

Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж имени С.И. Мосина

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению самостоятельных работ

по междисциплинарному курсу

**МДК 3.3. Организационная структура промышленной организации и
нормирование труда**

**ПМ 3. Разработка и внедрение технологических процессов производства
систем вооружения**

специальности

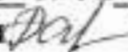
15.02.04 Специальные машины и устройства

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

на заседании цикловой комиссии машиностроения

Протокол от «14» октбря 20 22 г. № 7

Председатель цикловой комиссии  Т.В. Валужева

Составитель: Амеличкина С.Г., преподаватель колледжа

Введение

При изучении МДК 3.3. Организационная структура промышленной организации и нормирование труда по специальности 15.02.04 Специальные машины и устройства предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 42 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. Характеристики трудового процесса.
2. Виды организационной деятельности на предприятии.
3. Формирование профессионально-квалификационных групп на основе видов разделения труда.
4. Принципы выделения нормируемых затрат времени.
5. Особенности различных методов исследования затрат рабочего времени.
6. Проблема единства нормативов.
7. Иерархия нормативов времени.
8. Ограничения по условиям труда.
9. Взаимодействие в производственных системах.
10. Особенности организации и оплаты труда рабочих, руководителей, специалистов.
11. Возможности и методы нормирования управленческого персонала.
12. Формы мотивации труда.
13. Взаимодействие технологических и экономических служб предприятия при организации, нормировании и оплате труда.
14. Порядок установления норм труда на предприятии.
15. Причины необходимости пересмотра норм.
16. Основные направления совершенствования организации, нормирования и оплаты труда.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления титульного листа

**Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Технический колледж С.И. Мосина**

ДОКЛАД

**по МДК 3.3 Организационная структура промышленной организации и
нормирование труда**

на тему: «Характеристики трудового процесса»

**Автор работы,
студент гр. 3-150204**

А. А. Петров

**Руководитель,
преподаватель**

П. П. Иванова

Тула 2021

**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 5.1 «Программное обеспечение отрасли»
для специальности
15.02.04 Специальные машины и устройства**

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «14» Инвар 20 22 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Дат Т.В. Валуева

Автор: Веселова А. В., преподаватель колледжа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по МДК 5.1 Программное обеспечение отрасли для специальности 15.02.04 Специальные машины и устройства обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- исполнения прикладных программ для разработки технической документации.

уметь:

- использовать программное обеспечение отрасли для выполнения технической документации

знать:

- виды технической документации;
- программное обеспечение отрасли.

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций.

Код	Наименование результата обучения
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.
ПК 5.1.	Освоение программного обеспечения отрасли (по направлениям подготовки).
ПК 5.2.	Практическое использование программного обеспечения отрасли.

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывное усложнение конструкций машин, рост требований к их эксплуатационному качеству, обострение конкуренции на рынке машиностроительной продукции вызывают насущную необходимость в резком сокращении длительности производственно-технологического цикла создания машин при повышении качества принимаемых и реализующихся проектных технологических решений. Это возможно лишь при автоматизации технологической подготовки производства (ТПП) и непосредственного производства машин.

Неавтоматизированное проектирование технологических процессов (ТП) весьма трудоемко, принимаемые при этом проектные решения субъективны и зачастую далеки от оптимальных. Лишь незначительная часть (не более 10–15 %) времени затрачивается технологами на принятие решений, а остальное на поиск нужной информации и на документальное оформление результатов.

Сокращение длительности ТПП и производственно-технологического цикла создания машин в целом при повышении качества принимаемых и реализующихся проектных решений способствует автоматизация ТПП и её отдельных функций.

ВЕРТИКАЛЬ – система автоматизированного проектирования технологических процессов, решающая большинство задач автоматизации процессов ТПП.

САПР ТП **ВЕРТИКАЛЬ** позволяет:

- проектировать технологические процессы в нескольких автоматизированных режимах;
- рассчитывать материальные и трудовые затраты на производство;
- формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
- вести параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени;
- поддерживать актуальность технологической информации с помощью процессов управления изменениями;
- обеспечивать инженерный документооборот в части заявок на проектирование средств технологического оснащения.

САПР ТП **ВЕРТИКАЛЬ** поддерживает все процессы электронного инженерного документооборота, в том числе управление технологическими изменениями и заказ на разработку специальных средств технологического оснащения. Интеграция **ВЕРТИКАЛЬ** с ЛОЦ-МАН:PLM решает задачи создания единой электронной среды для

совместной разработки изделия, подготовки производства. В результате электронное описание изделия содержит полную информацию, необходимую для поддержки всех этапов его жизненного цикла. На этапе подготовки производства обеспечивается накопление данных о результатах конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет сделать работу технолога быстрой и удобной; возрастает как скорость, так и качество разработки технологических решений.

В ВЕРТИКАЛЬ пользователь может создавать техпроцессы трех видов:

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

Далее подробно изложен порядок автоматизированного проектирования технологического процесса на примерах техпроцесса изготовления корпусной детали. Последовательно выполняя задания, вы получите необходимые навыки создания технологий, работы с электронными справочниками и формирования технологической документации.

СОКРАЩЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

ДСЕ – деталь, сборочная единица;

ЕТП – единичный технологический процесс;

ТПП/ГТП – типовой/групповой технологический процесс;

ИИ – извещение об изменении;

КД – конструкторская документация;

ТД – технологическая документация;

ТП – технологический процесс;

УТС – Универсальный технологический справочник;

КТЭ – конструкторско-технологический элемент.

Дерево – иерархическое представление информации, когда в состав одного объекта входят другие, подчиненные ему.

Конструкторско-технологический элемент (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.

Атрибут – именованное свойство элемента ТП. Например, атрибутами детали могут являться размеры, форма, материал, а также вид обработки и др. Набор атрибутов зависит как от самого рассматриваемого элемента, так и от условий его использования.

Практическая работа №1

СОЗДАНИЕ ТП. ПОДКЛЮЧЕНИЕ 3D-МОДЕЛИ И ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ

Цели работы:

1. Создание и сохранение нового ТП изготовления детали.
2. Подключение 3D-модели и чертежа детали.
3. Заполнение атрибутов ТП.
4. Работа со справочниками УТС.

Создаем новый ТП на деталь:

1. Выберите в основном меню *Файл – Создать – ТП на деталь* (рис. 1.1).

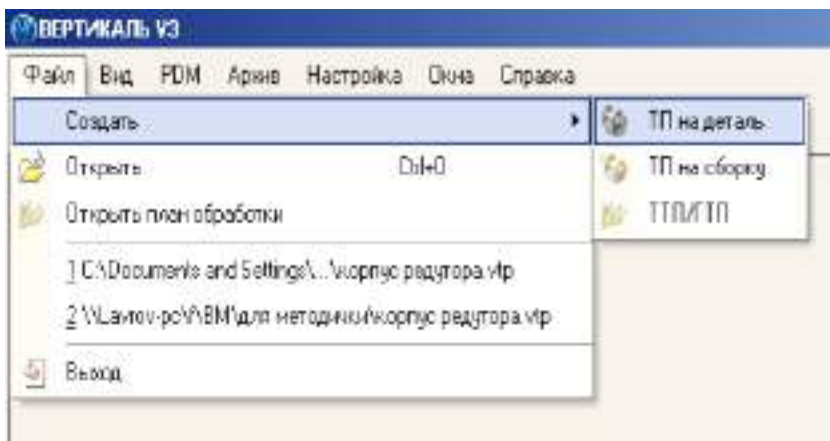


Рис. 1.1

2. Сохраните созданный ТП в папке «*Мои технологии*» под именем «*ТП на корпусную деталь.vtp*».

3. Для того чтобы подключить 3D-модель детали к ТП, необходимо перейти на вкладку *3D-модель* и нажать кнопку *Загрузить модель с диска*.

4. Нажмите кнопку *Получить данные с модели*. Поставьте галочку в ячейке *Атрибуты детали* и нажмите *ОК* (рис. 1.2).

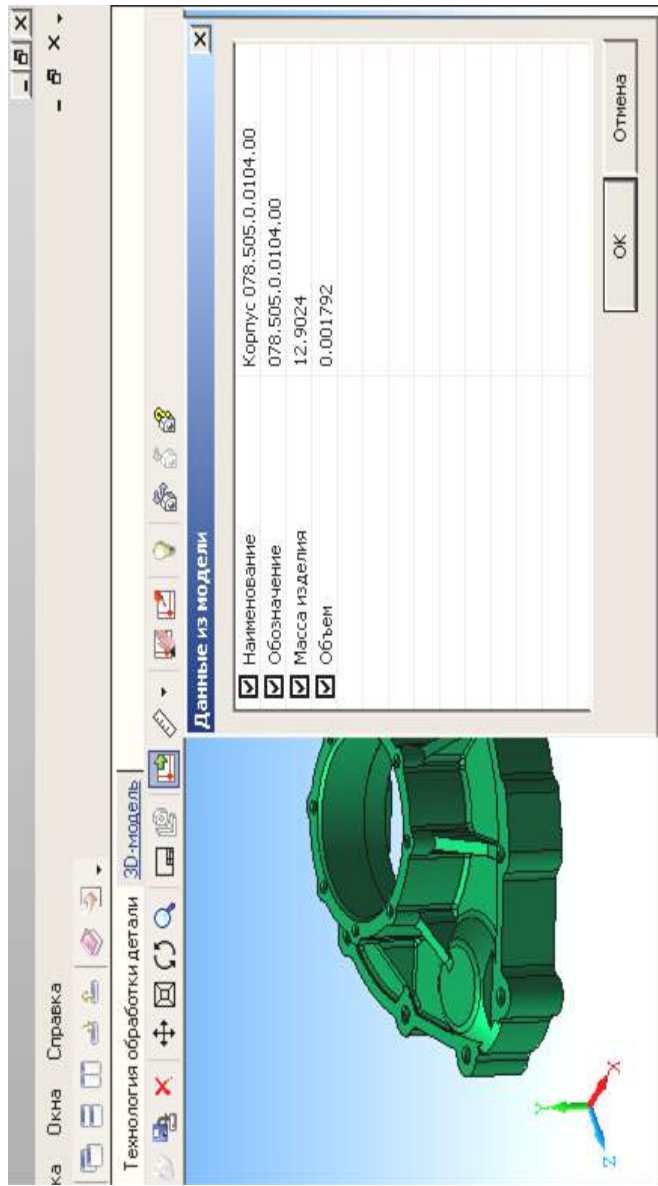


Рис. 1.2

5. Для заполнения атрибутов детали необходимо нажать на Панели вызова справочников и программ на кнопку справочника *МиС*. В открывшемся окне последовательно выберите материал Вашей детали и нажмите кнопку *Применить*. Теперь выбранный вами материал отображается в строке атрибута «*Основной материал*».

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

7. Если необходимо указать дополнительный вид обработки, то нужно нажать на Панели вызова справочников и программ на справочник *Дополнительная обработка*. В открывшемся окне УТС выберите дополнительную обработку, если она нужна, и нажмите кнопку *Применить*. Выберите атрибут «*Вид доп. обработки*».

8. Для того чтобы подключить чертеж детали к ТП, необходимо перейти на вкладку *Чертеж* и нажать кнопку *Открыть чертеж* и выбрать файл чертежа.

Практическая работа №2

НАПОЛНЕНИЕ ДЕРЕВА ТП С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПРАВОЧНИКА ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ

Цели работы:

1. Добавление новой операции в ТП.
2. Добавление в операцию основного перехода обработки.
3. Создание текста перехода с использованием справочников.
4. Добавление в операцию оборудования и оснастки.
5. Изменение нумерации операций и переходов.

1. Для заполнения дерева ТП необходимо установить курсор в окне дерева ТП на названии детали, затем нажать правую кнопку мыши и выбрать *Добавить операцию*. В открывшемся окне справочника операций последовательно выберите *Операции – Литье металлов и сплавов – Прочие операции – Литье металлов и сплавов* (рис. 2.1) и нажать кнопку *Применить*.

Также необходимо добавить операцию обрубки отливки. Для этого последовательно выбрать *Операции – Литье металлов и сплавов – Прочие операции – Обрубка отливки* и нажать кнопку *Применить*. В результате этих действий в дереве ТП появятся операции *005 Литье металлов*

и сплавов и 010 Обрубка отливки (рис. 2.2). Вкладка *Текст операции* при этом осталась пустой, т. к. операция не содержит переходов.

Универсальный технологический справочник - Операции

Выбранный объект: Операции\Литье металлов и сплавов\Прочие операции\Литье металлов и сплавов

Справочники

- Операции
 - Консервация и упаковка
 - Испытания
 - Литье металлов и сплавов
 - Прочие операции
 - Заливка формы
 - Изготовление моделей и форм
 - Обработка давлением
 - Обработка резанием
 - Операции общего назначения
 - Пайка
 - Перемещение
 - Получение покрытий органическими
 - Сборка

Код операции	Операция
1000	Литье металлов и сплавов
1051	Заливка шихтовых материалов в плавильный агрегат
1053	Плавка металлов и сплавов
1075	Удаление стержней, формовочных смесей
1076	Выбивка отливок, форм
1077	Обрубка отливки
1087	Модифицирование
1088	Рафинирование
1089	Футеровка
1090	Исправление дефектов литья

Рис. 2.1

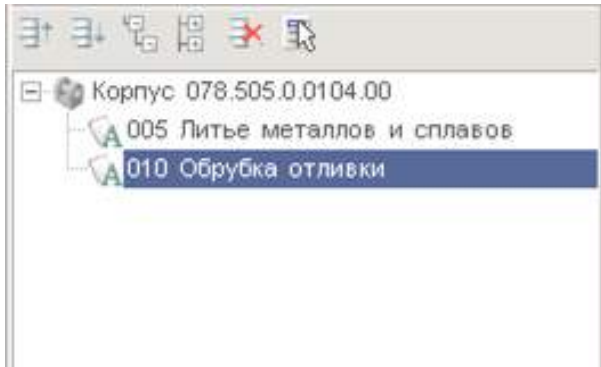


Рис. 2.2

2. Далее необходимо добавить обработку резанием. Для этого нужно выбрать *Добавить операцию* и в открывшемся окне справочника операций последовательно выбрать *Операции – Обработка резанием – Фрезерная – Горизонтально фрезерная* и нажать кнопку *Применить*. Для добавления основного перехода установить курсор на названии операции *015 Горизонтально-фрезерная*. Нажмите правую кнопку мыши и выберите в открывшемся контекстном меню *Добавить – Основной переход* и выбрать *Обработка резанием – Фрезеровать плоскость* (рис. 2.3).

В дереве ТП появится переход *1. Фрезеровать плоскость*.

Далее следует добавить в операцию необходимые переходы, оборудование, оснастку и требуемый инструмент.

3. Необходимо добавить второй переход для операции *015 Горизонтально-фрезерная*. Для этого в контекстном меню выбираем *Добавить – Основной переход* и выбрать *Обработка резанием – Фрезеровать плоскость*.

Для выбора станка для данной операции нужно из контекстного меню выбрать *Добавить – Станок*. Получим *Оборудование – Металлорежущие станки – Фрезерные – Горизонтально фрезерные – 6Р83*.

Для добавления режущего инструмента в первый переход нужно из контекстного меню выбрать *Добавить – Режущий инструмент* и выбрать соответствующий основной инструмент.

Дерево ТП и текст технологии теперь выглядят так, как показано на рис. 2.4.

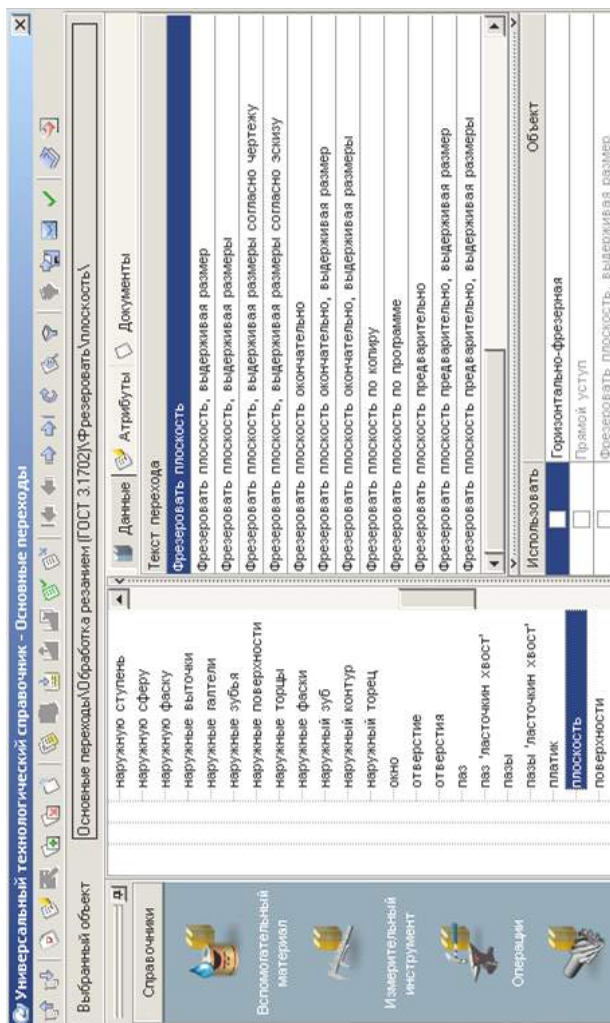


Рис. 2.3

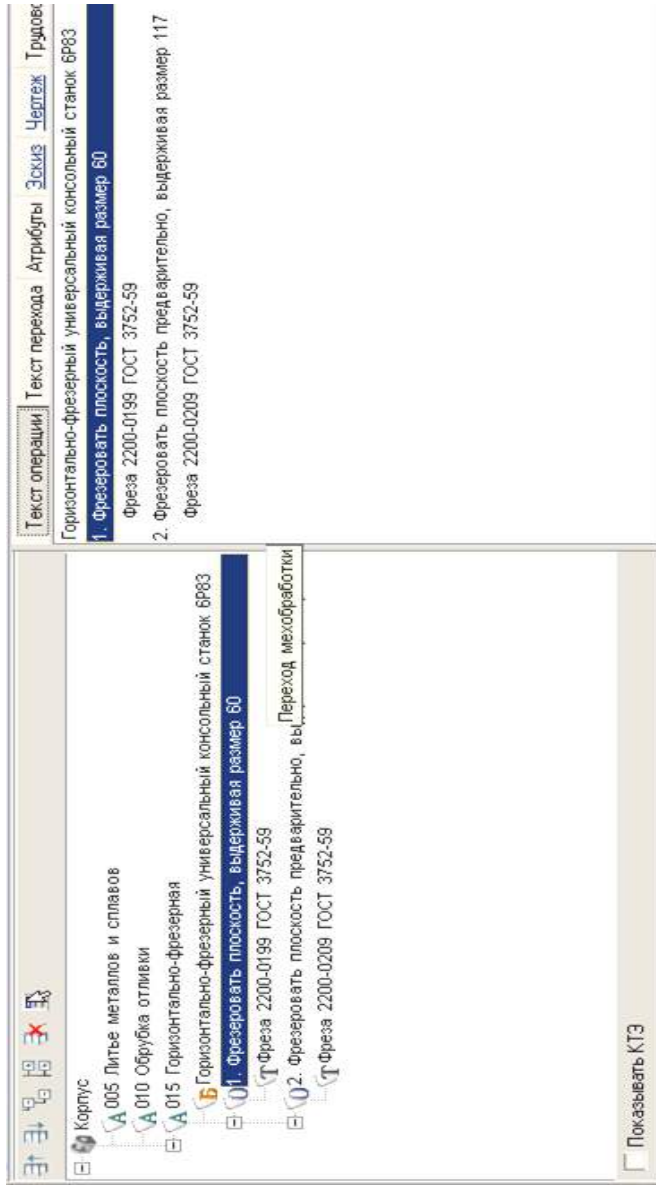


Рис. 2.4

4. Следующим этапом будет наполнение дерева ТП операциями и переходами, приведенными в табл. 1. При этом необходимо пользоваться справочниками по алгоритму, изложенному выше.



