1800 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_2 = \frac{P_2}{\omega} = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}} = 2000 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = \frac{P_3}{\omega} = \frac{35 \cdot 10^3 \text{ Вт}}{25 \frac{\text{рад}}{\text{с}}} = 1400 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$M_1 - M_2 + M_3 + M_4$ - условие равновесия вала

$$M_4 = M_2 - M_1 - M_3 = 2000 - 1800 - 1400 = -1200 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- 2) 1. Объект расчета – вал
2. Вид деформации – кручение
3. Вид расчета – проектный
4. Расчетная формула

$$W_p = \frac{M_{\text{к max}}}{[\tau_{\text{к}}]} = \frac{2000 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}}{30 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}} = 66666.7 \text{ мм}^3$$

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \text{ откуда}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16W_p}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 66666.7}{3.14}} = \sqrt[3]{339703} \approx 69 \text{ мм}$$

Берем $d = 70 \text{ мм}$

Ответ: 70 мм

Практическая работа №11

Расчёты на прочность при изгибе.

Задание для практической работы.

Задача №1. Для заданной схемы двухопорной балки построить эпюру поперечных сил Q_y , построить эпюру изгибающих моментов M_x , проверить прочность балки, если поперечное сечение балки - двутавр №12, материал * балки сталь Ст.5.

Указание: Схему балки и результаты расчёта взять из РГР 2, задача №1.

Задача №2. Для заданной схемы нагружения консольной балки построить эпюру поперечных сил Q_y , построить эпюру изгибающих моментов M_x , определить требуемый номер швеллера из условия прочности балки. Материал балки - сталь Ст.5.

Указание: Схему нагружения балки и результаты расчётов взять из РГР 2.

Образцы решения РГР 10 прилагаются.

При решении задачи использовать алгоритм:

1. Выделить объект расчёта.
2. Составить расчётную схему.
3. Установить вид нагружения объекта расчёта.
4. Установить вид расчёта.
5. Записать расчётную формулу.
6. Определить все входящие в формулу параметры в системных единицах
7. Произвести требуемый расчёт.
8. Сделать вывод(оценить результаты)

Теоретическое обоснование

Чистый изгиб — такой вид изгиба, при котором в поперечных сечениях бруса возникает только один внутренний силовой фактор — изгибающий момент (M_x, M_y).

Прямой поперечный изгиб - такой вид изгиба, при котором в поперечных сечениях бруса возникает изгибающий момент (M_x или M_y) и поперечная сила (Q_x либо Q_y), и все внешние силы действуют в главной плоскости бруса.

Балками называются брусья, работающие на изгиб. На расчетной схеме балку принято заменять ее осью. При этом все силы должны быть ** приведены к оси балки, а плоскость действия нагрузки совпадает с плоскостью чертежа.

При построении эпюры Q_y и M_x рекомендуется придерживаться такой последовательности:

1. Найти опорные реакции (для консоли их можно не находить).
2. Разбить брус на участки, границами которых являются сечения, в которых приложены сосредоточенные силы и пары сил и начинается или заканчивается распределенная нагрузка. Такие сечения принято называть **характерными**.
3. Применяя метод сечений, вычислить в характерных сечениях значения поперечных сил и изгибающих моментов. Для определения сил Q_x рассматривать справа и слева характерные сечения, в которых приложены сосредоточенные силы F . При вычислении M_x справа и слева рассматривать характерные сечения, где приложены пары сил.
4. По найденным ординатам построить эпюры Q_x и M_x .

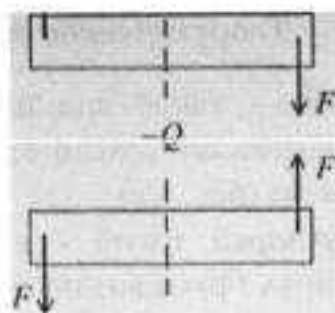
Правила определения поперечных сил Q_x и построения эпюр Q_x

Поперечная сила представляет собой равнодействующую внутренних касательных сил, возникающих в рассматриваемом поперечном сечении балки при изгибе.

1. Поперечная сила Q_x в произвольном поперечном сечении балки численно *равна* алгебраической сумме значений внешних сил, действующих на отсеченную часть балки: $Q_x = \sum F_k$

2. Внешняя сила считается **положительной**, если она поворачивает отсеченную часть балки относительно рассматриваемого сечения **по ходу часовой стрелки**.

Силы, поворачивающие отсеченную часть балки относительно рассматриваемого сечения против часовой стрелки, принято считать отрицательными.



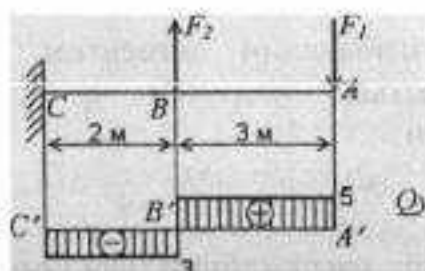
Определение знака поперечной силы

3. На участке, нагруженном равномерно распределенной нагрузкой, эпюра Q_x очерчивается прямой, наклоненной к оси балки.
4. На участке, свободном от распределенной нагрузки, эпюра Q_x очерчивается прямой, параллельной оси балки.
5. В сечении балки, где приложена сосредоточенная пара сил, поперечная сила не изменяет значения.