Рис. 2.5

Таблица 1

Операция	Оборудование	Переход
Горизонтально-фрезерная	6P83	Фрезеровать плоскость предварительно, выдерживая размер
Координатно-расточная	2Д450	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер. 2. Сверлить 8 отверстий под резьбу М8-7Н. 3. Зенковать фаски отверстий. 4. Нарезать резьбу М8-7Н. 5. Расточить отверстие предварительно.
Фрезерная с ЧПУ	654Ф3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность окончательно, выдерживая размеры. 2. Сверлить 2 отверстия Φ 9. 3. Развернуть 2 отверстия на глубину. 4. Сверлить 9 отверстий под резьбу М12-7Н. 5. Зенковать 9 фасок. 6. Нарезать резьбу М12-7Н.
Координатно-расточная	2Д450	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зенковать 9 фасок. 2. Расточить отверстие предварительно, вы-

		держивая размер. 3. Расточить отверстие окончательно, выдер- живая размер. 4. Точить фаску $3 \times$ 45° . 5. Расточить отверстие окончательно, выдер- живая размер.
--	--	---

Вид в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ будет выглядеть следующим образом (рис. 2.5).

Практическая работа № 3

РЕДАКТИРОВАНИЕ ТЕКСТА ПЕРЕХОДОВ. ДОБАВЛЕНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРОВ В ТЕКСТЕ

Цели работы:

1. Добавление размеров в текст перехода.
2. Использование словаря операций.
3. Перемещение операций в дереве ТП.
4. Редактирование параметров перехода.

В САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ добавление необходимых численных значений может производиться несколькими способами:

1. Значения можно ввести в текст перехода с клавиатуры в процессе редактирования.
2. Значения можно добавить, используя контекстное меню через редактирование размеров.

Выбор способа задания численных значений в тексте переходов зависит от имеющихся в наличии чертежей и эскизов, а также необходимости редактирования этих значений в будущем.

1. Для добавления текста и размера в переход необходимо установить курсор на 1 переход операции *015 Горизонтально-фрезерная*. Затем перейти на вкладку *Текст перехода* и установить курсор после слов «... *выдерживая размер*». Далее нажмите правую кнопку мыши и

выберите из контекстного меню *Добавить – Размер*. В открывшемся окне (рис. 3.1) *Редактирование размера* установите курсор в ячейку *Значение* и введите 60. В строке *Символ* установите переключатель на знак *НЕТ*. В области *квалитетов* выберите из списка *квалитетов Основные*, система «Вал». В ячейке значения *квалитета* выберите из выпадающего списка h14. После выбора *квалитета* в области *определения отклонений* появились значения, соответствующие выбранному *квалитету*. Для того чтобы отклонения были указаны в тексте *перехода*, поставьте галочку в ячейке *Включить*. Нажмите кнопку *ОК*.

2. Добавьте в *переход 2* операции *015 Горизонтально-фрезерная* аналогичным образом значение 117 мм после слов «... *предварительно, выдерживая размер*». Укажите отклонения *размера*, соответствующие h14.

3. Для того чтобы *перемещать* операцию по *ТП*, необходимо установить курсор на *перемещаемой* операции и, последовательно нажимая на кнопку *Переместить выше* или *Переместить ниже* (рис. 3.2), *переместите* операцию на новое место.



Рис. 3.1

4. Для редактирования размеров и переходов необходимо сделать следующее: установите курсор на переход 1 редактируемой операции. Перейдите на вкладку *Текст перехода*. Установите курсор на значении параметра перехода (рис. 3.3) и нажмите кнопку выбора значения.

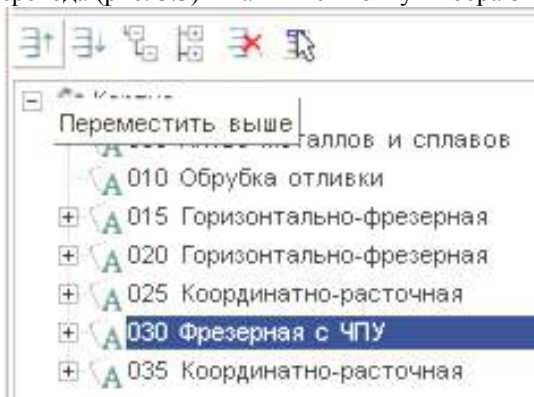


Рис. 3.2

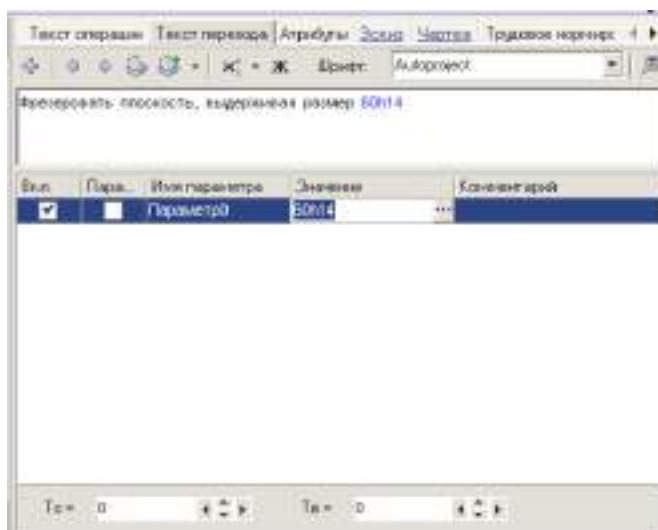


Рис. 3.3

В открывшемся окне *Редактирование размера* можно изменять значение. Любые размеры, заданные как параметры перехода, удаляются следующим образом: установите курсор на параметре, который требуется удалить, выберите в контекстном меню *Удалить*.

Практическая работа № 4

ИМПОРТИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗ ЧЕРТЕЖА ДЕТАЛИ. БИБЛИОТЕКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Цели работы:

1. Импортирование параметров чертежа в текст операции.
2. Создание, сохранение и применение Библиотеки пользователя.
3. Использование фильтров при работе со справочниками УТС.

Кроме рассмотренных способов добавления размеров в текст перехода существует еще один способ. Значения можно добавить в текст перехода, импортировав их из чертежа, эскиза или 3D-модели изделия.

В этом случае необходимое значение непосредственно передается в текст из чертежа или модели. В тексте перехода при этом создается отдельный параметр.

1. Добавьте в операцию *025 Координатно-расточная* первый переход. *Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер*, используя справочник переходов.

2. Перейдите на вкладку *Чертеж* и нажмите кнопку *Импортировать параметр*. Укажите курсором-ловушкой 112h12. Размер будет выделен красным цветом.

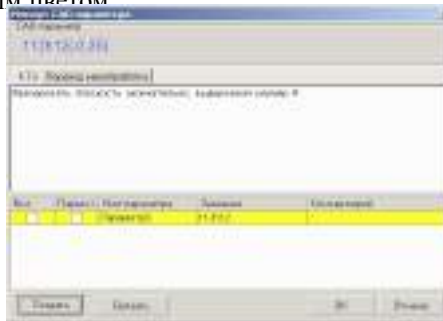


Рис. 4.1

Текст технологии	Атрибуты	Комментарии в карты	Циртеж
005 Литье металлов и сплавов			
010 Спиртка отливки			
015 Горизонтально-фрезерная			
Горизонтально-фрезерный универсальный консольный станок 6Р93			
1. Фрезеровать плоскость, выдерживая размер 60h14			
2. Фрезеровать плоскость прецизионно, выдерживая размер 117			
фреза Z200-0209 ГОСТ 3752-59			
020 Горизонтально-фрезерная			
6М83			Станок
1. Фрезеровать плоскость прецизионно, выдерживая размер			
025 Координатно-расточная			
Координатно-расточной станок 2Д450			
1. Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер 112h12			
2. Фрезеровать плоскость окончательно, выдерживая размер 55,8			
3. Сверлить 8 отверстий $\varnothing 8$			
4. Зенковать фаски отверстий			
5. Нарезать резьбу М8-7Н			
6. Расточить отверстие прецизионно			
030 Фрезерная с ЧПУ			
654Ф03			
1. Фрезеровать поверхность окончательно, выдерживая размеры 55; $\varnothing 112h12(-0,35)$			
2. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 8$			
3. Развернуть 2 отверстия $\varnothing 10H8(+0,022)$ на глубину не менее 15			
4. Сверлить 9 отверстий под резьбу М12-7Н			
5. Зенковать 9 фасок			
6. Нарезать резьбу М12-7Н			
035 Координатно-расточная			
Координатно-расточной станок 2Д450			
01. Зенковать 9 фасок			
02. Расточить отверстие прецизионно, выдерживая размер 140,5h12(+0,4)			
03. Расточить отверстие окончательно, выдерживая размер $\varnothing 143; 65(-1)$			
04. Точить фаску 3х45°			
05. Расточить отверстие окончательно, выдерживая размер $\varnothing 140(+0,004)$			
040 Слесарная			
01. Зачистить заусенцы после фрезерования			
045 Контроль			
01. Проверить размеры согласно чертежу			
ШШ-125-0,05 ГОСТ 166-89			
ШШ-125-0,05 ГОСТ 166-89			
Показывать КТЗ			

Рис. 4.2

3. В открывшемся окне *Импорт САД параметра* (рис. 4.1) перейдите на вкладку *Переход мех. обработки*. Нажмите кнопку *Создать* и поставьте галочку в ячейке *Вкл.* Нажмите кнопку *ОК*.

В тексте перехода появилось значение диаметра. Если значение стоит вначале, перенесите его в конец текста, выделив и перетащив с помощью мыши.

4. Добавьте операцию *040 Слесарная* из справочника операций. Для этого последовательно выберите *Операции общего назначения – Прочие операции – Слесарная*. В операцию добавьте переход *1. Зачистить заусенцы после фрезерования*.

5. Добавьте операцию *045 Контроль*. Для этого из открывшегося справочника операций последовательно выберите *Технический контроль – Прочие операции – Контроль*. В операцию добавьте переход *1. Проверить размеры согласно чертежу*.

6. В операцию *045 Контроль* добавьте измерительный инструмент. Для этого установите курсор на название операции и в контекстном меню выберите *Добавить – Измерительный инструмент*. В открывшемся справочнике последовательно выберите *Штангенциркуль ГОСТ 166-89 – ШЦ-I-125-0,1*.

Общий вид *дерева ТП* представлен на рис. 4.2.

Практическая работа № 5

ДОБАВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ, ОСНАСТКИ, ИНСТРУМЕНТА, СОЖ И МАТЕРИАЛОВ В ОПЕРАЦИИ ТП

Цели работы:

1. Добавление оборудования.
2. Добавление оснастки.
3. Добавление режущего инструмента и выбор режущего материала.

Добавление оборудования, оснастки и режущего инструмента производится из контекстного меню. Содержание этого меню зависит от выбранного элемента. Контекстное меню операции показано на

рис. 5.1, перехода – на рис. 5.2, оборудования – на рис. 5.3, а режущего инструмента – на рис. 5.4.

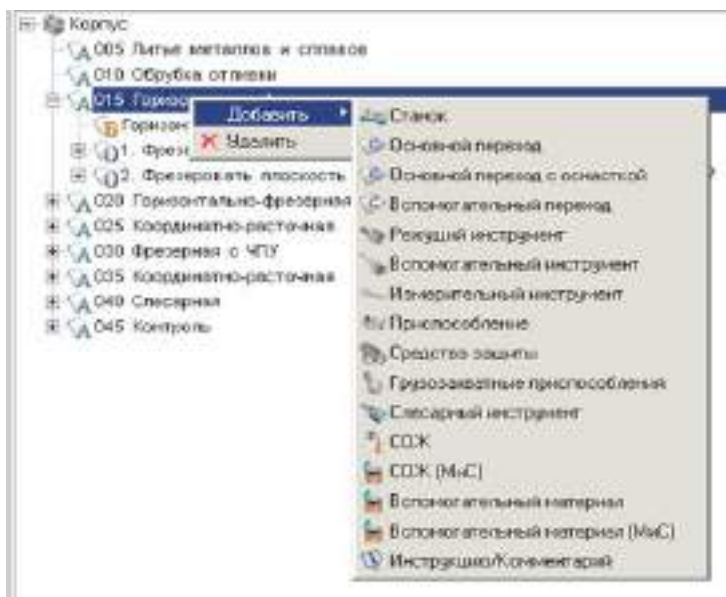


Рис. 5.1

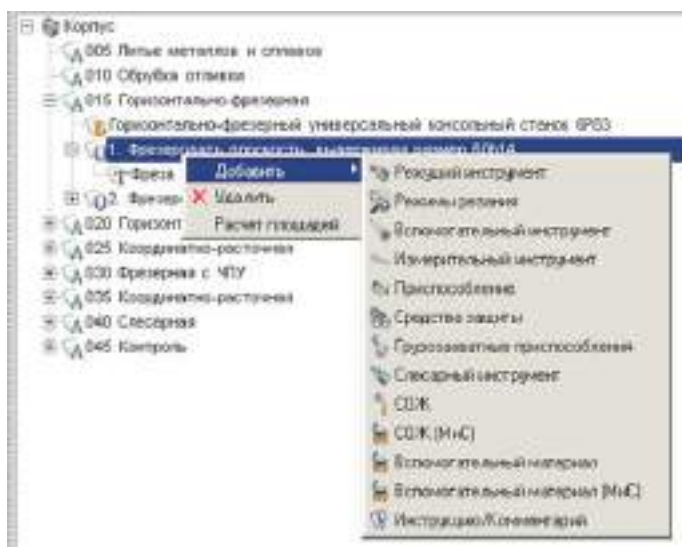


Рис. 5.2

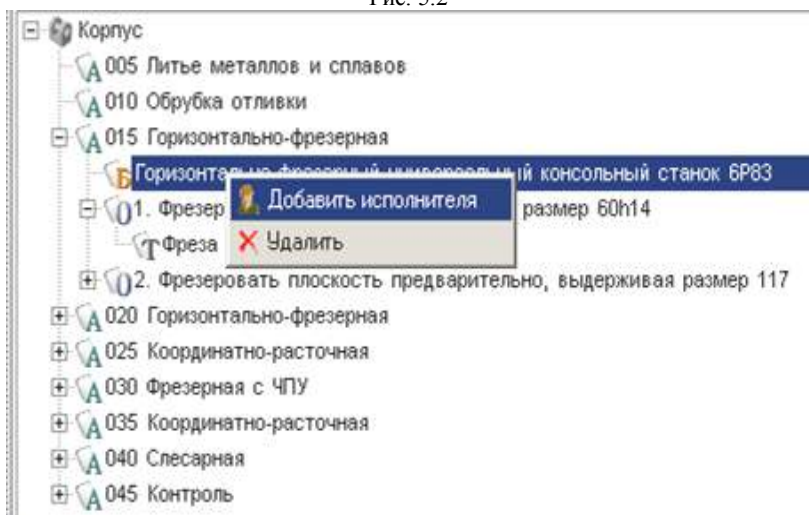


Рис. 5.3

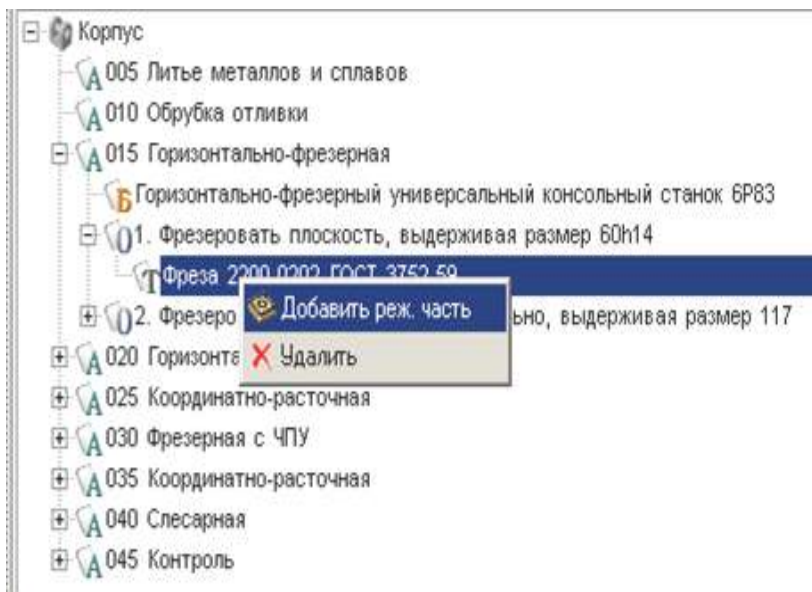


Рис. 5.4

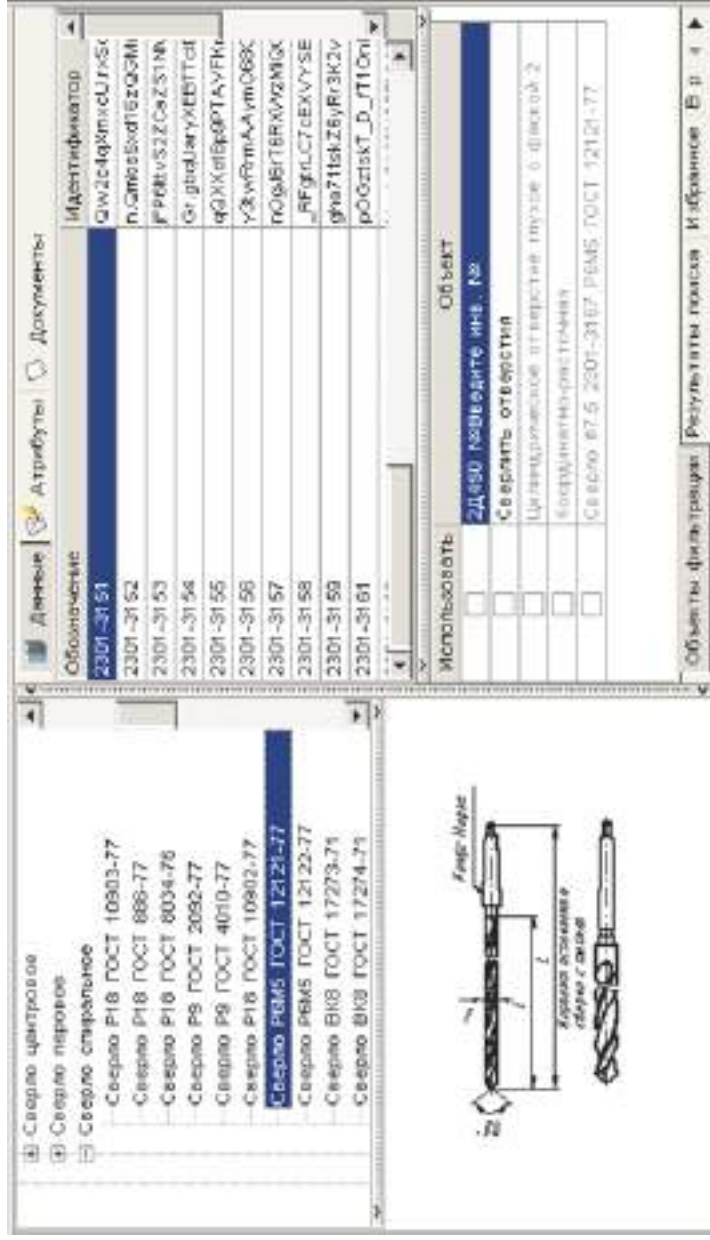


Рис. 5.5

Станочные приспособления

- [-] Патроны
- [-] Тиски
- [-] Столы
- [-] Головки
- [-] Плиты
 - [-] Магнитные
 - ... Плита ГОСТ 16528-87
 - ... Плита ГОСТ 17519-87
 - ... Плита ГОСТ 16528-87**
- [-] Оправки
- [-] Втулки

Данные | Атрибуты | Документы

Обозначение...	Иденти...	Внешний ключ	A	B
7208-0002	AMM_Osca	VgDEKsAm_LvTl7LPik	80	100
7208-0004	qrrCcQow	VgDEKsAm_LvTl7LPik	80	125
7208-0006	gFonQNDec	VgDEKsAm_LvTl7LPik	80	160
7208-0008	LE_DkrFIn	VgDEKsAm_LvTl7LPik	80	160
7208-0010	e4YhsqzFKi	VgDEKsAm_LvTl7LPik	90	200
7208-0012	kTH8wrf5w	VgDEKsAm_LvTl7LPik	90	200
7208-0014	HSq5mr6rE3	VgDEKsAm_LvTl7LPik	100	250
7208-0016	UZWv7tdos	VgDEKsAm_LvTl7LPik	100	250
7208-0018	KT1q_arp5Nj	VgDEKsAm_LvTl7LPik	100	320
7208-0020	U57grq1srf	VgDEKsAm_LvTl7LPik	100	320

актерист

Использовать

Объект

BR83 NSВведите инв. №

Горизонтально-фрезерная

Объекты фильтрации | Результаты поиска | Избранное | В | Р

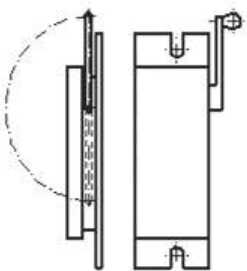


Рис. 5.6

Добавим режущий инструмент для перехода 3. Сверлить 8 отверстий \ddagger 8 операции *025 Координатно-расточная*. Для этого установите курсор на переход 3 операции. 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 2Д450 стоит галочка. Выберите в справочнике последовательно *Сверло спиральное – Сверло Р6М5 ГОСТ 12121–77* (рис. 5.5).

Для добавления СОЖ необходимо установить курсор на название операции *015 Горизонтально-фрезерная* и выбрать из контекстного меню *Добавить – СОЖ*. В справочнике последовательно выберите *Эмульсии из эмульсола – 3–5 % Укринол-1*.

Для того чтобы добавить приспособления следует установить курсор на названии операции *015 Горизонтально-фрезерная* и выбрать из контекстного меню *Добавить – Приспособление*. В справочнике приспособлений последовательно выберите *Станочные приспособления – Плиты – Магнитные – Плита ГОСТ 16528–87 – 7208-0020* и нажмите кнопку *Применить* (рис. 5.6).

Практическая работа № 6

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ. СОЗДАНИЕ ЭСКИЗОВ ОБРАБОТКИ

Цели работы:

1. Добавление кода блока расчета.
2. Расчет режимов резания.
3. Создание эскиза из чертежа детали.
4. Подключение к операции готового эскиза, созданного средствами КОМПАС 3D.

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ имеет специальный расчетный модуль «*Система расчета режимов резания*», который позволяет производить расчеты режимов резания в автоматизированном режиме. Для выполнения расчета необходимо, чтобы в операции были указаны применяемое оборудование, оснастка и инструмент, а также был выбран код блока расчетов.

Код блока расчетов позволяет уточнить вид производимых работ, в тех случаях, когда это не является очевидным.



Рис. 6.1

1. Для определения кода блока расчета следует установить курсор на переход в дереве ТП и на *Панели справочников* нажать кнопку *Код блока расчета* (рис. 6.1).

2. В открывшемся справочнике нужно выбрать необходимый код (руководствуясь эскизами обработки и ее содержанием) и нажать кнопку *Применить*. На вкладке *Атрибуты* этого перехода появится название выбранного кода блока расчета. После заполнения всех необходимых данных можно приступить к выполнению расчета. Если данных для расчета недостаточно, система сообщит вам об этом.

Установите курсор на переходе 1 операции *025 Координатно-расточная*. Нажмите на *Панели справочников* на кнопку *Код блока расчета*.

3. Выберите из предложенного списка последовательно *Обработка отверстий осевым инструментом* – *Сверление* и нажмите кнопку *Применить* (рис. 6.2).

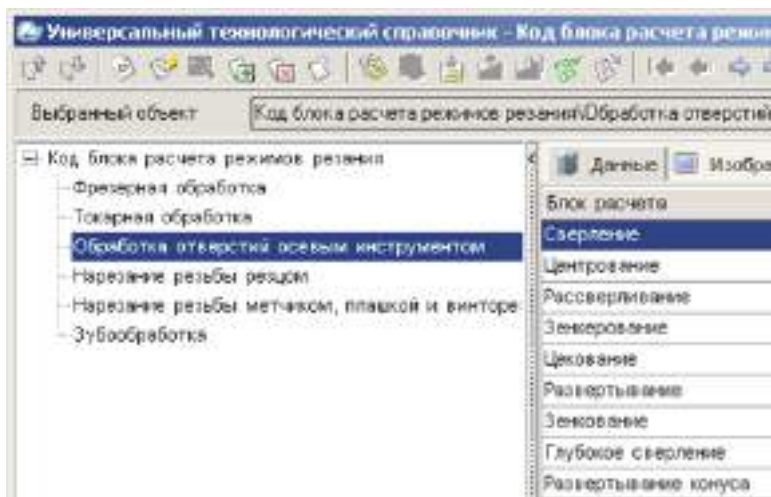


Рис. 6.2

4. Установите курсор на переход 1 операции *025 Координатно-расточная*. С помощью контекстного меню выполните команду *Добавить режимы резания* (рис. 6.3).

В начале вы видите системные окна, сообщающие о процессах сбора и анализа имеющейся в ТП информации. Если имеющаяся информация представлена корректно, то откроется главное окно расчет-

ного модуля (рис. 6.4). В этом окне необходимо указать недостающие данные для расчетов.

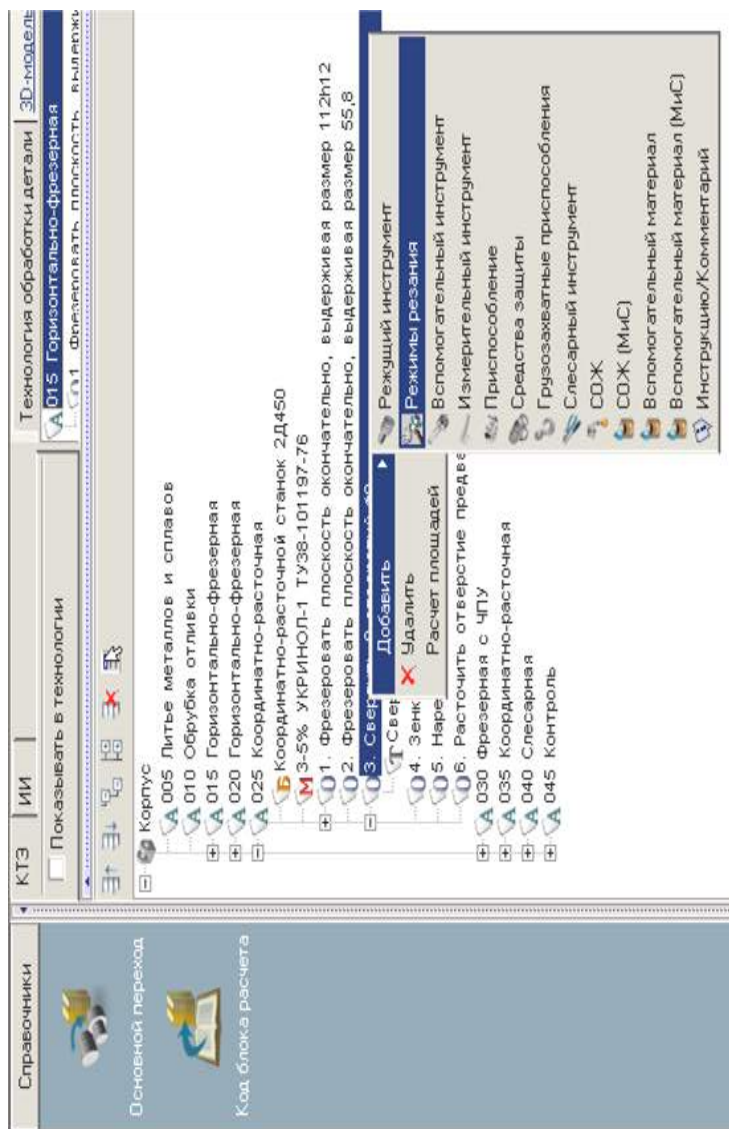


Рис. 6.3

Сварщик

Сварщик - 2Д.450

М С.с.

Обработанный материал:
СЧ16 ГОСТ 1412-95
Режущий инструмент:
Сварка 17.5 2301 3167 РБМ5 ГОСТ 1 2121-77
Режущая часть:
Не используется
Вспомогательный инструмент:
Не используется

Параметр	Первичная	Значение
Глубина сверления	L	
Перехват	L1	

Вращение

Глубина резания

Количество проходов

Чистовая обработка

Зернистая обработка

Перезеркет

Термобработка

12 Па HRC

Результат	Первичная	Значение
Порядок на обрат	So	
Скорость резания	V	
Число оборотов в минуту	NO	
Минутная подача	Sm	
Полное время	To	
Время шли	PO	
Длина	L, REZ	
Диаметр	D, B	
Материал резания	M	
Вспомогательная скорость	Vu	

Цели

Использовать СОЖ

Наличие подложки для сверления

Грунт подложки при сверлении Показатель не выше

Формы заготовки/конструктива Нормальная, нестандартная

Состояние обрабатываемой поверхности Без коррозии

Состав покрытия/раздаточная: После третьей заготовки

OK Отмена

Рис. 6.4

Необходимо указать в открывшемся окне последовательно:

– *Глубину отверстия* – 25.

– *Перебег* – 15.

Нажмите кнопку *Рассчитать*.

Результаты расчета появятся в правой части окна (рис. 6.5). В случае необходимости вы можете внести изменения в заданные параметры и выполнить повторный расчет.

5. Для определения нормы расхода инструмента нужно установить курсор на названии инструмента в этом переходе, перейдите на вкладку *Атрибуты*. В результате расчета стало возможным автоматическое определение нормы расхода режущего инструмента (рис. 6.6).

6. В тексте операции *045 Контроль* указано, что размеры следует проверять согласно чертежу. САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет добавлять эскизы в виде готовых файлов в любых графических форматах. Однако наиболее широкие возможности пользователю предоставляют эскизы, выполненные в КОМПАС-График (формат *.frw). Такие эскизы можно создавать из чертежа, шаблона, эскиза и 3D-модели детали. К каждой операции можно добавлять неограниченное число эскизов. При этом каждый эскиз будет размещаться на отдельной вкладке. Добавим к операции *045 Контроль* эскиз.

Результат	Переменная	Значение
Подача на оборот	So	0,299
Скорость резания	V	16
Число оборотов шпиндел	NO	678
Минутная подача	Sm	202,722
Основное время	To	0,197
Осевая сила	Po	1219,063
Длина	L_REZ	40
D или B	D_B	7,5
Мощность резания	N	0,011
Вспомогательное время	tv	

Рис. 6.5

Для этого установите курсор на название операции *045 Контроль* и перейдите на вкладку *Эскиз*.

В открывшемся окне *Новый эскиз* установите курсор на названии чертежа. Для упрощения выбора окно в правой части показывает содержимое чертежей (рис. 6.8). Внизу можно выбрать формат эскиза – это может быть фрагмент с расширением *.fww или чертеж с расширением *.cdw. Оставьте формат фрагмента по умолчанию и нажмите кнопку *ОК*.

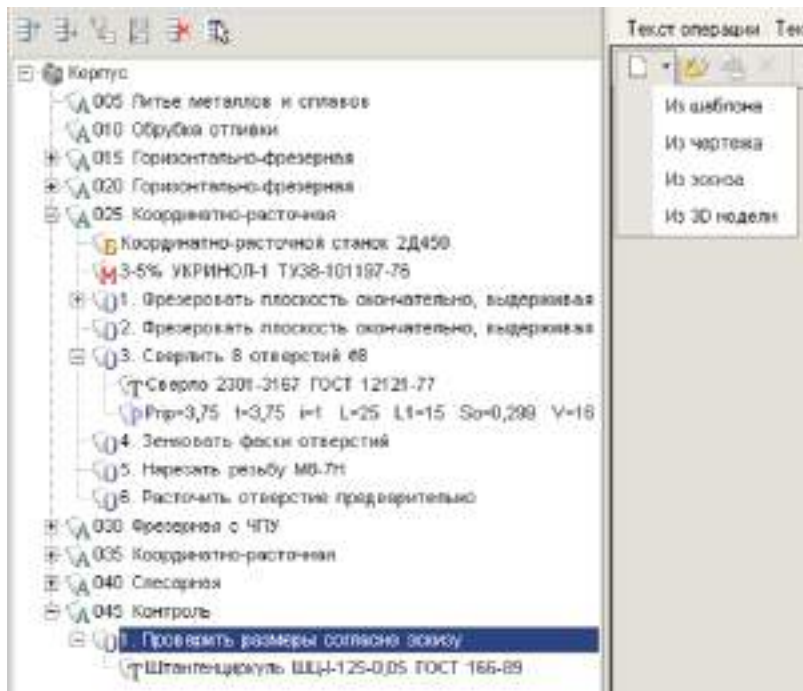


Рис. 6.7

На вкладке появился эскиз. Однако в нем есть лишние детали, которые следует удалить. Для этого воспользуемся возможностью редактирования эскиза. Нажмите кнопку *Редактировать* на вкладке *Эскиз*. Открылось окно программы КОМПАС-График. Удалите из эскиза ненужные элементы таким образом. Нажмите кнопку *Сохранить* на панели инструментов системы КОМПАС.

Затем выполните команду *Библиотеки – Вернуться в библиотеку* (рис. 6.9).

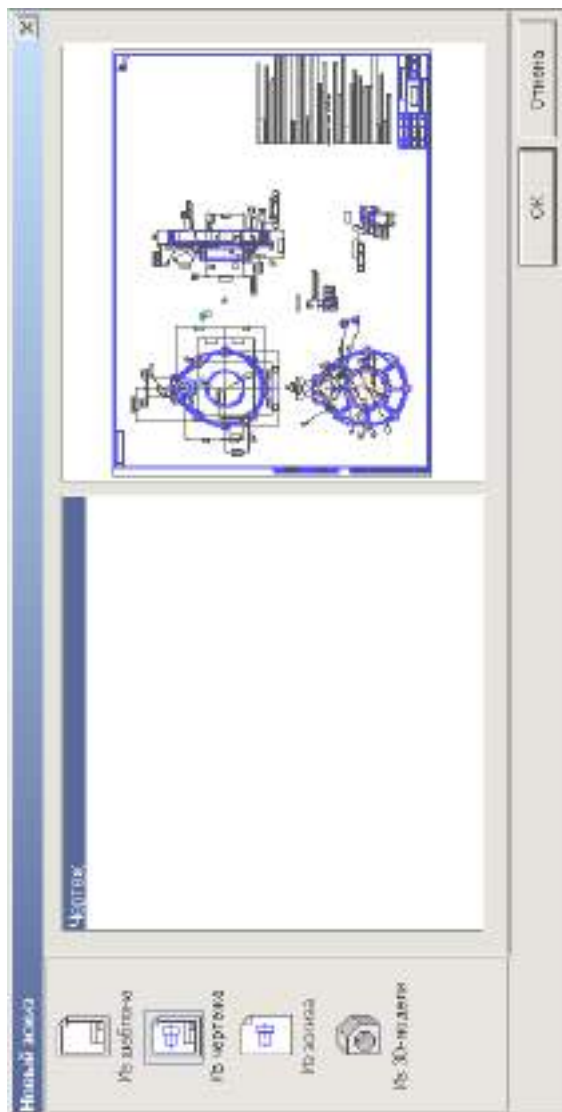


Рис. 6.8

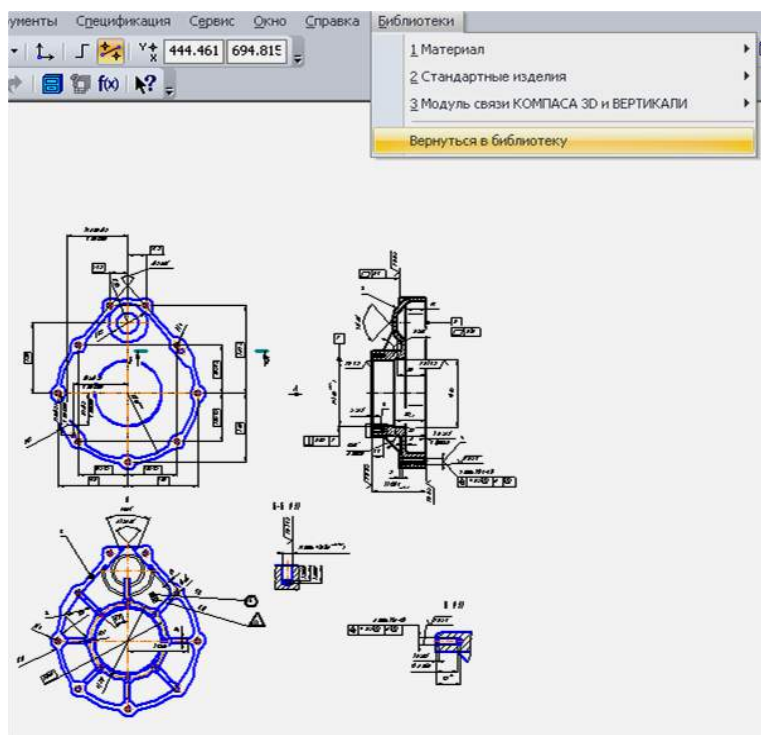


Рис. 6.9

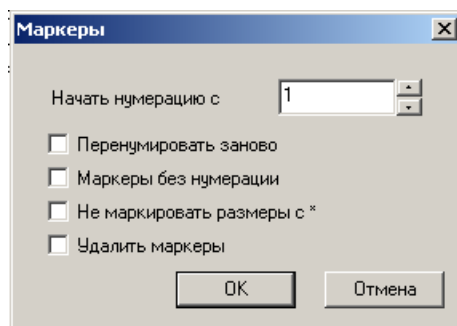


Рис. 6.10

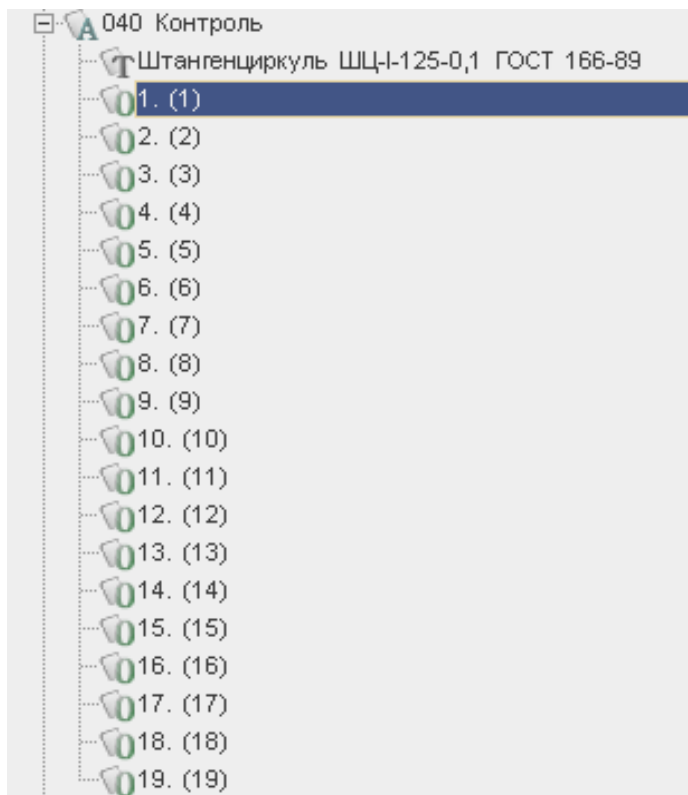


Рис. 6.11

7. Находясь на вкладке *Эскиз*, нажмите кнопку *Создать маркировку для размеров*. В открывшемся окне диалога (рис. 6.10) можно установить параметры выполняемой маркировки. Оставьте в нем все без изменений и нажмите кнопку *ОК*.