6. В сечении, где приложена сосредоточенная сила, значение поперечной силы меняется скачкообразно на значение, равное приложенной силе.
7. В конечном сечении балки поперечная сила численно равна сосредоточенной силе (активной или реактивной), приложенной в этом сечении. Если в конечном сечении балки не приложена сосредоточенная сила, то поперечная сила в этом сечении равна нулю.

Методику построения эпюры Q_y рассмотрим на примере.

Пример. Построить эпюру Q_y для заданной схемы балки: $F_1=5$ кН, $F_2=8$ кН (см. рис.)



РЕШЕНИЕ:

1. Отмечаем характерные сечения A, B, C .
2. Определяем значения Q_y в характерных сечениях:
 $Q_{сА}^{акт} = F_1 = 5$ кН
 $Q_{yB}^{np} = F_1 = 5$ кН
 $Q_{yB}^{акт} = F_1 - F_2 = 5 - 8 = -3$ кН
 $Q_{yC}^{np} = F_1 - F_2 = -3$ кН.
3. Параллельно оси балки проводим тонкую базовую линию эпюры.
4. Через характерные точки A, B и C проводим вертикально вниз прямые, которые на базовой линии отметят два участка $A'B'$ и $B'C'$.
5. В характерных сечениях от базовой линии вверх и вниз строим полученные значения Q_y как ординаты эпюры. Значения ординат записываем рядом с точкой.
6. Последовательно соединяем полученные точки.
7. Ставим условным образом знаки $+$ (плюс) и $-$ (минус).
8. Получившуюся ступенчатую фигуру заштриховываем.

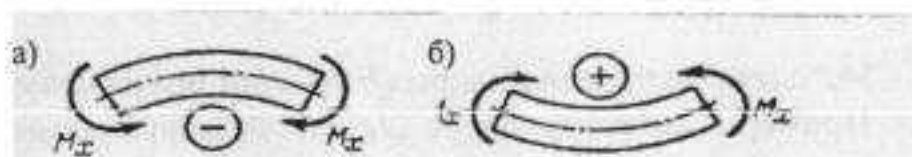
Правила определения изгибающих моментов M_x и построения эпюр M_x

Изгибающий момент (M_x, M_y) является результирующим моментом внутренних нормальных сил, возникающих в поперечном сечении бруса, взятый относительно нейтральной оси этого сечения.

1. Изгибающий момент M_x в произвольном поперечном сечении бруса

численно равен алгебраической сумме моментов внешних сил, действующих на отсеченную часть, относительно центра тяжести сечения: $M_x = \sum M_k$.

2. Внешний момент берется со знаком + (плюс), если отсеченная часть балки, мысленно закрепленная в рассматриваемом сечении, изгибается выпуклостью вниз.



Определение знака изгибающего момента.

3. Между изгибающим моментом M_x , поперечной силой Q_y и интенсивностью нагрузки q существуют дифференциальные зависимости:

$$\frac{dM_x}{dz} = Q_y; \quad \frac{dQ_y}{dz} = -q$$

4. На участке, нагруженном равномерно распределенной нагрузкой, эпюра изгибающих моментов очерчивается квадратичной параболой. Выпуклость параболы направлена навстречу нагрузке.
5. На участке, свободном от равномерно распределенной нагрузки, эпюра изгибающих моментов очерчивается прямой линией, наклоненной к оси балки.
6. В сечении балки, где приложена сосредоточенная пара сил, изгибающий момент меняется скачкообразно на значение, равное моменту приложенной пары.
7. Изгибающий момент в конечном сечении балки равен нулю, если в нем не приложена сосредоточенная пара сил. Если в конечном сечении приложена активная или реактивная пара сил, то изгибающий момент в сечении равен моменту приложенной пары.
8. На участке, где поперечная сила равна нулю, балка испытывает чистый изгиб, и эпюра изгибающих моментов очерчивается прямой, параллельной оси балки.
9. Изгибающий момент принимает экстремальное значение в сечении, где эпюра поперечных сил проходит через ноль, меняя знаки с + на - или с - на +.

Практическая работа №12

Расчёт бруса круглого поперечного сечения при сочетании изгиба и кручения.

(Тема 2.7 «Сочетание основных видов деформации»)

Задание для практической работы .

Задача №1. Для заданной схемы нагружения редукторного вала проверить вал на статическую прочность, если диаметр вала задан, материал вала - сталь 45.

Указание: Схему нагружения вала и результаты расчётов взять из РГР 3.

Образец выполнения РГР 12 прилагается.

Теоретическое обоснование

Оценку прочности элемента конструкции в условиях какого угодно напряженного состояния предлагают теории предельных напряженных состояний, которые называют иногда гипотезами прочности. В настоящее время из пяти гипотез наиболее часто используются третья, четвертая и пятая гипотезы прочности.

Основная задача теории напряженных состояний заключается в разработке критерия, позволяющего сравнивать между собой разнотипные напряженные состояния с точки зрения близости их к предельному состоянию. Предельное напряженное состояние у пластичных материалов наступает при возникновении остаточных деформаций (обред⁻От), а у хрупких - при начале разрушения (сгпред⁻Ов). Сравнение разнотипных напряженных состояний производится с помощью эквивалентного напряженного состояния, причем за эквивалентное берется наиболее изученное напряженное состояние при простом растяжении.