Система выполнила расстановку маркеров. Теперь они могут быть использованы в тексте операции. Установите курсор на переход *I* операции *045 Контроль*. Из контекстного меню выберите *Удалить*. На вкладке *Эскиз* нажмите кнопку *Импортировать контролируемые параметры*. В открывшемся окне диалога выберите *Маркеры*. В тексте операции появились переходы, соответствующие номерам контролируемых размеров (рис. 6.11).

Практическая работа № 7

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ. ЭЛЕКТРОННЫЙ АРХИВ

Цели работы:

1. Добавление шаблонов технологических документов в ком-плект ТД.
2. Работа с Мастером формирования технологической документации ВЕРТИКАЛЬ.
3. Работа с Электронным архивом САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Технологический процесс механической обработки практически готов. К нему необходимо добавить вспомогательные операции, такие как промывка, транспортировка и упаковка, маркирование, а также недостающую операцию приемочного контроля. После окончания процесса проектирования ТП необходимо сформировать комплект технологической документации, куда будут входить операционные и маршрутные карты, ведомости оборудования и оснастки.

1. Для формирования комплекта карт необходимо установить курсор на корневом элементе дерева ТП и перейти на вкладку *Комплект карт*. Затем нажмите кнопку *Добавить шаблон*. В открывшемся справочнике выберите ведомость оснастки *ВО (ГОСТ 3.1118–82 форма 2-1б)* и нажмите кнопку *Применить*. Далее установите курсор на строку *ВО (ГОСТ 3.1118–82 форма 2-1б)* и, нажимая кнопку *Переместить выше*, поместите ведомость оснастки сразу за титульным листом. 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 (рис. 7.1). 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. Для этого нужно установить курсор на опе-

рации 055 *Транспортирование* и перейти на вкладку *Карты*. Затем снять галочку напротив строки *ОК (ГОСТ 3.1404–86 Форма 3-2а)*, как показано на рис. 7.2.



Рис. 7.1

🏠 🔍 📄 📑 🔗 🔧

📍 Корпус

- [-] A 005 Литье металлов и сплавов
- [-] A 010 Обработка отливок
- [-] A 015 Транспортирование
- [+] A 020 Горизонтально-фрезерная
- [+] A 025 Горизонтально-фрезерная
- [+] A 030 Координатно-расточная
- [+] A 035 Фрезерная с ЧПУ
- [+] A 040 Координатно-расточная
- [+] A 045 Станочная
- [+] A 050 Контроль
- [+] A 055 Промышленность
- [+] A 060 Транспортирование

Конструкторские карты | Информация | [Заказы](#) | [Человек](#) | [Карты](#) | Предрасчет карт

Преимущества	Описание
<input checked="" type="checkbox"/>	Т11 гор. [ГОСТ 31105-84 Форма 2]
<input checked="" type="checkbox"/>	80 [ГОСТ 31118-82 Форма 2-16]
<input checked="" type="checkbox"/>	МК гор. [ГОСТ 31118-82 Форма 1-16]
<input checked="" type="checkbox"/>	ОК [ГОСТ 31404-86 Форма 3-2а] [операционный, переносимый]
<input type="checkbox"/>	ОК контроля [ГОСТ 31502-85 Форма 2-2а] [операционный]
<input checked="" type="checkbox"/>	КЗ [ГОСТ 31105-84 Форма 7-7а] [операционный, переносимый]

Рис. 7.2

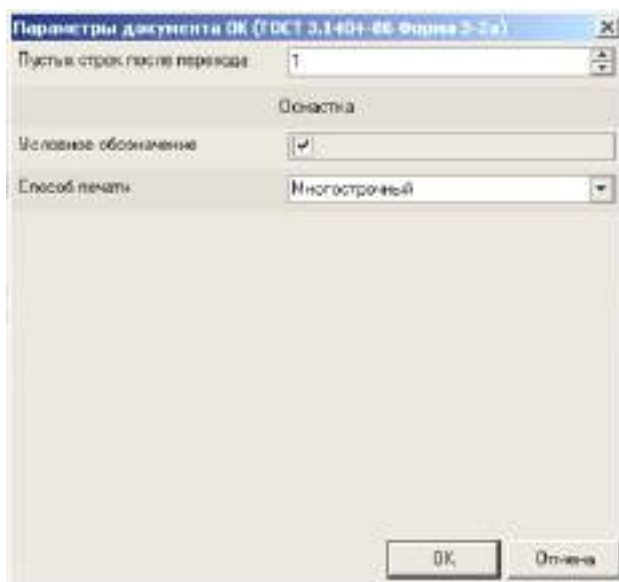


Рис. 7.4

На вкладке *Предпросмотр карт* можно посмотреть, как будет выглядеть текст операции в технологических картах до их окончательного формирования, например, операция *030 Координатно-расточная* на операционной карте (рис. 7.3).

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

Перейдите на вкладку *Комплект карт* и установите курсор на строке *ОК (ГОСТ 3.1404–86 форма 3-2а)*. Нажмите кнопку *Параметры*. В открывшемся окне установите количество строк, которые необходимо оставлять пустыми после текста перехода (рис. 7.4). Укажите *1*, поставьте галочку в ячейке *Условное обозначение* и нажмите кнопку *ОК*.

3. Если необходимо применить перетасовку карт, то установите курсор на строке с шаблоном *КЭ (ГОСТ 3.1105–84 форма 7-7а)* и нажмите кнопку *Перетасовка карт*. При нажатии на эту кнопку шаблон карты помечается как перемещаемый, при повторном нажатии на данную кнопку метка снимается. При включенном режиме *Перета-*

совка 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.).

4. Нажмите кнопку *Формировать...* на вкладке *Комплект карт* или кнопку *Формирователь карт ВЕРТИКАЛЬ* на главной панели инструментов. В открывшемся окне Мастера формирования технологической документации (рис. 7.5) установите галочки в необходимых ячейках. Нажмите кнопку *Старт*.

Сформированный комплект документов следует сохранить. Полученный комплект можно вывести на печать (команда *Файл – Печать*) или отправить на согласование в электронном виде.

Приложение «Электронный архив» предназначено для организации хранения техпроцессов, разработанных в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, а также для обеспечения совместного доступа пользователей к файлам технологических процессов.

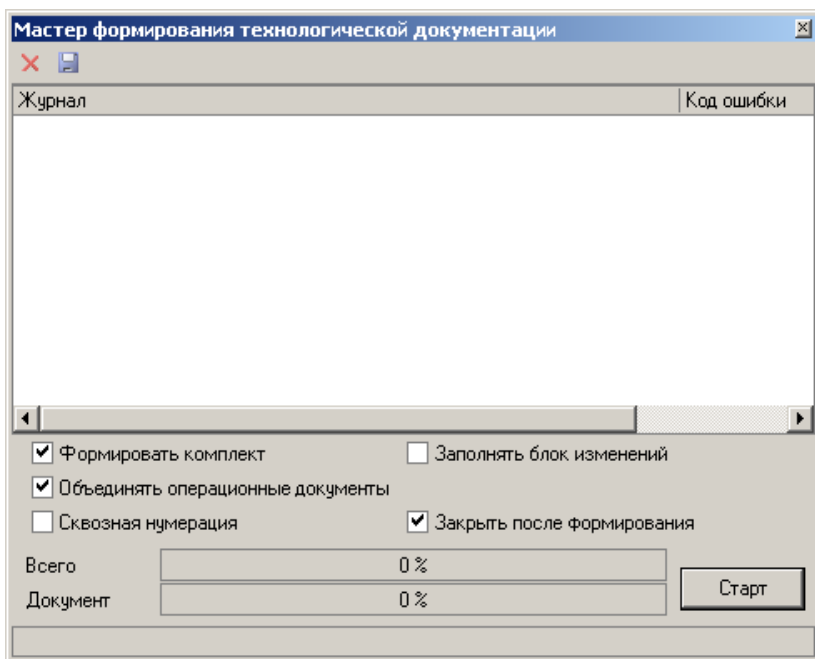


Рис. 7.5

Техпроцесс, хранящийся в «Электронном архиве», могут открыть для просмотра одновременно несколько пользователей ВЕРТИКАЛЬ. Любой техпроцесс может быть взят на редактирование только одним пользователем, но при этом он остается доступным для просмотра всем остальным пользователям. Пользователь может взять на изменение сразу несколько технологических процессов из архива.

Взять ТП на редактирование могут следующие пользователи:

- пользователь, создавший ТП;
- пользователь, входящий в группу «Администраторы»;
- пользователи, которым создатель соответствующего ТП делегировал права.

Приложение запускается из главного окна системы ВЕРТИКАЛЬ. Для запуска приложения следует выполнить команду *Архив – Электронный архив* или нажать кнопку *Электронный архив* на инструментальной панели ВЕРТИКАЛЬ. Нажмите кнопку *Архив* на панели инструментов и выберите в меню *Сохранить* (рис. 7.6).

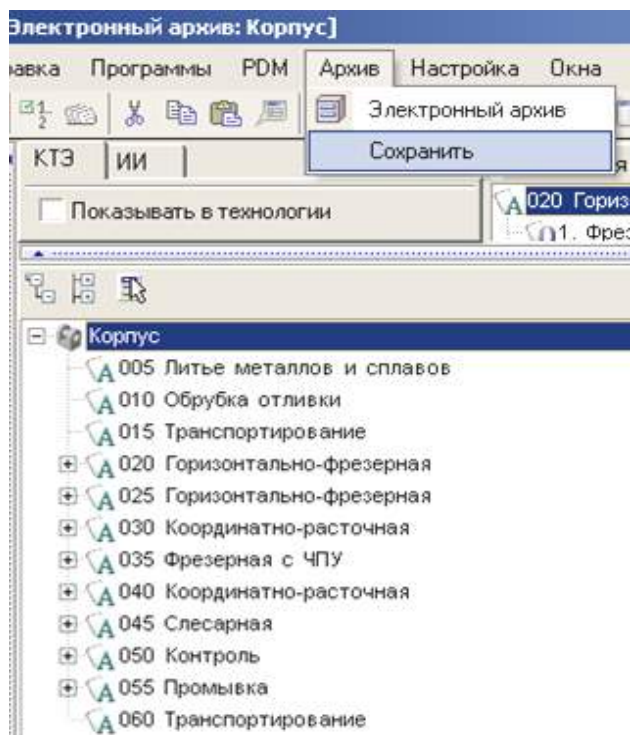


Рис. 7.6

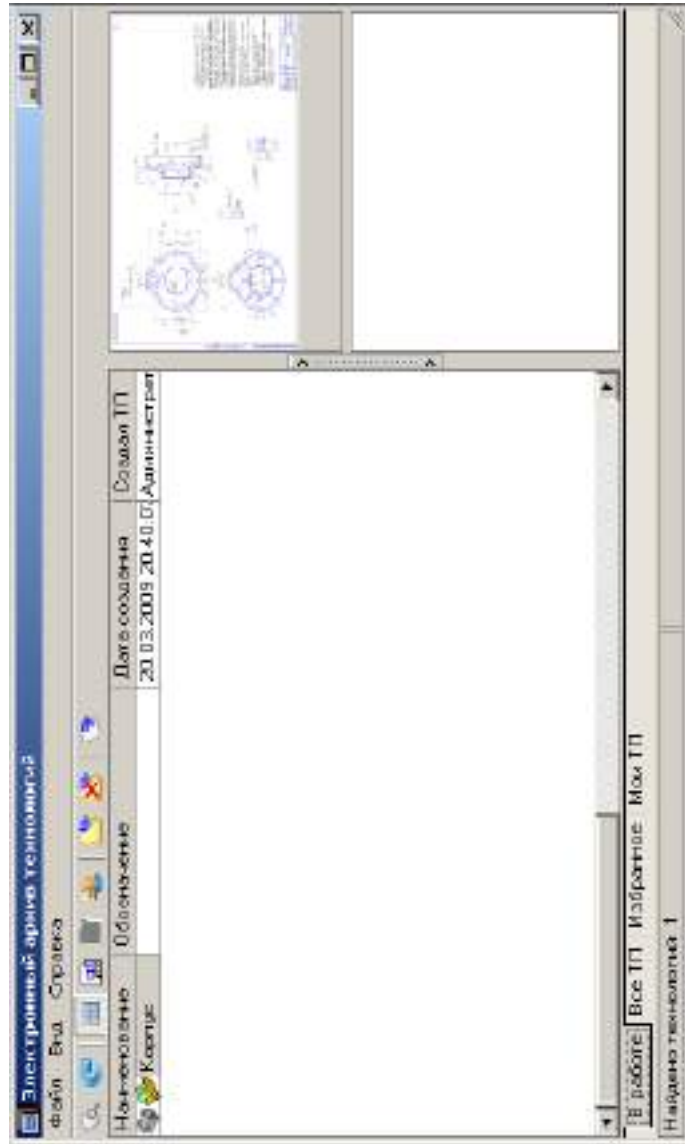


Рис. 7.7

В результате сохранения ТП в Электронном архиве на экране откроется вкладка *В работе* электронного архива (рис. 7.7).

На вкладках отражены сведения о наименовании ТП, дате его создания, авторе ТП и дате последних изменений. Для просмотра ТП необходимо установить курсор на наименовании ТП и нажать кнопку *Открыть ТП*. В этом режиме ТП доступен только для чтения. Внесение изменений невозможно.

Для того чтобы отредактировать ТП, нужно установить курсор на его название и нажать кнопку *Взять на изменение*. Будет открыта вкладка *В работе*. На этой вкладке необходимо нажать кнопку *Загрузить*. После этого документ будет доступен для изменения.

Код	Наименование	Единица измерения	Количество	Стоимость	Содержание	Сроки	Исполнитель	Сметная стоимость	Финансовый источник	Итого
М 01	Абонентская плата	руб/мес			Абонентская плата					
М 02	Транспортные расходы	руб/мес			Транспортные расходы					
Б	Итого									
А 03	005 10000 Ремонт помещений и содержание									
А 04	010 10177 Услуги общепита									
А 05	015 08-017 Услуги по ремонту									
А 06	020 4262 Услуги по уборке									
А 07	025 4262 Услуги по уборке									
А 08	030 4223 Услуги по ремонту									
А 09	035 4233 Услуги по ремонту									
А 10	040 4223 Услуги по ремонту									
А 11	045 01009 Услуги по ремонту									
А 12	050 02109 Услуги по ремонту									
А 13	055 0215 Услуги по ремонту									
А 4	060 08-017 Услуги по ремонту									
Б	Итого									
16										
Итого	Итого									

Итого

Длина Высоты Толщина											
Результат	Адрес склада	Жилой дом	АК ОИ								035
Идентификационный номер											КОНТ
К. номер	Назначение изделия	Материал	Классификация		История					035	
	Образцов с 019	(915 / ГОСТ 8 0-95	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ
	Образцовые материалы 019	Образцовые материалы	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ	ИЗ
	658-022										3-578-919801-1
Р											
001	1. Образцовый материал, изготовленный, заводской номер 55-412/01-0,35										
002	04 Образц. 22К-0161 / ГОСТ 8 13-80										
03											
008	2. Испытание 2 образца #9										
05											
006	3. Испытание 2 образца #0198-01221 на изгиб по методу Б										
07											
009	4. Испытание 9 образцов под нагрузкой М12-7Н										
09											
010	5. Испытание 9 образцов										
Н											
012	6. Испытание образцов М12-7Н										
Б											
OK	Оформление заказа										

Практическая работа № 8 Интерфейс Autodesk Inventor. Эскизы

Целью настоящей работы является изучение интерфейса Autodesk Inventor и приобретение навыков построения эскизов в Autodesk Inventor.

Задание

В ходе выполнения работы требуется изучить назначение основных элементов интерфейса, принцип работы с ними, выполнить настройки программы. Для усвоения данного материала потребуется выполнить простые упражнения для развития практических навыков работы. Также необходимо ознакомиться с основами построения эскизов в Autodesk Inventor, выполнить упражнения по созданию эскизов деталей.

Методические указания

Интерфейс Autodesk Inventor похож на интерфейс большинства приложений Microsoft Windows. Он позволяет пользователю работать с программой на интуитивном уровне с помощью пиктограмм (кнопок), расположенных на панелях инструментов, контекстных меню, вызываемых нажатием правой кнопки «мыши», различных подсказок.

Инструменты и команды Autodesk Inventor размещены на **Ленте** (рис. 1), которая состоит из **Вкладок**. Операции объединены в функциональные группы на **Панелях** (рис. 2). На панелях AI предлагает пользователю инструменты и операции, которые отображаются в виде значков, в зависимости от решаемых задач: создание детали или чертежа, работа со сборкой, инженерный анализ, визуализация. Построение моделей/сборок и создание чертежей происходит в **Графической области** (рис. 1), дерево построения модели отображается в **Браузере**.

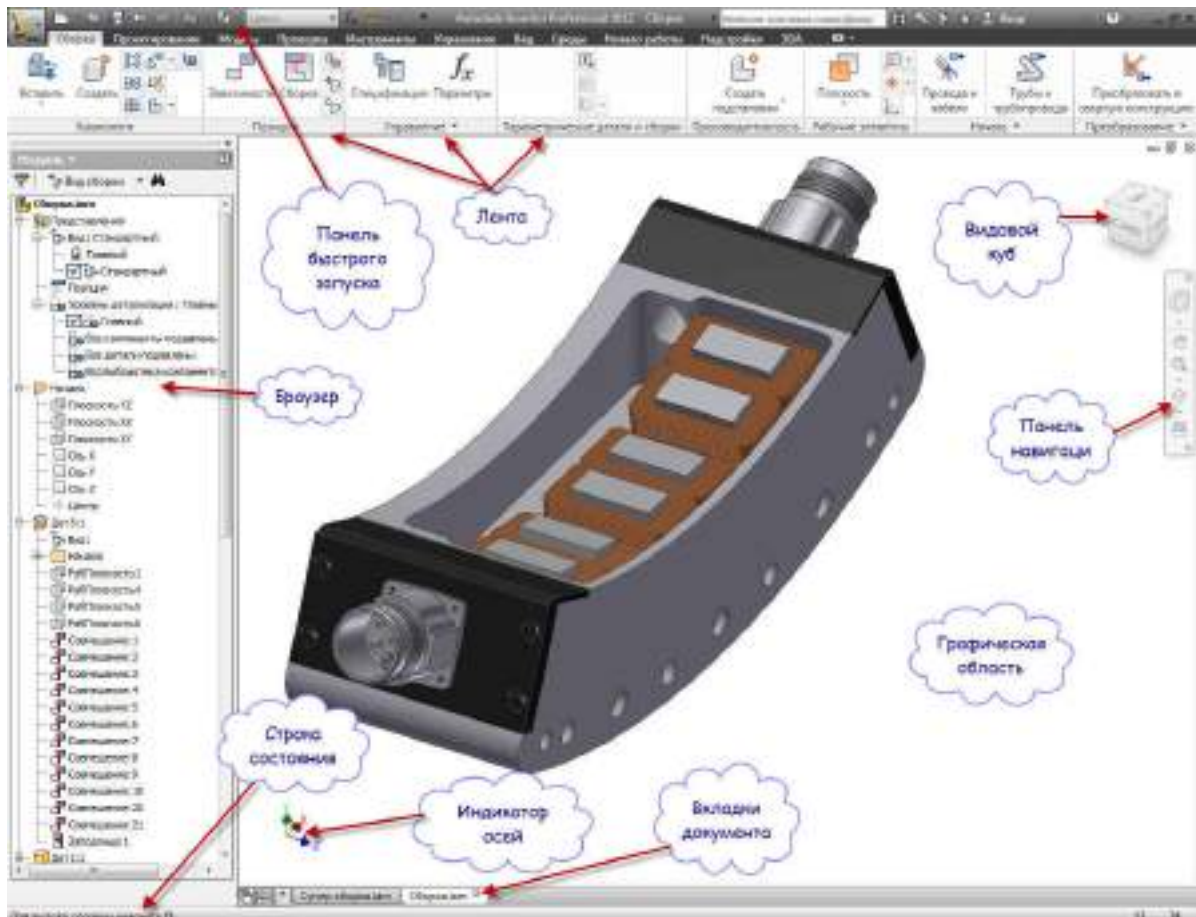


Рис. 1 — Интерфейс Autodesk Inventor

Основные операции с файлами (создание, сохранение, открытие, экспорт, печать) можно выполнить через меню **Приложение** (рис.3), расположенное в левом верхнем углу, или через **Панель быстрого запуска** (рис. 1).

Навигация по модели (приближение/удаление, перемещение, вращение, операции с видами) осуществляется при помощи следующих инструментов и элементов интерфейса Autodesk Inventor, расположенных в графической области: **Видовой куб**, **Панель навигации** (рис.1).



Рис. 2 — Вкладка **Сборка** с функциональными панелями на **Ленте**

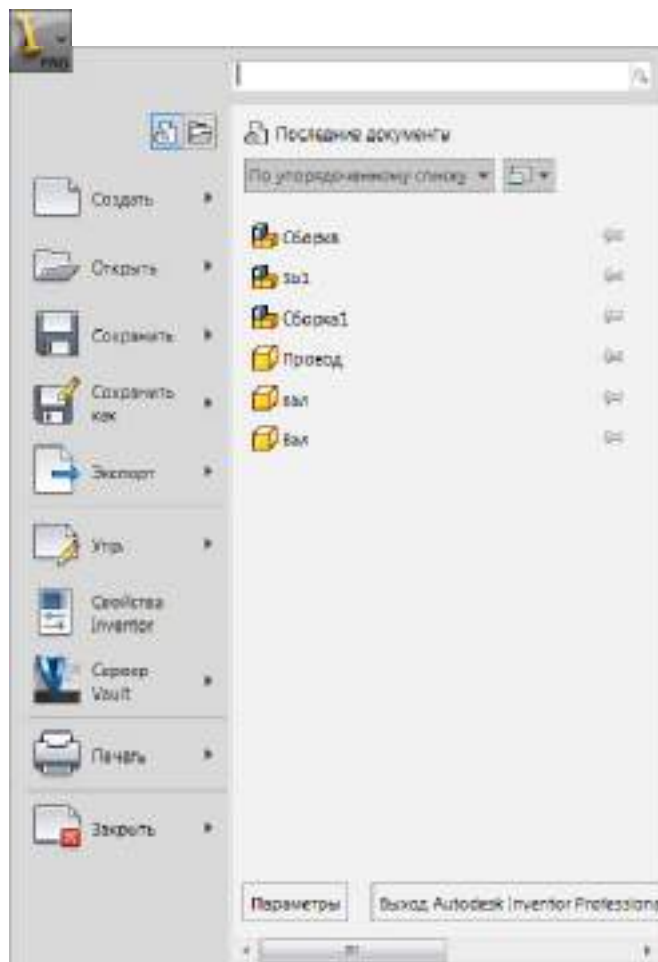


Рис. 3 — Меню Приложение

Индикатор осей системы координат поможет проконтролировать ориентацию модели в виртуальном трёхмерном пространстве (рис. 1). Остальные не упомянутые в тексте элементы интерфейса носят справочный характер, и их назначение легко понятно при работе с программой.

Для работы с командой Autodesk Inventor нужно привести курсор на нужный значок, расположенный на панели **Ленты**, и нажать левую клавишу мыши. Появится диалоговое окно, на рис. 4. показано диалоговое окно команды **Зависимость** панели **Позиция** вкладки **Сборка**. Такой же результат можно получить с помощью контекстного меню: нажмите на правую клавишу мыши и выберите в контекстном меню (рис. 5) пункт **Зависимость**. Щелкните по нему левой клавишей мыши — появится окно **Зависимости в сборке** с опциями команды.

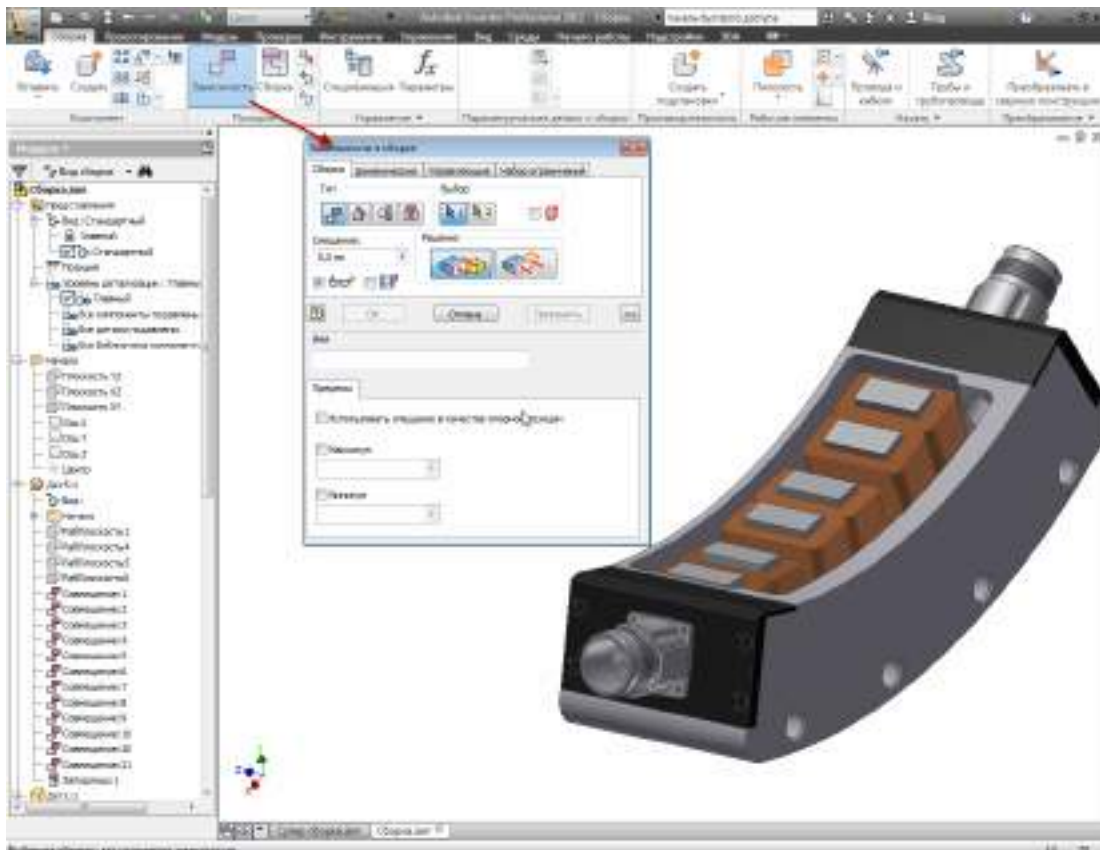


Рис. 4 — Диалоговое окно команды **Зависимость**

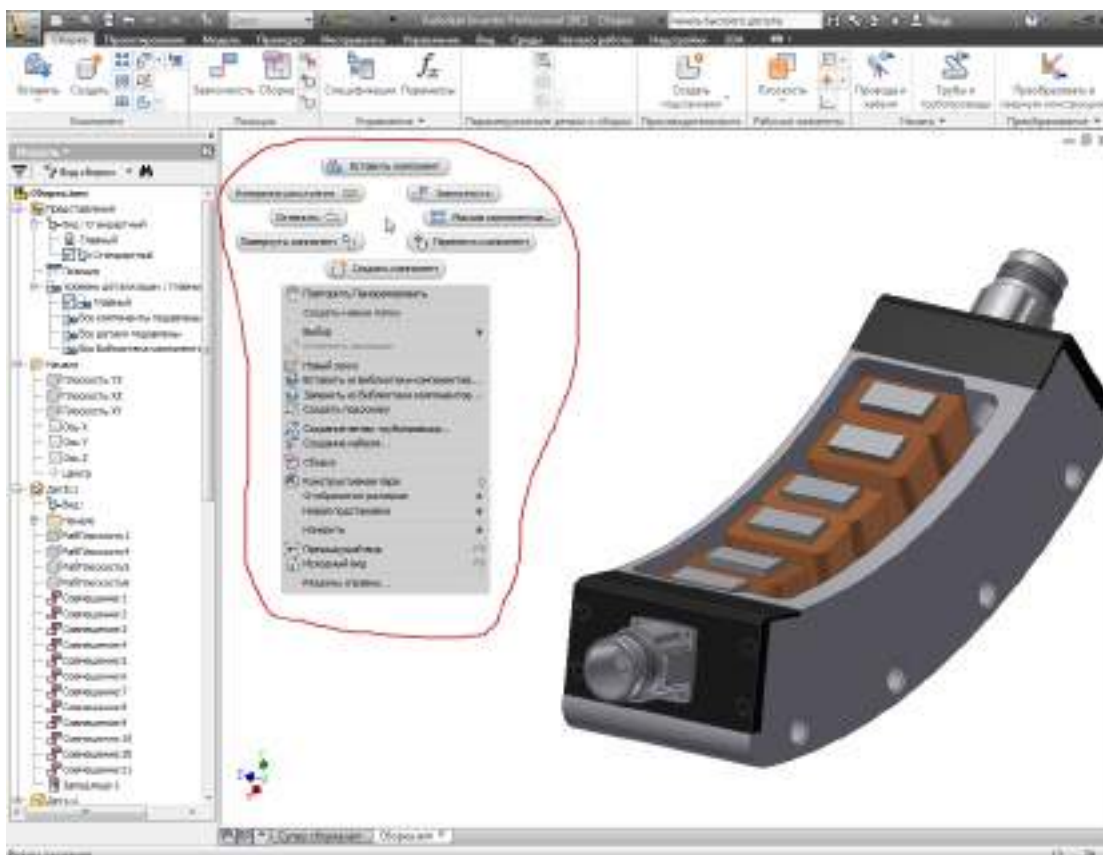


Рис. 5 — Вызов диалогового окна **Зависимость** через контекстное меню

Для запуска Autodesk Inventor нужно два раза щелкнуть правой клавишей мыши по значку (рис. 6), расположенному на рабочем столе Windows, или один раз щелкнуть по кнопке **Пуск**, выбрать из меню **Программы** пункт **Autodesk**, в нем выбрать подпункт **Autodesk Inventor Professional** (рис7).



Рис. 6 — Значок для запуска AutoDesk Inventor

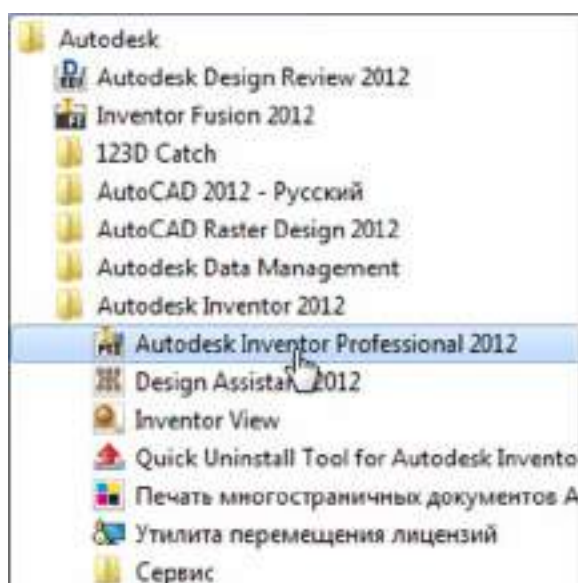


Рис. 7 — Запуск AutoDesk Inventor через кнопку **Пуск**

Упражнение 1

Найдите на рабочем столе Windows пиктограмму для запуска Autodesk Inventor и щелкните по ней два раза левой клавишей «мышь».

Дождитесь, когда загрузятся окна программы.

При запуске Inventor, Вы увидите окно программы Autodesk Inventor (рис. 8).

Щелчком «мышь» по пиктограмме **Создать** панели **Запуск** вкладки **Начало работы** (рис. 9) загружаем окно **Новый файл**. Появляется окно, показанное на рис. 10.

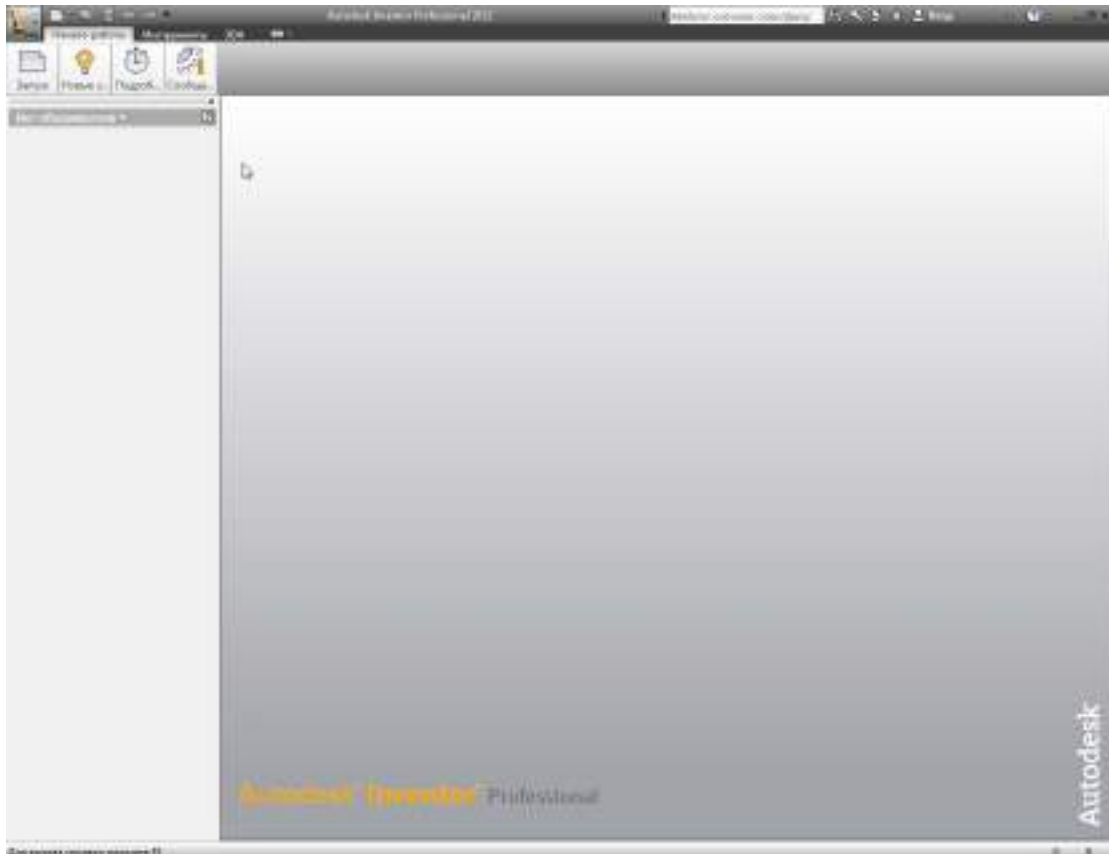


Рис. 8 — Окно Autodesk Inventor при запуске

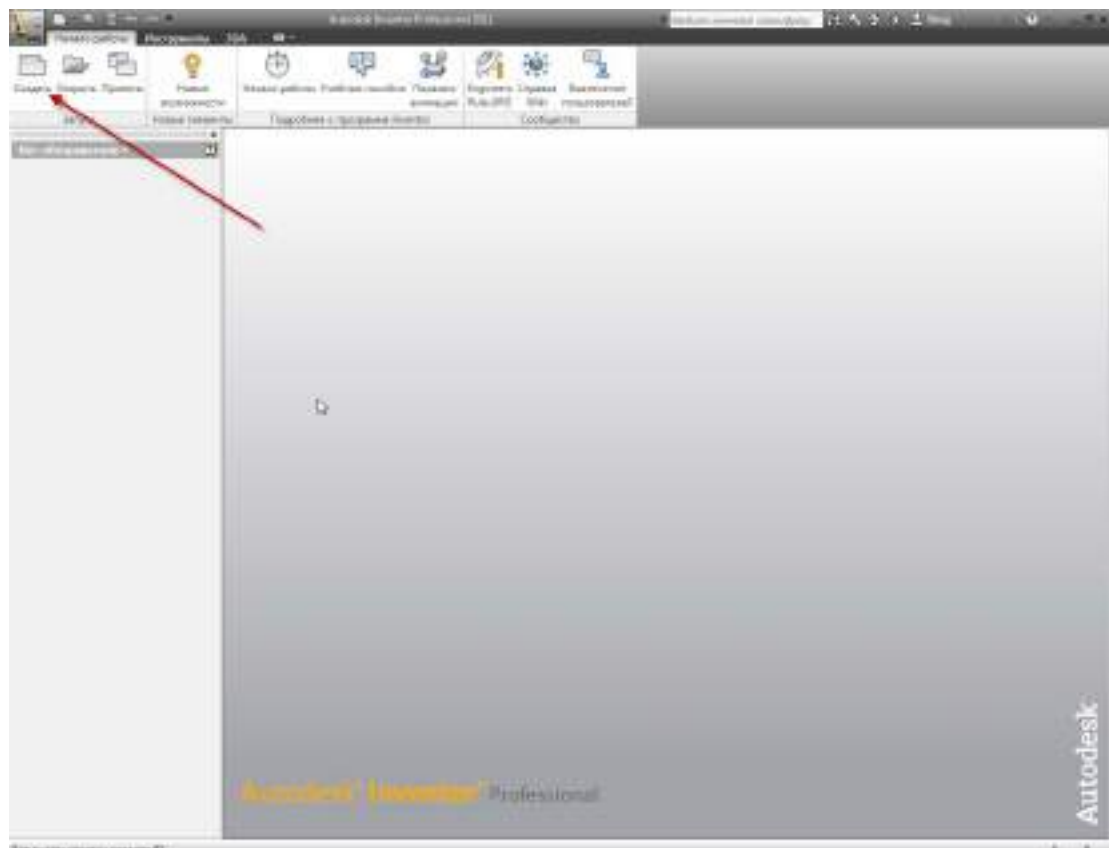


Рис. 9 — Загрузка шаблона документа

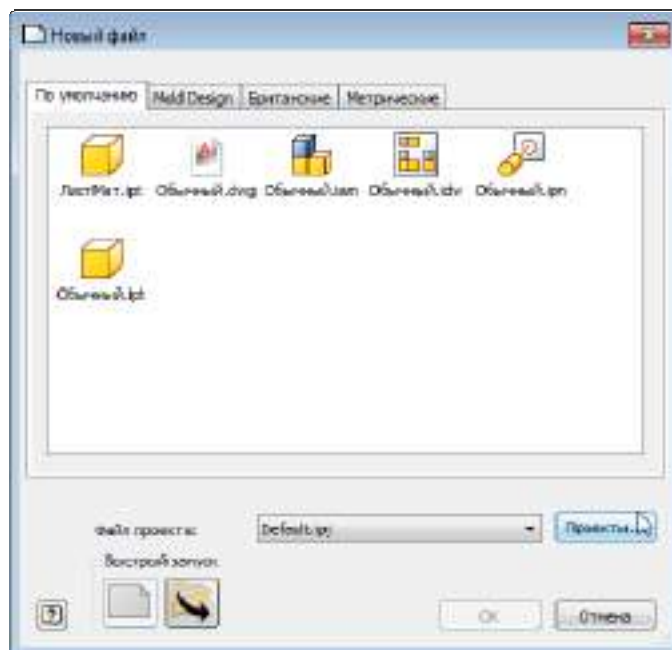


Рис. 10 — Окно **Новый файл** для выбора нужного шаблона

В окне имеются пиктограммы для выбора шаблонов файлов. Каждому шаблону соответствует файл с определенным расширением. Загрузка шаблонов производится щелчком левой клавиши мыши по соответствующей иконке. Рассмотрим подробнее имеющиеся в AutoDesk Inventor шаблоны.