Напряжение, которое следует создать в растянутом образце, чтобы его состояние было равноопасным исследуемому напряженному состоянию, называется **эквивалентным напряжением** и обозначается - σ_3 .

По третьей гипотезе прочности (*гипотезе наибольших касательных напряжений*) формула эквивалентных напряжений имеет вид :

$$\sigma_{3,3} = \sqrt{\delta^2 + 4\tau^2}$$

где σ и τ - напряжения в поперечных сечениях бруса.

По пятой гипотезе прочности (*гипотезе энергии формоизменения*) формула эквивалентных напряжений имеет вид:

$$\sigma_{3,5} = \sqrt{\delta^2 + 3\tau^2}$$

Третья и пятая гипотезы прочности дают наилучшие результаты для пластичных материалов. Например, для валов, работающих на изгиб с кручением,

$$\sigma_{\text{эк}} = \frac{M_{\text{эк}}}{W_{\text{ос}}} = \frac{\sqrt{M_N^2 + N_n^2}}{W_{\text{ос}}} \quad ; \quad \delta_{\text{эк}} = \frac{M_{\text{эк}}}{W_{\text{ос}}} = \frac{\sqrt{N_n^2 + 0.75M_N^2}}{W_{\text{ос}}}$$

где $M_{\text{эк}}$ и $M_{\text{эк}}$ - эквивалентные моменты соответственно по третьей и пятой гипотезам прочности;

M_N - изгибающий момент в опасном сечении;

M_N - крутящий момент в опасном сечении;

$W_{\text{ос}}$ - осевой момент сопротивления сечения.

Условие прочности при сложном напряженном состоянии имеет вид:

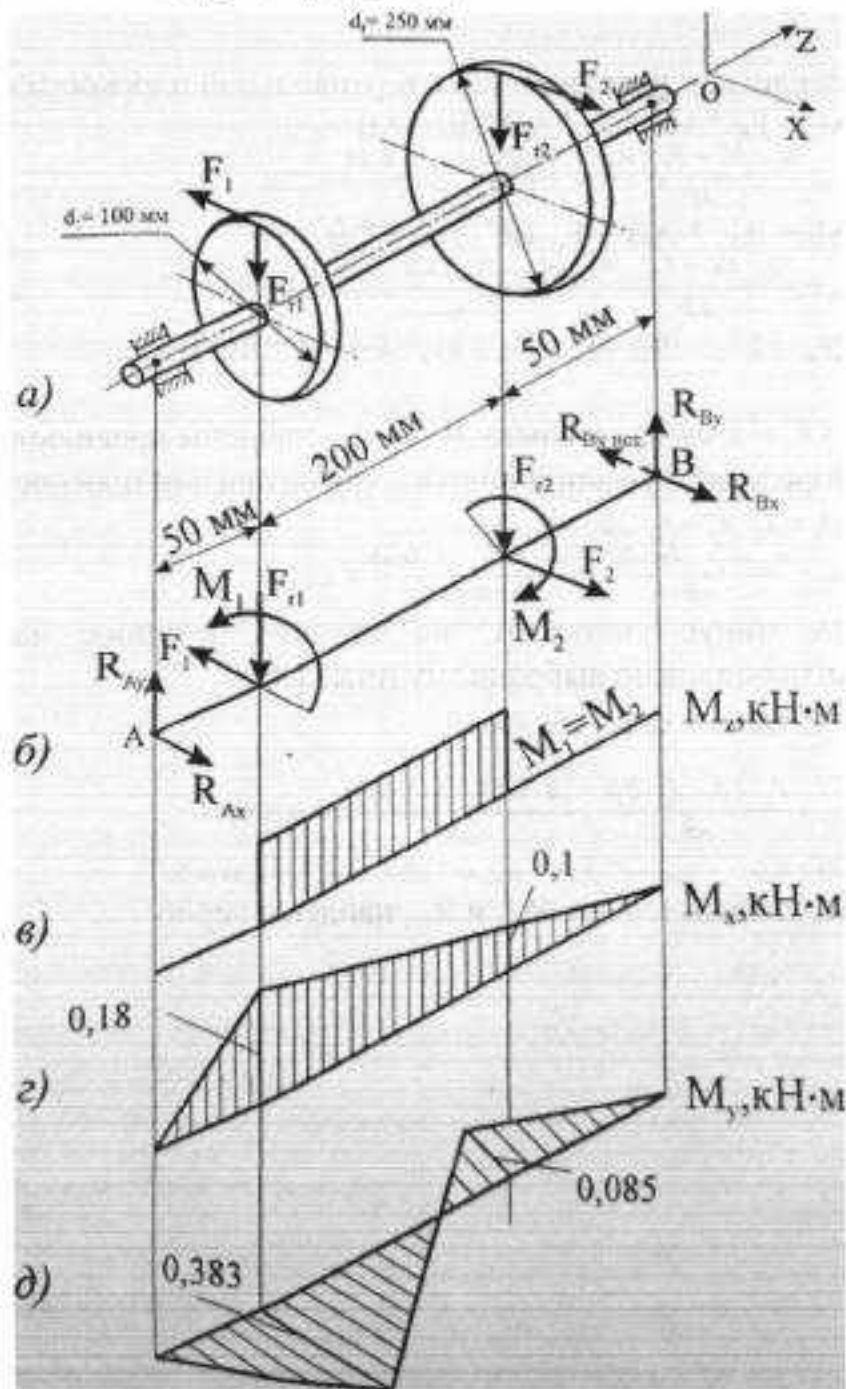
$$\sigma_s \leq [\sigma] \quad (3)$$

Условие прочности (3) позволяет выполнять три вида расчетов: проектный, проверочный, определение допускаемой нагрузки.