Обычный.idw

Шаблон **Обычный** является файлом чертежа. В AutoDesk Inventor файл чертежа получают на основе модели детали или сборочной единицы. Файлы чертежей имеют расширение **.idw**.



Обычный.ipt

Шаблон **Обычный** с расширением файлов **.ipt** используют для создания файлов моделей деталей.



Обычный.iam

Шаблон **Обычный** с расширением файлов **.iam** применяют для подготовки файлов сборочных единиц. Расширения его файлов соответствуют расширениям файлов шаблона **Сварка**. Отличие шаблонов в использовании разных команд.



Шаблон **Обычный** с расширением файлов **.ipt** предназначен для файлов презентаций. Презентации создают на основе моделей сборочных единиц с целью демонстрации сборки-разборки изделия и принципа работы.



Шаблон **ЛистМат** нужен для создания моделей деталей, создаваемых из листового материала методами гибки, штамповки и т.д.



Шаблон **Обычный** является файлом чертежа. В AutoDesk Inventor файл чертежа получают на основе модели детали или сборочной единицы. Файлы чертежей имеют расширение **.dwg**.

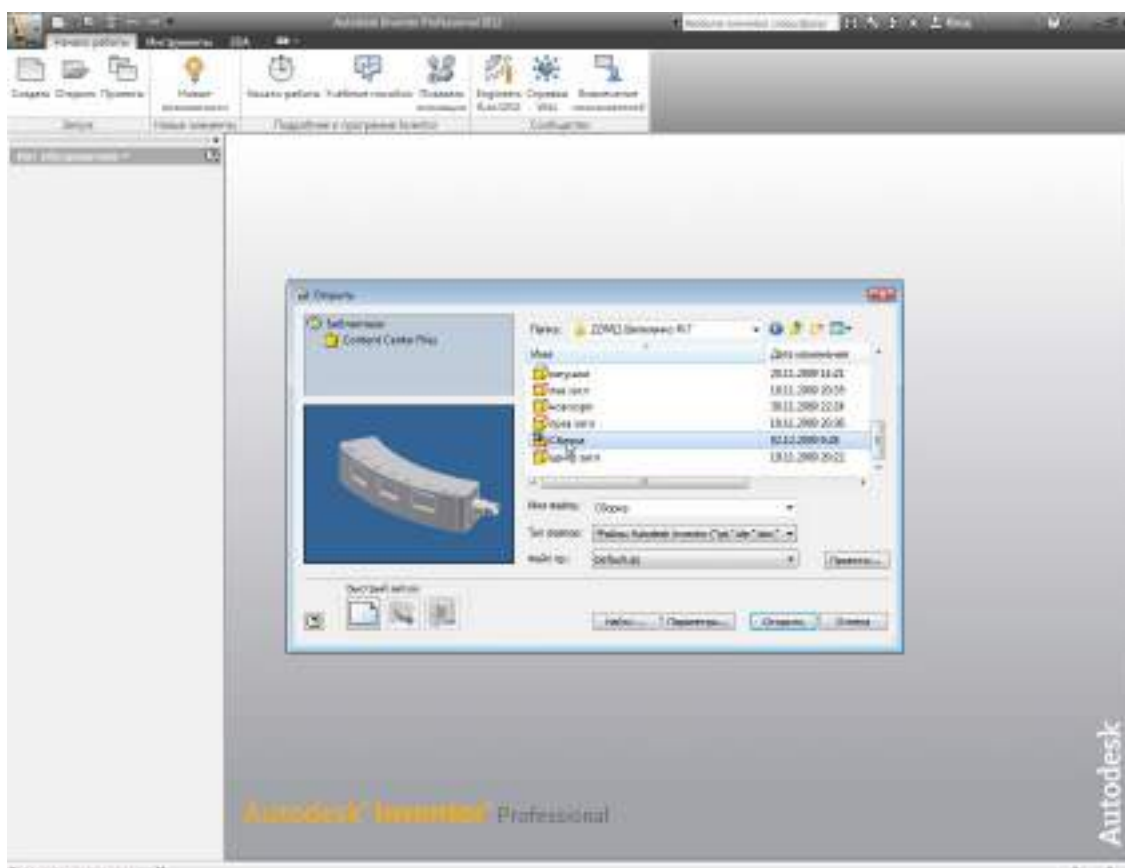


Рис. 11 — Окно **Открыть** в режиме открытия ранее созданного файла

При нажатии на кнопку **Открыть**, появляется окно **Открыть** показанное на рис. 11. В данном режиме производится загрузка в Inventor ранее созданного файла проекта, а также осуществляется поиск необходимых файлов. Для открытия нужного файла через проводник, расположенный в окне справа, находим папку с файлами проекта. С помощью курсора указываем в списке на файл, который собираемся открывать в программе, и два раза щелкаем левой кнопкой мыши или по кнопке **Открыть** внизу окна.

Упражнение 2

В окне **Открыть** щелкните левой клавишей мыши по **Открыть** ленты. В окне найдите папку с готовыми файлами проекта.

В окне проводника мышью установите курсор на имени файла **Сборка.iam** и щелкните два раза левой клавишей мыши или нажмите на кнопку **Открыть** панели 2. Дождитесь открытия файла в рабочем окне Autodesk Inventor (рис. 12).

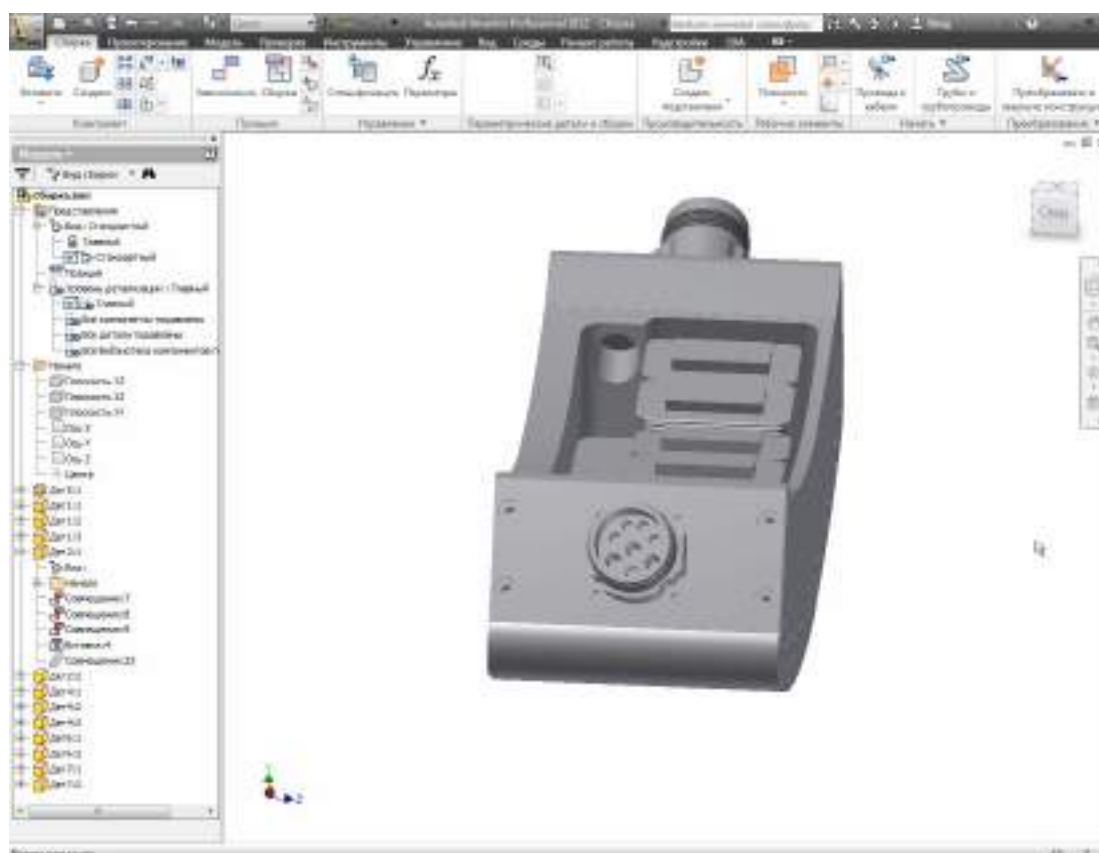



Рис. 12 — Окно Autodesk Inventor с загруженным файлом сборки

Закройте программу щелчком левой клавиши мыши по значку в виде перекрестия , расположенному в верхнем правом углу окна.

При нажатии на кнопку **Проекты** будет открыто окно **Проекты** (рис.13).

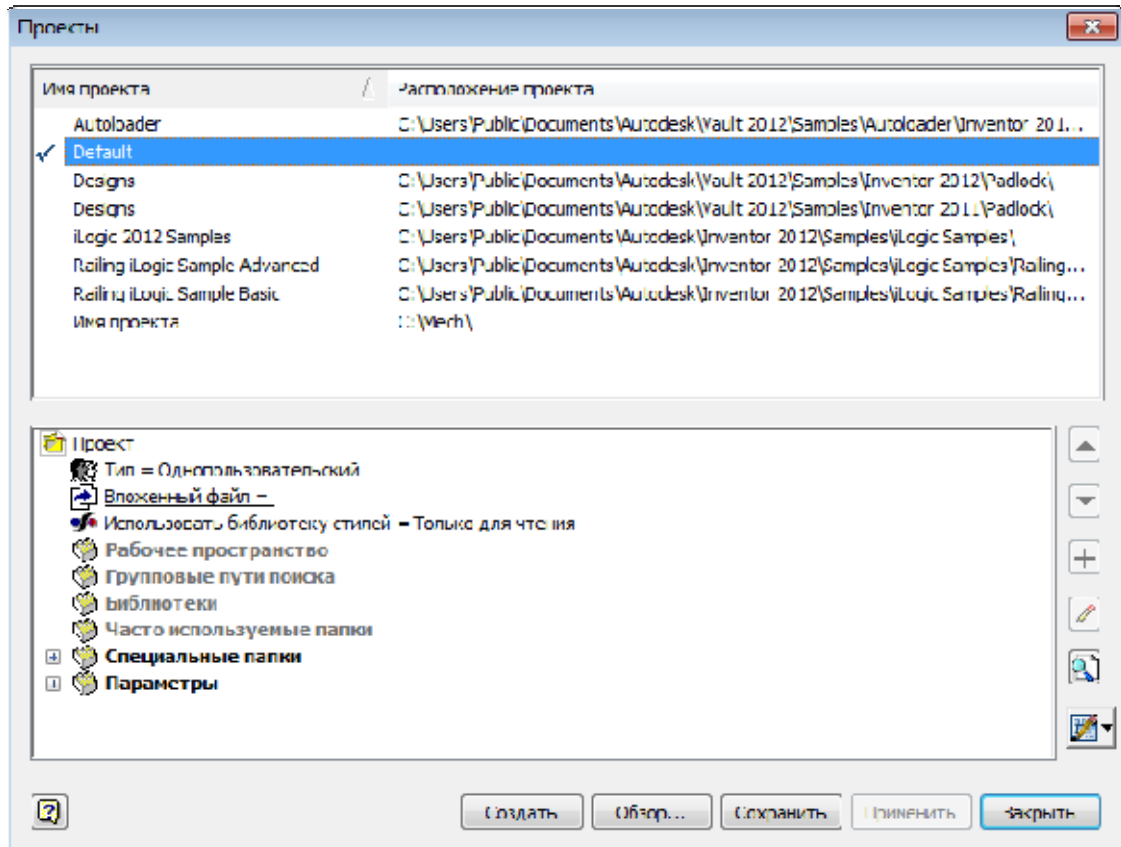


Рис. 13 — Окно **Открыть** в режиме настройки файлов проекта

Данное окно предназначено для установок файлов проекта.

Упражнение 3

Откройте окно **Проекты**. Установите курсор в верхней половине окна и вызовите контекстное меню нажатием правой клавиши мыши (рис. 14).

В окне контекстного меню щелкните мышью по пункту **Создать**. В появившемся окне (рис. 15) выберите **Новый однопользовательский проект**. Нажмите на кнопку **Далее**.

В появившемся окне (рис. 16) укажите имя проекта и путь к папке, в которой будут располагаться файлы проекта.

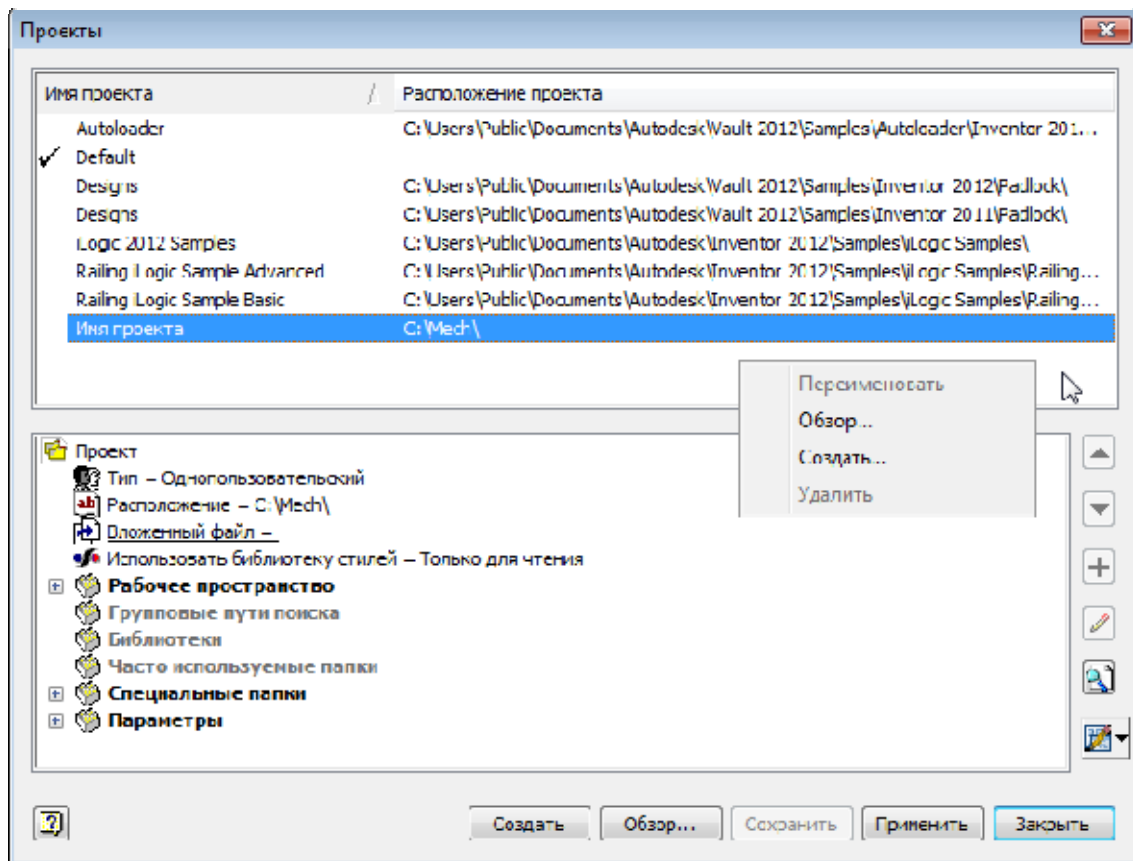


Рис. 14 — Вызов контекстного меню в режиме настройки файлов проекта

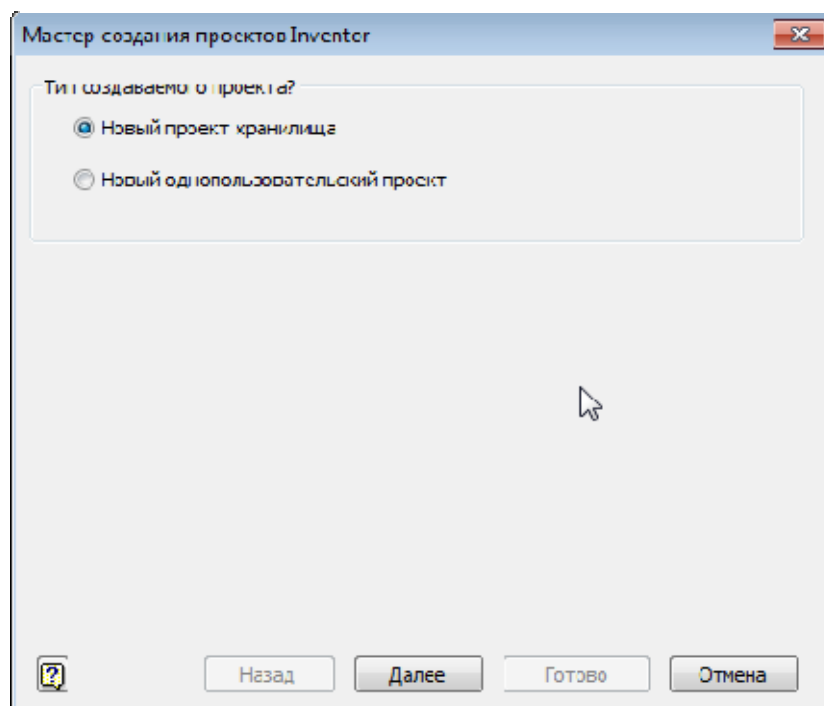


Рис. 15 — Окно мастера создания проектов

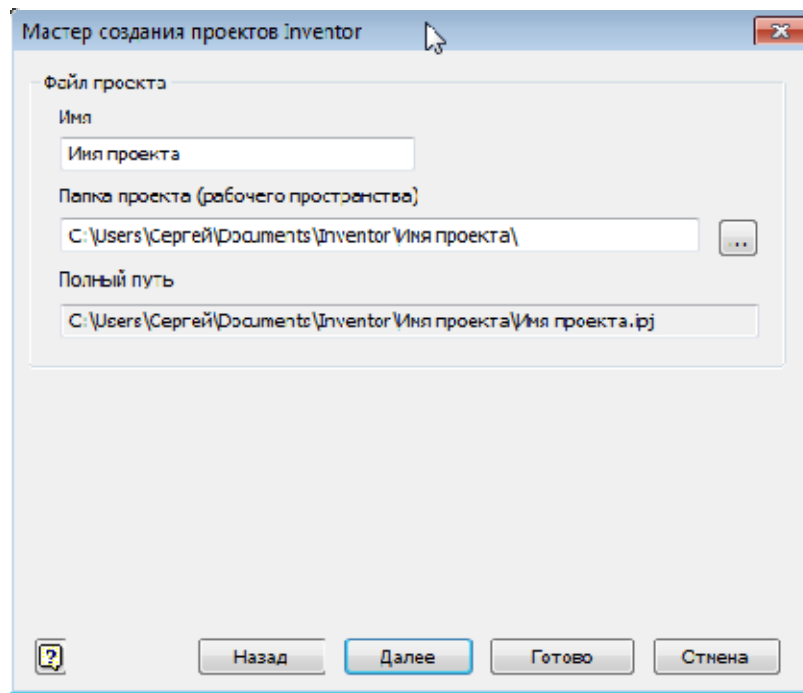



Рис. 16

При открытии файла шаблона интерфейс окна меняется в зависимости от типа файла. Открыть файл шаблона можно одним из следующих способов:

- через кнопку **Создать**  панели быстрого доступа (рис. 1);
- с помощью клавиатуры, нажав одновременно клавиши **Ctrl+N**;
- через **Меню приложение** и кнопку **Создать**, щелчком левой клавиши мыши по кнопке Деталь (рис.17).

Упражнение 4

Загрузите шаблон файла **Деталь** в окно приложений. Окно приложений должно иметь вид, показанный на рис. 18.

В браузере отображается структура деталей, узлов и чертежей активного файла. Эта структура — своя для каждой среды. На рисунке 1.19 показан браузер в среде сборки изделий.

Браузер можно разместить в любом удобном месте экрана.