Образец выполнения РГР 12

Определить диаметр вала

Для стального вала постоянного поперечного сечения с двумя зубчатыми колёсами, передающего мощность $P=15$ кВт при угловой скорости $\omega=30$ рад/с, определить диаметр вала используя третью гипотезу прочности. Принять: $[\sigma]=160$ МПа; $F_{r2}=0,4F_{t1}$; $F_{r2}=0,4F_{t2}$.



Решение. Составляем расчётную схему вала, приводя действующие на вал нагрузки к оси (рис. 1, б). При равномерном вращении вала $M_1 = M_2$, где M_1 и M_2 - скручивающие пары, которые добавляются при переносе сил P , и G_2 на ось вала.

1. Определяем вращающий момент, действующий на вал:

$$M_1 = M_2 = \frac{z}{z} = 0,5 \cdot 10^3 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

2. Вычислим нагрузки, приложенные к валу:

$$F_1 = \frac{2M}{a_1} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,1} = 10^4 \text{ Н} = 10 \text{ кН}; F_{r1} = 0,4 \cdot 10^4 = 4 \text{ кН};$$

$$F_2 = \frac{2M}{a_2} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^3}{0,25} = 4 \cdot 10^3 \text{ Н} = 4 \text{ кН}; F_{r2} = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ кН};$$

2. Определяем реакции опор в вертикальной плоскости (рис. 1,6):

$$\sum M_A = F_{r1} \cdot AC + F_{r2} \cdot AD - R_B \cdot AB = 0;$$

$$R_{By} = \frac{F_{r1} \cdot AC + F_{r2} \cdot AD}{AB} = \frac{4 \cdot 0,05 + 1,6 \cdot 0,25}{0,3} = 2 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = R_{Ay} \cdot AB + F_{r1} \cdot BC - F_{r2} \cdot DB = 0$$

$$R_{Ay} = \frac{F_{r1} \cdot BC + F_{r2} \cdot DB}{AB} = \frac{4 \cdot 0,25 + 1,6 \cdot 0,05}{0,3} = 3,6 \text{ кН}$$

$$\sum F_{By} = 0 \quad R_{By} - F_{r1} - F_{r2} + R_{By} = 2 - 4 - 1,6 + 3,6 = 0$$

$\sum F_{By} = 0$, следовательно, R_{Ay} и R_{By} найдены правильно.

Определяем реакции опор в горизонтальной плоскости (рис. 1,6)

$$\sum M_A = F_1 \cdot AC - F_2 \cdot AD - R_{By} \cdot AB = 0$$

$$R_{By} = \frac{F_1 \cdot AC - F_2 \cdot AD}{AB} = \frac{10 \cdot 0,05 - 4 \cdot 0,25}{0,3} = 1,66 \text{ кН}$$

Знак минус указывает, на то, что истинное направление реакции противоположно выбранному (рис. 1,6):

$$\sum M_B = R_{Ax} \cdot AB - F_1 \cdot CB + F_2 \cdot DB = 0$$

$$R_{Ax} = \frac{F_1 \cdot CB - F_2 \cdot DB}{AB} = \frac{10 \cdot 0,25 - 4 \cdot 0,05}{0,3} = 7,65 \text{ кН}$$

$$\sum F_{kx} = 0 \quad R_{Ax} - F_1 + F_2 - R_{By} = 7,65 - 10 + 4 - 1,66 = 0.$$

$\sum F_{kx} = 0$, следовательно, R_{Ax} и R_{By} найдены верно.

Практическая работа №13
«Расчёт двухступенчатого привода»
 (Тема 3.2 Общие сведения о передачах)

Задание для практической работы:

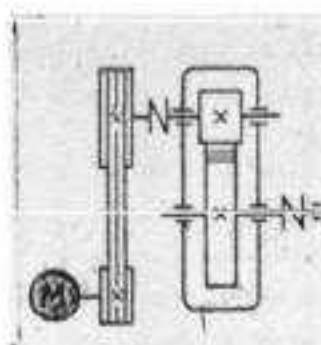
Задача №1. Для заданной схемы привода, содержащего ременную и зубчатую передачи, подобрать требуемый электродвигатель. Выполнить кинематический и силовой расчёты привода.

Данные взять в индивидуальном задании.

Образец выполнения задания прилагается.

РГР № 13

Выполнить кинематический и силовой расчёты
двухступенчатого привода.



Дано:

$$P_2 = 4,6 \text{ кВт}$$

$$n_2 = 160 \text{ мин}^{-1}$$

$$u_2 = 3,15$$

$$P_{\text{дв тр}} > P_{\text{дв гр}},$$

$$M1, M2, M_{\text{дв}}$$

$$\omega_1, \omega_2, \omega_{\text{дв}}$$

1. Требуемая мощность электродвигателя $P_{\text{дв тр}} = P_2 / (\eta_1 \eta_2)$, где η_1 и η_2 - соответственно КПД ременной передачи и редуктора.

По таблице 2.2 [2] принимаем $\eta_1 = 0,95$, $\eta_2 = 0,97$,

$$P_{\text{дв тр}} = 4,6 \text{ кВт} / 0,95 \cdot 0,97 = 5 \text{ кВт}.$$

2. Требуется частота вращения вала двигателя $n_{\text{дв тр}} = u_1 \cdot u_2 \cdot \eta_2$, где u_1 и u_2 - соответственно передаточные числа ременной передачи и редуктора.

По таблице 2.3 [2] принимаем $u_1 = 3$, $u_2 = 3,15$

$$n_{\text{дв тр}} = 3 \cdot 3,15 \cdot 160 \text{ об/мин}.$$

3. Выбор двигателя.

По таблице К9 [2] принимаем двигатель 4AM112M4У3

$$n_{\text{дв}} = 1445 \text{ об/мин}.$$

4. Уточняем общее передаточное число привода $u_{\text{общ}} = n/n_2 = 1445/160 = 9,03$.

5. Производим разбивку $u_{\text{общ}}$ по ступеням привода. Окончательно принимает стандартное значение передаточного числа передачи редуктора $u_2 = 3,15$, тогда, передаточное число ременной передачи $u_1 = u_{\text{общ}} / u_2 = 9,03 / 3,15 = 2,86$.

6. Частота вращения и угловые скорости валов:

вал электродвигателя:

$$n_{\text{дв}} = 1445 \text{ об/мин}; \quad \omega_{\text{дв}} = \pi n / 30 = \pi \cdot 1445 / 30 = 151,3 \text{ рад/с}$$

ведущий вал редуктора:

$$n_1 = n_{дв} / u_1 = 1445 / 2,86 = 505 \text{ об/мин}; \quad \omega = \omega_{дв} / u_1 = 151,3 / 2,86 = 52,9 \text{ рад/с}$$

ведомый вал редуктора

$$n_2 = n_1 / u_2 = 505 / 3,15 = 160 \text{ об/мин};$$

$$\omega_2 = \omega_1 / 3,15 = 52,9 / 3,15 = 16,8 \text{ рад/с}$$

7. Вращающие моменты на валах привода:

вал электродвигателя

$$M_{дв} = P_{дв,гр} / \omega_{дв} = 5 \cdot 10^3 / 151,3 = 33 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

ведущий вал редуктора

$$M_1 = M_{дв} \cdot u_1 \cdot \eta_1 = 33 \cdot 2,86 \cdot 0,95 = 89,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

ведомый вал редуктора

$$M_2 = M_1 \cdot u_1 \cdot \eta_2 = 89,7 \cdot 3,15 \cdot 0,97 = 274 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Практическая работа №14
«Расчёт зубчатой передачи»
(Тема 3.4 Зубчатые передачи)

Задание для практической работы.

Задача 1. Рассчитать закрытую одноступенчатую зубчатую передачу редуктора общего назначения, неревверсивную, предназначенную для длительной эксплуатации.

Указание: Исходные данные для расчёта взять из РГР13 : передаточное число зубчатой передачи U и вращающий момент на ведомом валу редуктора M_2 .

Образец выполнения РГР 14 прилагается.

РГР 14. РАСЧЁТ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ.

Исходные данные:

$T_2 = 1054,5 \text{ Нм}$; $U_3 = 4$; $n_2 = 140 \text{ об/мин}$.

1. Выбор материала и термообработки.

Марка стали - 30ХН3А.

Твёрдость шестерни: сердцевина - 345 НВ, поверхность - 61 HRC.

Твёрдость колеса: сердцевина - 325 НВ, поверхность - 57 HRC.

Термообработка для колеса и шестерни - цементация и закалка.

$\sigma_T = 780 \text{ МПа}$, $D_{\text{пред}} = 200 \text{ мм}$; $S_{\text{пред}} = 125 \text{ мм}$.

2. Выбор допускаемых напряжений.

2.1 Допускаемые контактные напряжения $[\sigma_H]$, МПа:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{[S_H]} \cdot K_{HL}$$

где σ_{H0} — предел контактной выносливости рабочих поверхностей зубьев;

$[S_H]$ - допускаемый коэффициент безопасности;

K_{HL} - коэффициент долговечности.

Рассчитаем $[\sigma_H]$ для шестерни.

Примем $\sigma_{H0} = 19\text{HRC} = 19 \cdot 61 = 1159 \text{ МПа}$. $[S_H] = 1,2$. $K_{HL} = 1$.

Тогда $[\sigma_H] = (1159/1,2) \cdot 1 = 965,83 \text{ МПа}$.

Рассчитаем $[\sigma_H]$ для колеса.

Принимаем $\sigma_{H0} = 19\text{HRC} = 19 \cdot 57 = 1083 \text{ МПа}$. $[S_H] = 1,2$. $K_{HL} = 1$.

Значит $[\sigma_H] = (1083/1,2) \cdot 1 = 902,5 \text{ МПа}$.