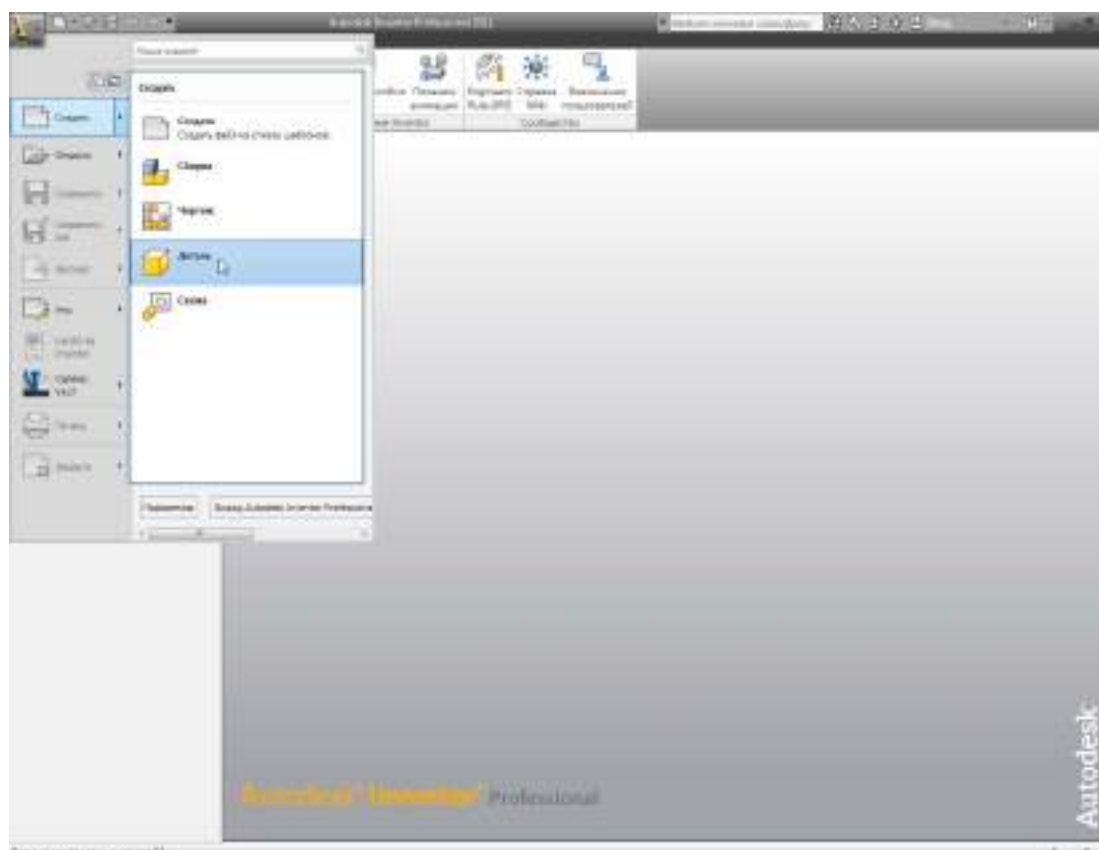


Рис. 17 — Загрузка шаблона файла деталь

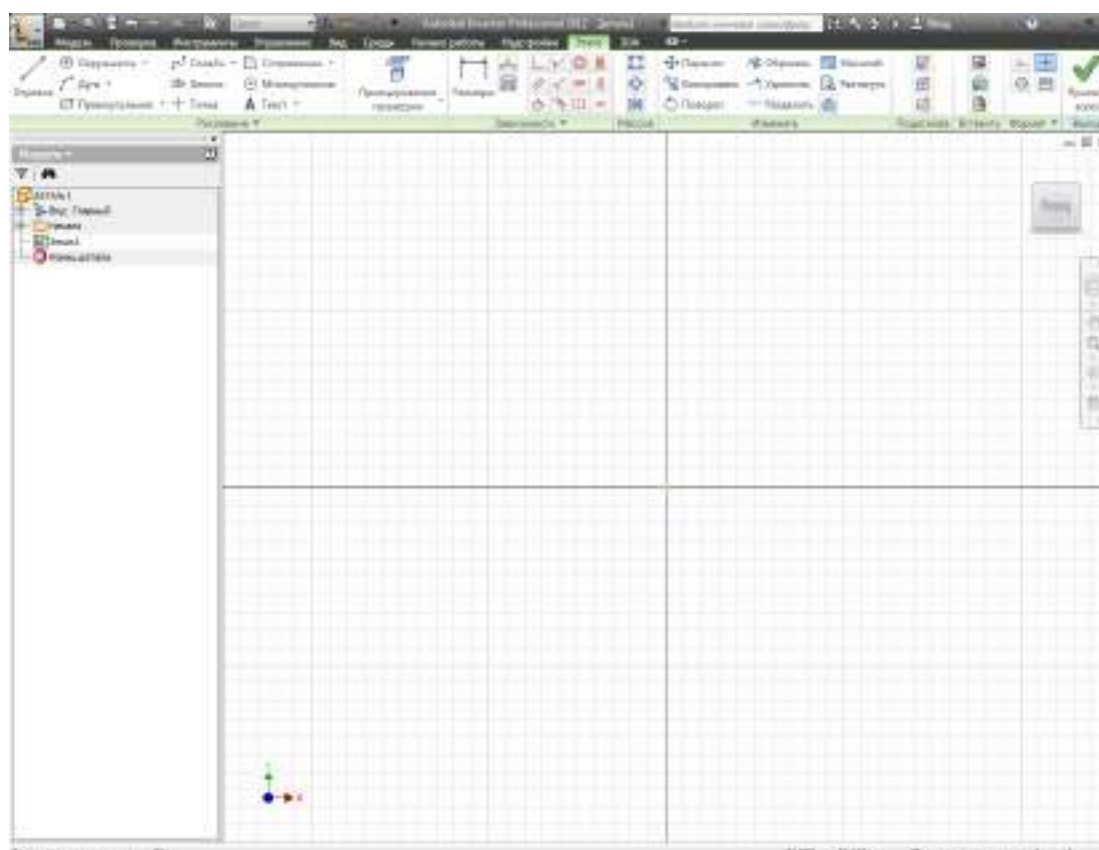


Рис. 18 — Окно приложений при создании файла детали

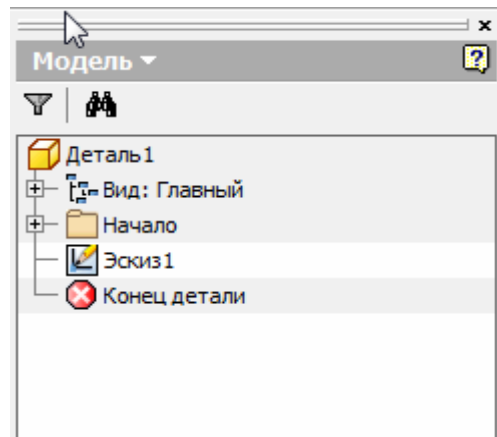


Рис. 19 — Браузер

Построение эскиза в Autodesk Inventor является первым шагом в создании детали. Создаваемая в Autodesk Inventor модель поддерживает постоянную связь с эскизами. При изменении эскиза соответствующим образом изменяется и сама модель.

Эскиз — это контур конструктивного элемента или геометрический объект (траектория сдвига, ось вращения и т.п.), требуемый для формирования конструктивного элемента. Создание трехмерной модели производится путем сдвига контура или его вращения вокруг заданной оси (рис. 20).

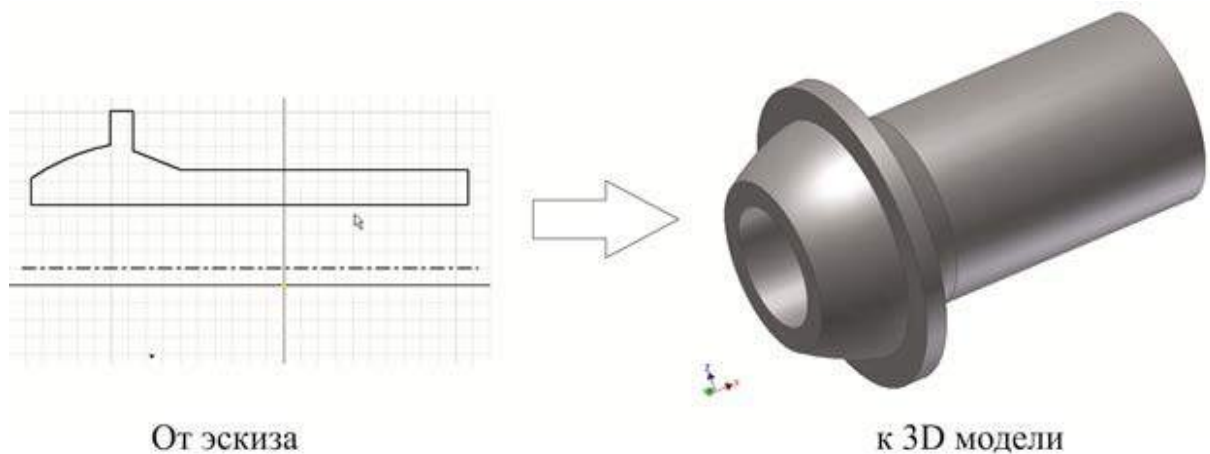


Рис. 20 — Связь эскиза с 3D моделью

Построение детали начинается с создания двумерного эскиза. При этом не только определяются характерные точки объекта (центр окружности, конечная точка и др.), но также отрисовываются вспомогательные линии построения к уже существующим графическим объектам. Программа учитывает параллельность, перпендикулярность, продолжение отрисованных примитивов.

Условие перпендикулярности распознается даже в том случае, когда углы линий не строго вертикальны или горизонтальны.

После запуска программы Autodesk Inventor (AI) открывается окно Приложений (рис. 21), на ленте которого в панели «Запуск» предлагается либо создать новый документ, либо открыть для просмотра и редактирования уже существующий. Выбираем действие «Создать». В появившемся окне «Новый файл» на вкладке «По умолчанию» выбираем шаблон «Обычный.ipt» — файл детали. Появляется окно приложений при создании файла детали (рис. 21).

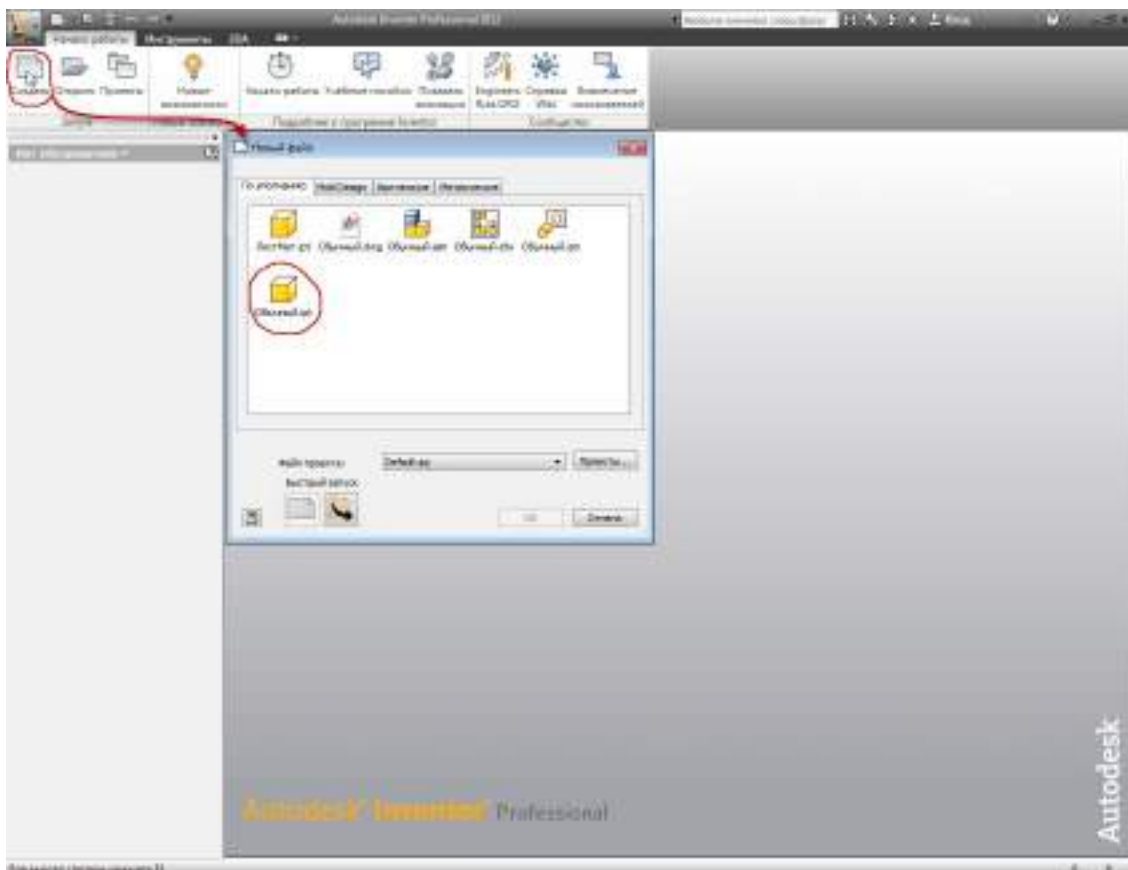


Рис. 21 — Окно Приложений

Начинаем построение эскиза детали. Базовые операции построения и редактирования схожи с аналогичными командами Autocad (отрезок, круг, дуга и т.д.). В AI реализован принцип размерно-управляемого моделирования, которое позволяет быстро набросать черновые варианты модели без задания её точных размеров.

В АІ предусмотрена возможность отрисовки контура эскиза по точным координатам (аналогично Autocad). Для вызова панели ввода точных координат необходимо в основном меню «Вид» — «Панели инструментов» выбрать пункт «Точные координаты».

Когда базовая геометрическая форма определилась, можно задать точные размеры. Делаем набросок, определяющий геометрию будущей детали. Для обеспечения заданной геометрии объектов на элементы эскизов накладываются зависимости формы и расположения. При отрисовке элементов эскиза детали АІ предлагает автоматически назначать зависимости формы и расположения (в данном случае параллельность отрезков — // (рис. 22)).

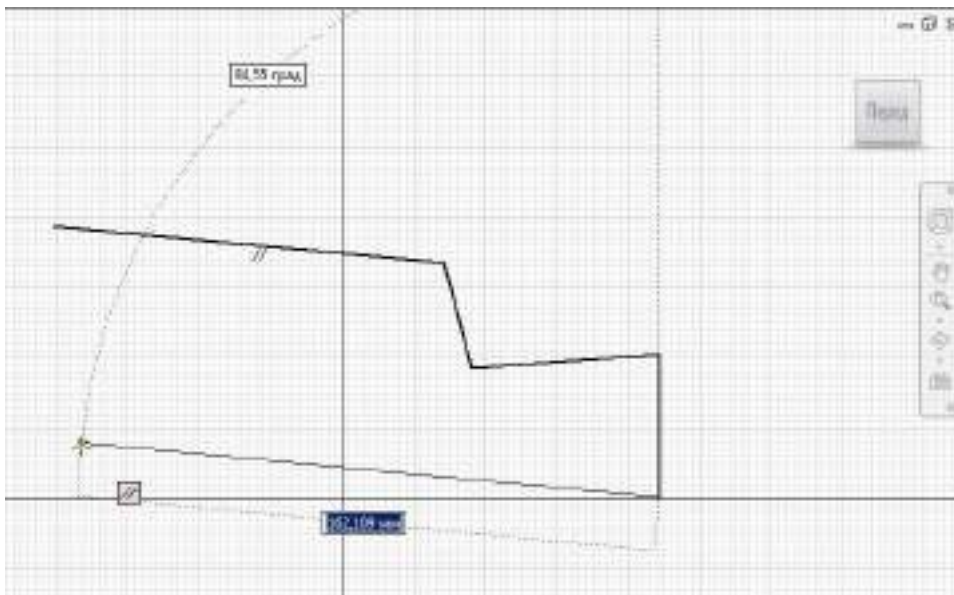


Рис. 22 — Отображение зависимостей формы

Кроме основных линий (линий основного контура эскиза), для построений могут так же применяться вспомогательные линии, осевые и линии центров. Кнопки для выбора типа линии расположены на панели **Формат** ленты (рис. 23).

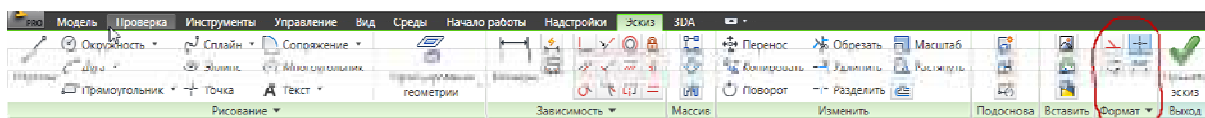


Рис. 23 — Расположение панели **Формат**

Замыкаем контур эскиза. AI автоматически отслеживает привязку отрезка к конечной точке. Для завершения процесса рисования нажимаем на кнопку **Завершить** контекстного меню (рис. 24) или на кнопку **ESC** клавиатуры. Контекстное меню можно вызвать нажатием левой клавиши мыши.

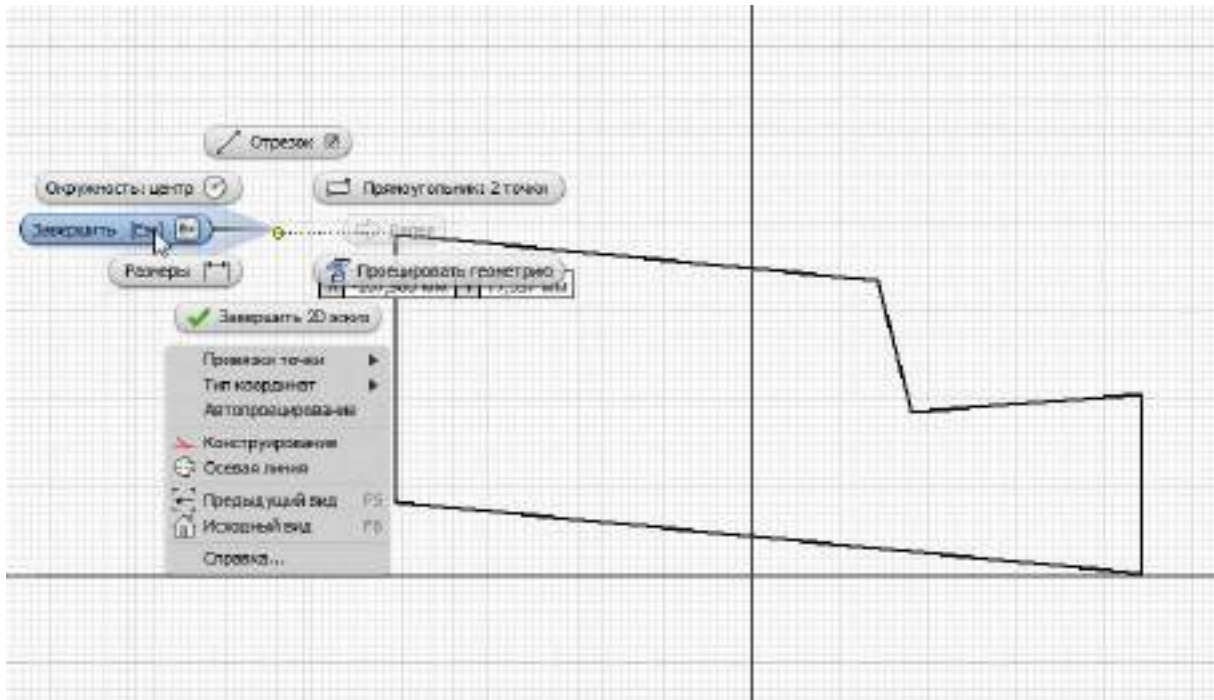


Рис. 24 — Вид контекстного меню при завершении построения эскиза

Через контекстное меню можно получить дополнительную информацию об эскизе. Вызовите еще раз контекстное меню. Как видите (рис. 25), содержание контекстного меню отличается от предыдущего. Для получения информации о степенях свободы выберите пункт **Показать все степени свободы**. Результат можете видеть на рисунке 26. Для эскиза степенями свободы являются направления, по которым он может изменить свою форму или размер.