Окончательно принимаем допускаемое значение контактного напряжения:

$[\sigma_H] = 0,45 \cdot (\sigma_{H1} + \sigma_{H2}) = 0,45 \cdot (965,83 + 902,5) = 840,74 \text{ МПа}$.

2.2 Допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_F]$, МПа:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{FD}}{[S_F]} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}$$

где σ_{FD} - предел выносливости зубьев колес при изгибе;

$[S_F]$ - допускаемый коэффициент безопасности;

K_{FC} - коэффициент, учитывающий влияние двустороннего приложения нагрузки; K_{FL} - коэффициент долговечности.

Рассчитаем $[\sigma_F]$ для шестерни.

Примем $\sigma_{FC} = 800$ МПа. $[S_F] = 1,75$. $K_{FC} = 1$, т.к. редуктор нереверсивный. $K_{FL} = 1$

Тогда $[\sigma_F] = (800/1,75) \cdot 1 \cdot 1 = 457,1$ МПа.

Рассчитаем $[\sigma_F]$ для колеса.

Принимаем $\sigma_{FC} = 800$ МПа. $[S_F] = 1,75$. $K_{FC} = 1$, т.к. редуктор нереверсивный. $K_{FL} = 1$ Значит $[\sigma_F] = (800/1,75) \cdot 1 \cdot 1 = 457,1$ МПа.

3. Определение межосевого расстояния передачи. Для прямозубых зубчатых цилиндрических передач:

$$a_w = 49,5 \cdot (u + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{[\sigma_H] \cdot u^2 \cdot \psi_a}}$$

где ψ_a - коэффициент ширины венца;

$K_{H\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки.

Принимаем $\psi_a = 0,4$ и $K_{H\beta} = 1,07$.

Тогда $a_w = 49,5 \cdot (4 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{6,8 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 1,07}{0,4 \cdot 4^2 \cdot 457,1^2}} = 155,92$ мм. Принимаем

$a_w = 160$ мм.

4. Определение ширины зубчатого венца b .

Для колеса: $b_2 = \psi_a \cdot a_w = 0,4 \cdot 160 = 64$ мм. Принимаем $b_2 = 67$ мм.

Для шестерни: $b_1 = 1,12 \cdot b_2 = 1,12 \cdot 67 = 75$ мм. Принимаем $b_1 = 80$ мм.

5. Определение нормального модуля зубьев m (мм).

$$m \geq \frac{6,8 T_2 (u+1)}{u \sigma_a b_2 [\sigma_F]^2}$$

Для прямозубой передачи:

$$6,8 \cdot 10^5 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 5$$

Значит, $m > \frac{\dots}{4 \cdot 160 \cdot 67 \cdot 457,1^2} = 1,82$ мм.

$$4 \cdot 160 \cdot 67 \cdot 457,1^2$$

По стандартному ряду принимаем $m = 2$ мм.

6. Определение угла наклона и суммарного числа зубьев.

Так как данная пара колес имеет прямые зубья, то минимальный угол наклона $\beta_{\min} = 0^\circ$

Суммарное число зубьев колеса и шестерни определим по формуле:

$$z_\Sigma = \frac{2 \cdot a \cdot \cos \beta_{\min}}{m}$$

Тогда $z_\Sigma = \frac{2 \cdot 160 \cdot 1}{2} = 160$.

7. Определение чисел зубьев шестерни и колеса.

Число зубьев шестерни:

$$Z_1 = \frac{Z_\Sigma}{(U+1)}$$

Значит $Z_1 = 160/5 = 32$.

Число зубьев колеса:

$$Z_2 = Z_\Sigma - Z_1$$

Значит $Z_2 = 160 - 32 = 128$.

8. Определение фактического передаточного числа.

Фактическое передаточное число определим по формуле: $u_\phi = z_2 / z_1$

Тогда $u_\phi = 128/32 = 4$.

Отклонение от заданного передаточного числа определим по формуле:

$$\Delta U = (|U_0 - U| / U) \cdot 100\%$$

9. Определение основных геометрических параметров передачи.

Определим делительные диаметры:

шестерни - $d_1 = m \cdot Z_1 / \cos \beta = 2 \cdot 32 / 1 = 64$ мм;

колеса - $d_2 = m \cdot Z_2 / \cos \beta = 2 \cdot 128 / 1 = 256$ мм.

Уточним межосевое расстояние:

$$a_w = (d_1 + d_2) / 2 = (64 + 256) / 2 = 160 \text{ мм.}$$

Найдем диаметры окружностей вершин зубьев:

шестерни - $d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 64 + 2 \cdot 2 = 68$ мм;

колеса - $d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 256 + 2 \cdot 2 = 260$ мм.

10. Определение пригодности заготовок шестерни и колеса.

$D_1 = d_{a1} + 6 \text{ мм} = 68 + 6 = 74 \text{ мм} < D_{\text{пред}} = 200 \text{ мм}$, заготовка пригодна.

$S_2 = b_2 + 4 \text{ мм} = 67 + 4 = 71 \text{ мм} < S_{\text{пред}} = 125 \text{ мм}$, заготовка пригодна.

11. Определение сил в зацеплении.

Окружная сила:

$$F_t = 2T_2 / d_2 = 2 \cdot 1054,5 \cdot 10^3 / 256 = 8238,28 \text{ Н.}$$

Радиальная сила:

$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha_w / \cos \beta = 8238,28 \cdot \tan 20^\circ / \cos 0^\circ = 2965,78 \text{ Н, где } \alpha_w = 20^\circ \text{ - угол}$$

зацепления,

12. Определение степени точности передачи.

Для этого найдём окружную скорость

$$v = \pi \cdot n_2 \cdot d_2 / 60 = 3,14 \cdot 140 \cdot 0,256 / 60 = 1,87 \text{ м/с.}$$
 В зависимости от окружной

скорости колес назначим степень точности 8.

13. Определение расчётного контактного напряжения.

Для прямозубой передачи:

$$\sigma_H = \frac{310}{a_w \cdot u_\phi} \sqrt{\frac{T_2 K_{H\beta} K_{H\alpha} (u_\phi + 1)}{b_2}}$$

Где $K_{H\beta}$ - коэффициент неравномерности распределения нагрузки по ширине венца,

$K_{H\alpha}$ - коэффициент динамической нагрузки.

Примем $K_{H\beta} = 1,07$ и $K_{H\alpha} = 1,2$.

$$\text{Тогда } \sigma_H = \frac{310}{160 \cdot 4} \sqrt{\frac{1054,5 \cdot 10^3 \cdot 1,07 \cdot 1,2 \cdot 125}{67}} = 762,89 \text{ МПа}$$

$$0,8[\sigma_H] = 672,59 \text{ МПа, } 1,1[\sigma_H] = 924,81 \text{ МПа}$$

Условие $0,8[\sigma_H] < \sigma_H < 1,1[\sigma_H]$ соблюдается: $672,59 < 762,89 < 924,81$.

14. Определение сравнительной характеристики прочности зубьев на изгиб.

Расчет выполним по тому из колес пары, для которого меньше отношение $\frac{[\sigma_F]}{Y_F}$. $Y_{F1} = 3,8, Y_{F2} = 3/61$. В нашем случае

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F1}} = \frac{457,1}{3,8} = 120,3 \text{ и } \frac{[\sigma_F]}{Y_{F2}} = \frac{457,1}{3,61} = 126,6. \text{ Т.к. у шестерни отношение меньше,}$$

чем у колеса, то дальнейший расчёт будем вести по шестерни.

15. Определение расчётного напряжения изгиба.

Для прямозубой передачи:

$$\sigma_i = Y_{Fi} \frac{F_1}{b_1 \cdot m} K_{F\beta} \cdot K_{Fv}$$

где $K_{F\beta}$ - коэффициент неравномерности распределения нагрузки по ширине венца;

K_{Fv} - коэффициент динамической нагрузки.

Примем $K_{F\beta} = 1,14$ и $K_{Fv} = 1,4$.

$$\text{Тогда } \sigma_{F1} = 3,8 \cdot \frac{8238,28}{160} \cdot 1,14 \cdot 1,4 = 312,21 \text{ МПа}$$

Условие прочности зубьев на изгиб - $\sigma_{F1} < [\sigma_F]$ - выполняется:

$$312,21 \text{ МПа} < 457,1 \text{ МПа}$$

Справочные таблицы

Таблица 1

Стандартный ряд Ra40.
10; 10,5; 11; 11,5; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 45; 48; 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200; 210; 220...

Таблица 2

Значение стандартных модулей
1; 1,25; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12

Таблица 3

Степень точности	Окружная скорость v , м/с	
	прямозубые	непрямозубые
6	<15	<30
7	<10	<15
8	<6	<10
9	<2	<4

Таблица 4

Тип колёс	Твёрдость поверхности	Значение коэффициентов	
		$K_{H\beta}$	K_{Fv}
Прямозубые	<350	1,2	1,4
	>350	1,1	1,2
Косозубые и шевронные	<350	1,1	1,2
	>350	1,05	1,1

Таблица 5

Степень точности	Значение коэффициентов	
	K_{Mo}	K_{Fo}
6	1,01	0,72
7	1,05	0,81
8	1,09	0,91
9	1,12	1,0

Таблица 6

$Z(Z_v)$	17	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50	65	>80
$Y_{\bar{r}}$	4,27	4,07	3,98	3,92	3,88	3,84	3,80	3,75	3,70	3,66	3,65	3,62	3,61

Практическая работа №15 «Подбор подшипников качения и проверка их на долговечность»

1. Выбор типа подшипников.

Выбираем шариковые, радиальные, однорядные подшипники.

Подшипники подбираем в зависимости от диаметра $d_{п2}$ по таблице 4.1.

Выбираем по таблице подшипник № = ...

для которого $d = \dots$

$D = \dots$

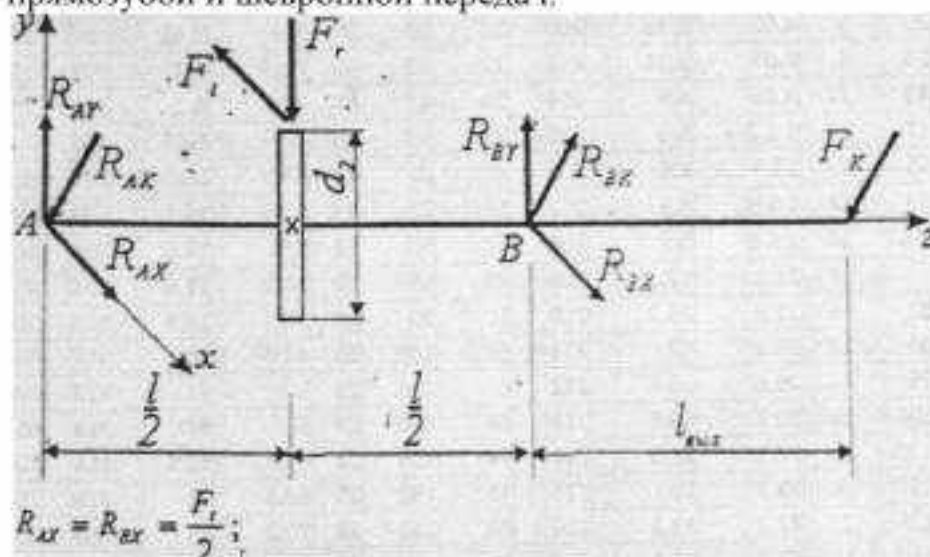
$B = \dots$

$C = \dots$

$C_0 = \dots$

2. Определяем реакции подшипников.

а) Для прямозубой и шевронной передач.



$$R_{Ax} = R_{Bx} = \frac{F_t}{2}$$

$$R_{Ay} = R_{By} = \frac{F_r}{2}$$

$$R_{Az} = \frac{F_k \cdot l_{всх}}{l}; R_{Bz} = \frac{F_k \cdot (l_{всх} + l)}{l}$$

$$F_D = 0$$

Полные реакции подшипников:

$$R_A = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} + R_{Az}$$

$$R_B = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} + R_{Bz}$$

Для наиболее нагруженной опоры определяем приведённую радиальную нагрузку:

$$R_s = \frac{V \cdot R_e \cdot K_\delta \cdot K_f}{1000}$$

где $V=1$ - коэффициент вращения колец подшипника;

R_B - фактическая реакция;

K_B - коэффициент безопасности;

K_T - температурный коэффициент.

Шарикоподшипники радиальные однорядные

Таблица 1

№	d	D	B	грузоподъемность, кН		№	d	D	B	Грузоподъемность, кН		№	d	D	B	грузоподъемность, кН	
				динамическая C	Статическая C_0					динамическая c	Статическая C					динамическая C	Статическая C_0
Особо - легкая серия						Легкая серия						Средняя серия					
100	10	26	8	4.62	1.96	200	10	30	9	5.9	2.65	300	10	35	11	8.06	3.75
101	12	28	8	5.07	2.24	201	12	32	10	6.89	3.1	301	12	37	12	9.75	4.65
104	20	42	12	9.36	4.5	204	20	47	14	12.7	6.2	304	20	57	15	15.9	7.8
105		47	12	11.2	5.6	205	25	52	15	14	6.95	305		62	17	22.5	11.4
106	30	55	13	13.3	6.8	206	30	62	16	19.5	10	306	30	75	19	28.1	14.6
107	35	62	14	15.9	8.5	207	35	72	17	25.5	13.7	307	35	80	21	33.2	18
108	40	68	15	16.8	9.3	208	40	80	18	32	17.8	308	40	90	23	41	
109	45		16	21.2	12.2	209	45	85	19	33.2	18.6	309	45	100	25	52.7	30
110	50	80	16	21.6	13.2	210	50	90	20	35.1	19.8	310	50	110	27	65.8	36
111	55	90	18	28.1	17	211	55	100	21	43.6	25	311	55	120	29	71.5	41.5
112	60	95	18	29.6	18.3	212	60	110	22	52	31	312	60	130	31	81.9	48
113	65	100	18	30.7	19.6	213	65	120	23	56	34	313	65	140	33	92.3	56
114	70	110	20	37.7	24.5	214	70	125	24	61.8	37.5	314	70	150	35	104	63
115	75	115	20	39.7	26	215	75	130	25	66.3	41	315	75	160	37	112	72.5
116	80	125	22	47.7	31.5	216	80	140	26	70.2	45	316	80	170	39	124	80
117	85	130	22	49.4	33.5	217	85	150	28	83.2	53	317	85	180	41	133	90
118	90	140	24	57.2	39	218	90	160	30	95.6	62	318	90	190	43	143	99
119	95	145	24	60.5	41.5	219	95	170	32	108	69.5	319	95	200	45	153	110
120	100	150	24	60.5	41.5	220	100	180	34	124	79	320	100	215	47	174	132

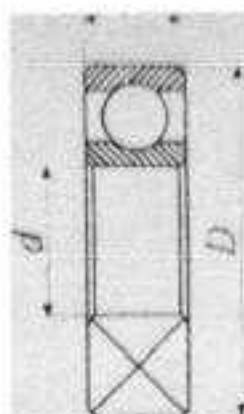


Таблица 2

e	X	Y
0,19	0,56	2,30
0,22		1,99
0,26		1,71
0,28		1,55
0,30		1,45
0,34		1,31
0,38		1,15
0,42		1,04
0,44		1,00