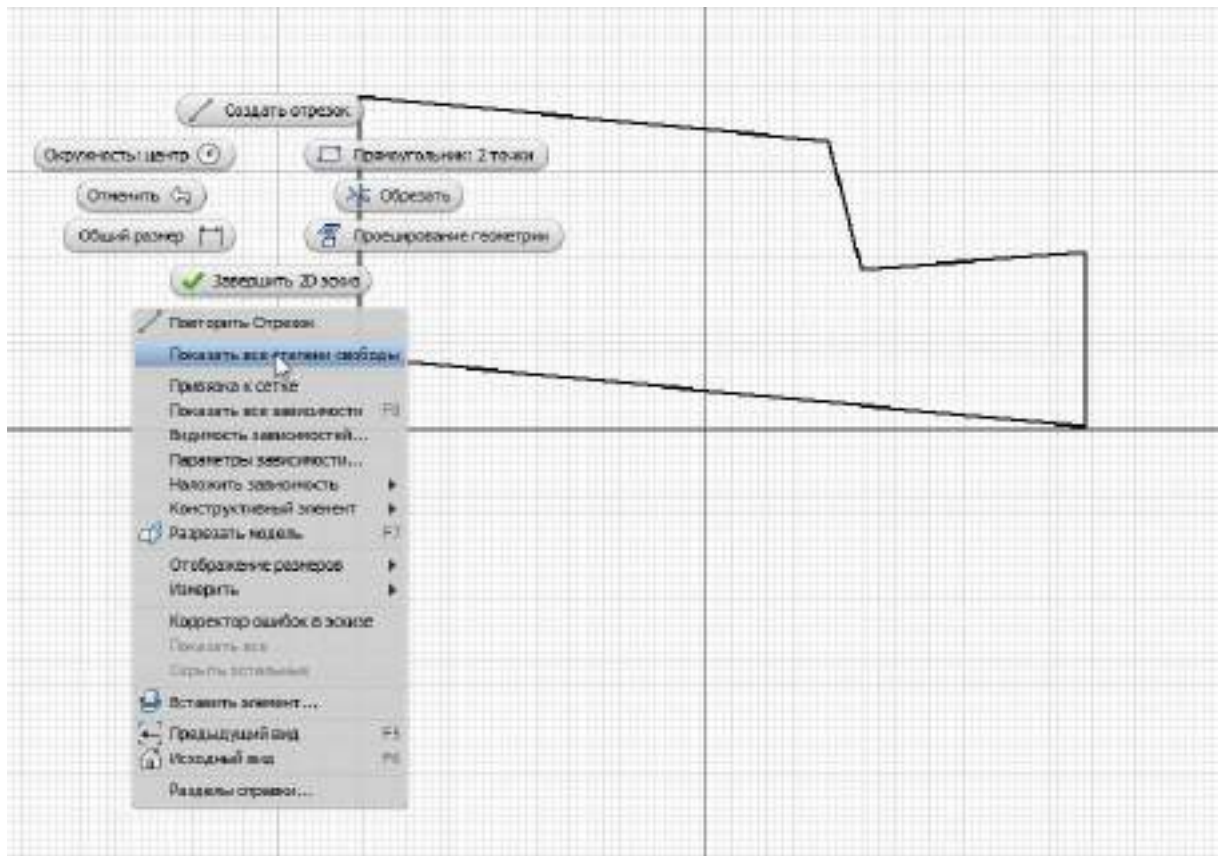


Рис. 25 — Вид контекстного меню после завершения построения эскиза

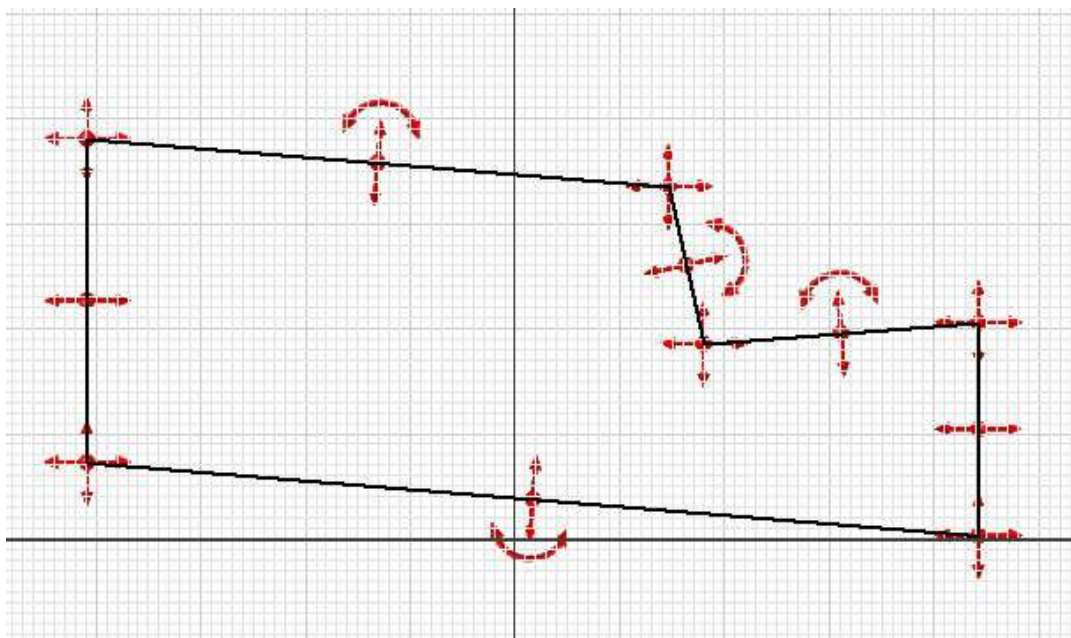


Рис. 26 — Изображение степеней свободы на эскизе

Упражнение 5

Укажите курсором на элемент эскиза (отрезок), нажмите левую клавишу мыши и, не отпуская ее, перетащите или поверните вокруг оси выбранный элемент.

Для того чтобы убрать с эскиза изображения степеней свободы, вызовите контекстное меню и выберите в нем пункт **Скрыть все степени свободы**.

В контекстном меню выберите пункт **Показать все зависимости**. Получим то, что изображено на рисунке 27.

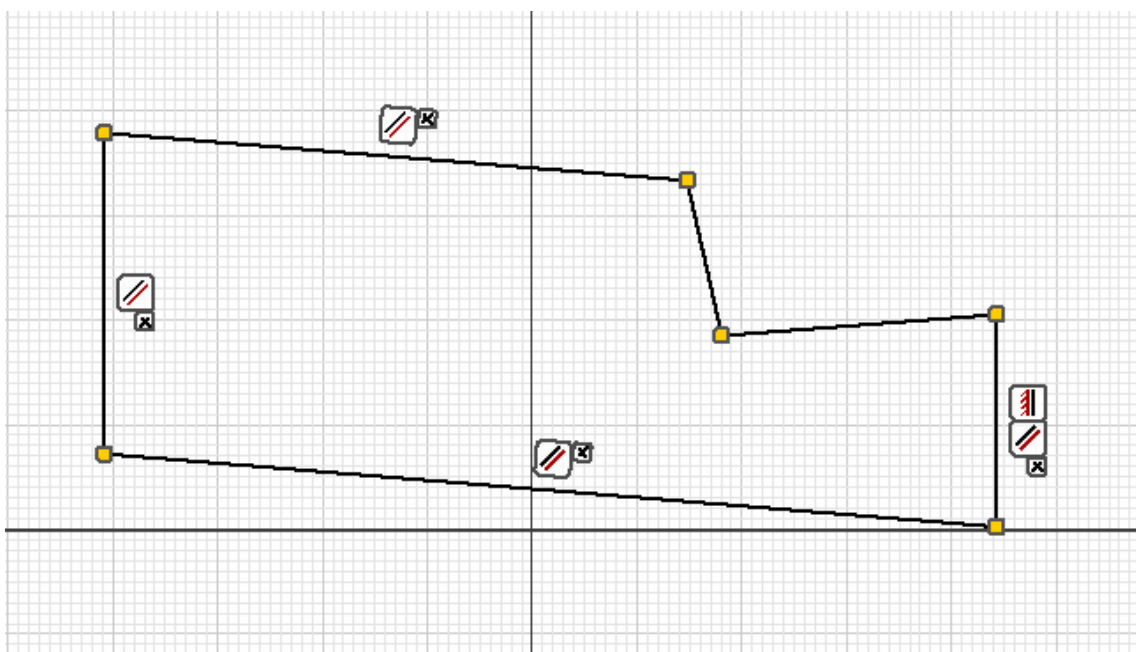


Рис. 27 — Показ на эскизе зависимостей между его элементами

Убрать наложенные зависимости можно наведением курсором на значке возле соответствующей зависимости и нажатием левой клавиши мыши. Выбор нужной зависимости осуществляется через панель **Зависимость** ленты (рис. 28). Описание функционального назначения каждой зависимости можно получить с помощью наведения курсора на соответствующем значке панели (рис. 29).

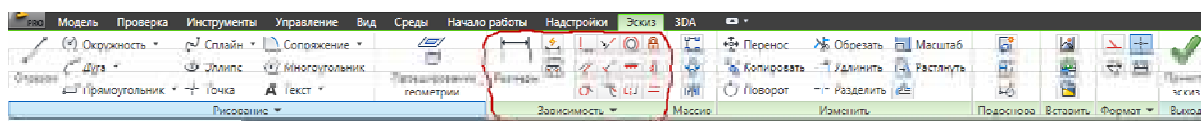


Рис. 28 — Панель **Зависимость**

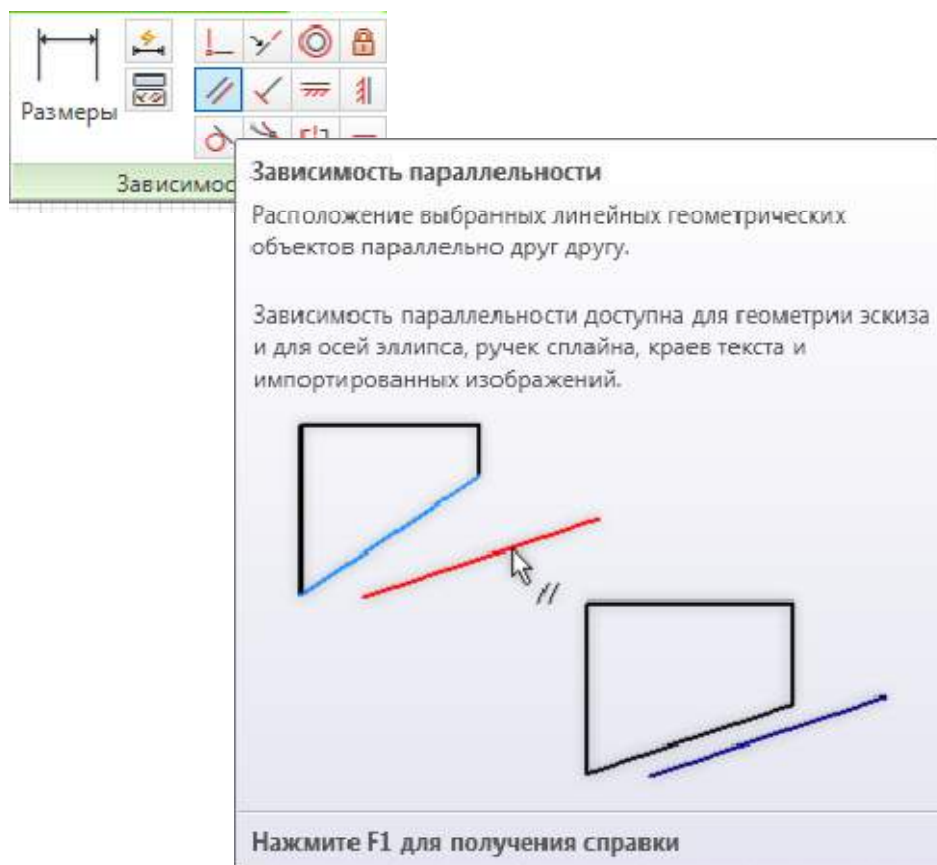


Рис. 29 — Просмотр функционального назначения зависимости

Упражнение 6

Наложите зависимости на эскиз таким образом, чтобы эскиз принял вид, аналогичный показанному на рисунке 30.

Удаление показа зависимостей осуществляется через контекстное меню.

До полного определения эскиза нужно проставить размеры. Для нанесения размеров нажимаем кнопку **Размеры** на панели **Зависимость**, выбираем элементы эскиза и указываем значения размеров в окне редактирования. Для редактирования уже указанных размеров достаточно два раза кликнуть левой кнопкой мыши по значению размера. В окне редактирования размера по нажатию стрелки (справа от поля ввода значения размера) предусмотрена возможность определения параметров допуска для выбранного размера детали в эскизе. При наведении курсора мыши на размер AI подсвечивает не только значение размера, но и его имя (рис. 31).

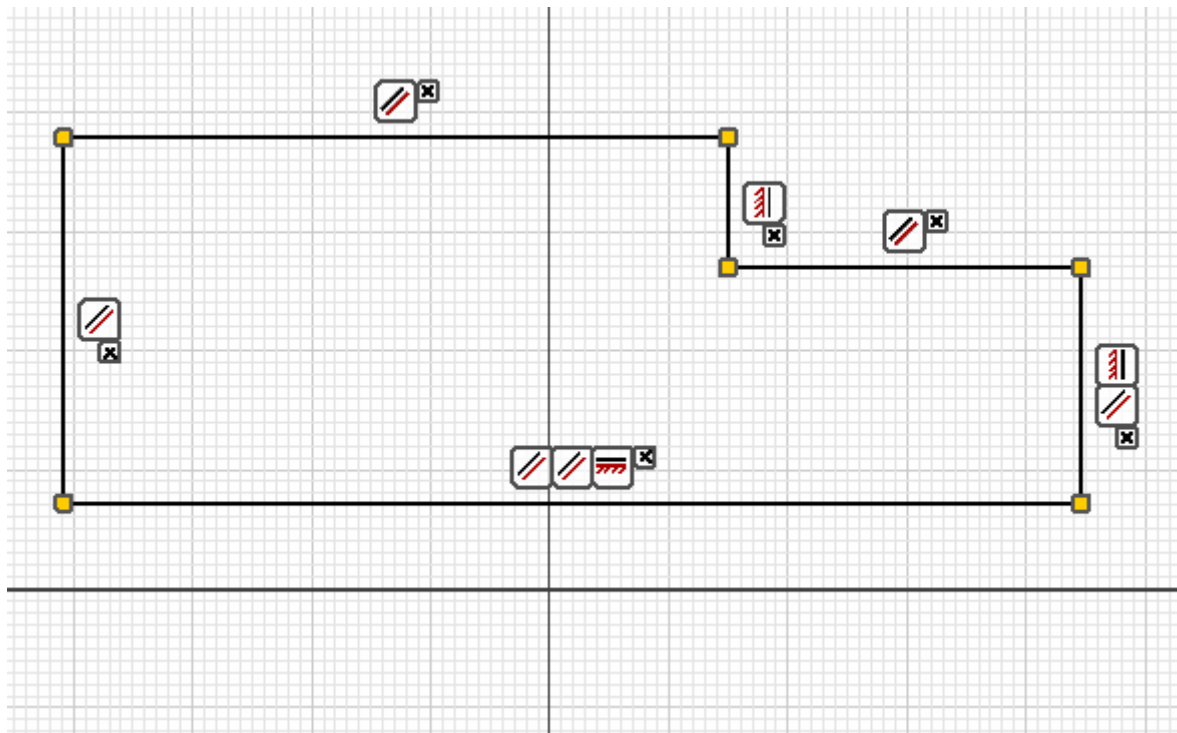


Рис. 30 — Эскиз после нанесения зависимостей

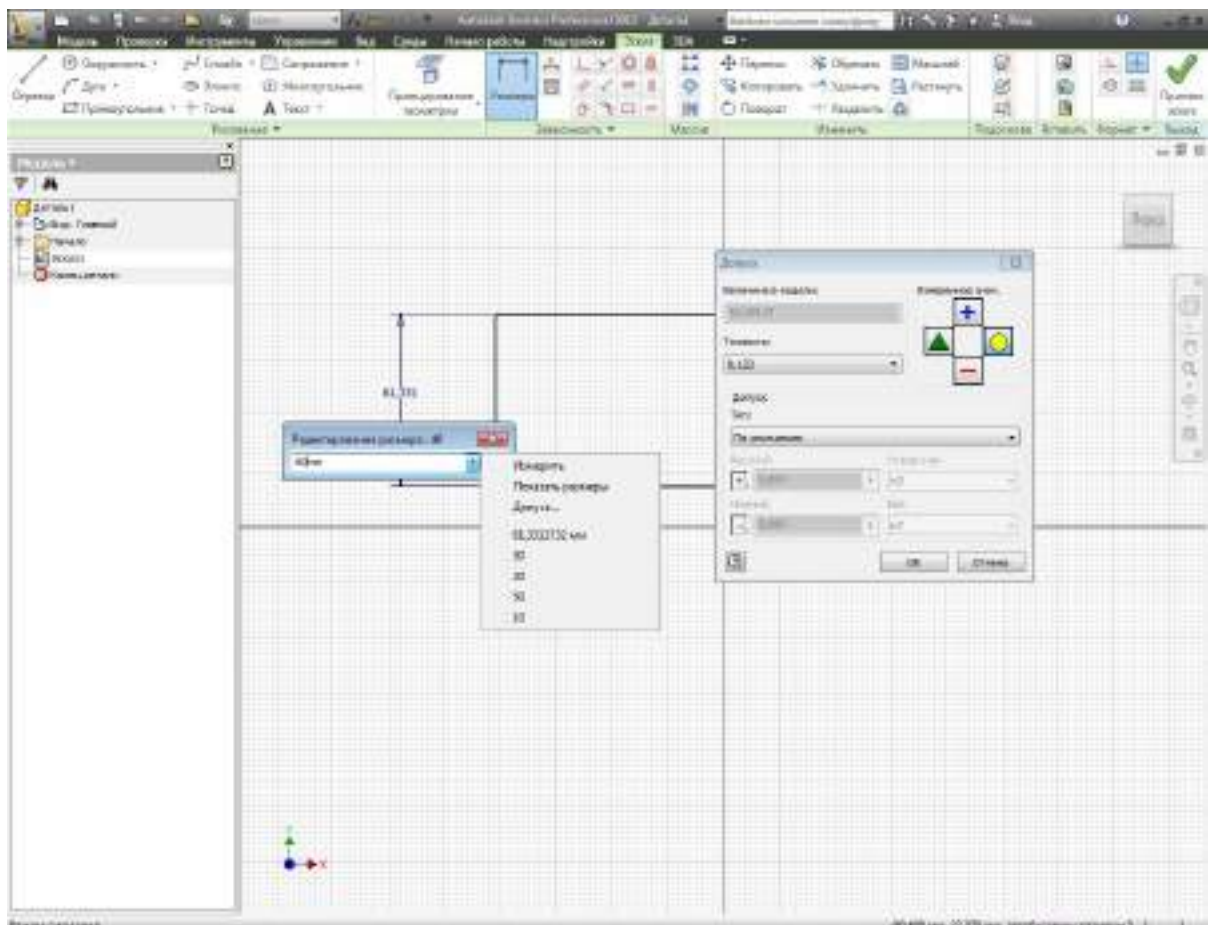


Рис. 31 — Указание размеров на эскизах

В АІ предусмотрена возможность изменения параметров отображения координатной сетки, необходимости редактирования размеров при нанесении и других настроек. Это устанавливается во вкладке **Эскиз** окна **Параметры приложения** (рис. 32), которое вызывается нажатием на значок **Параметры приложения** панели **Настройки** вкладки **Инструменты** ленты.

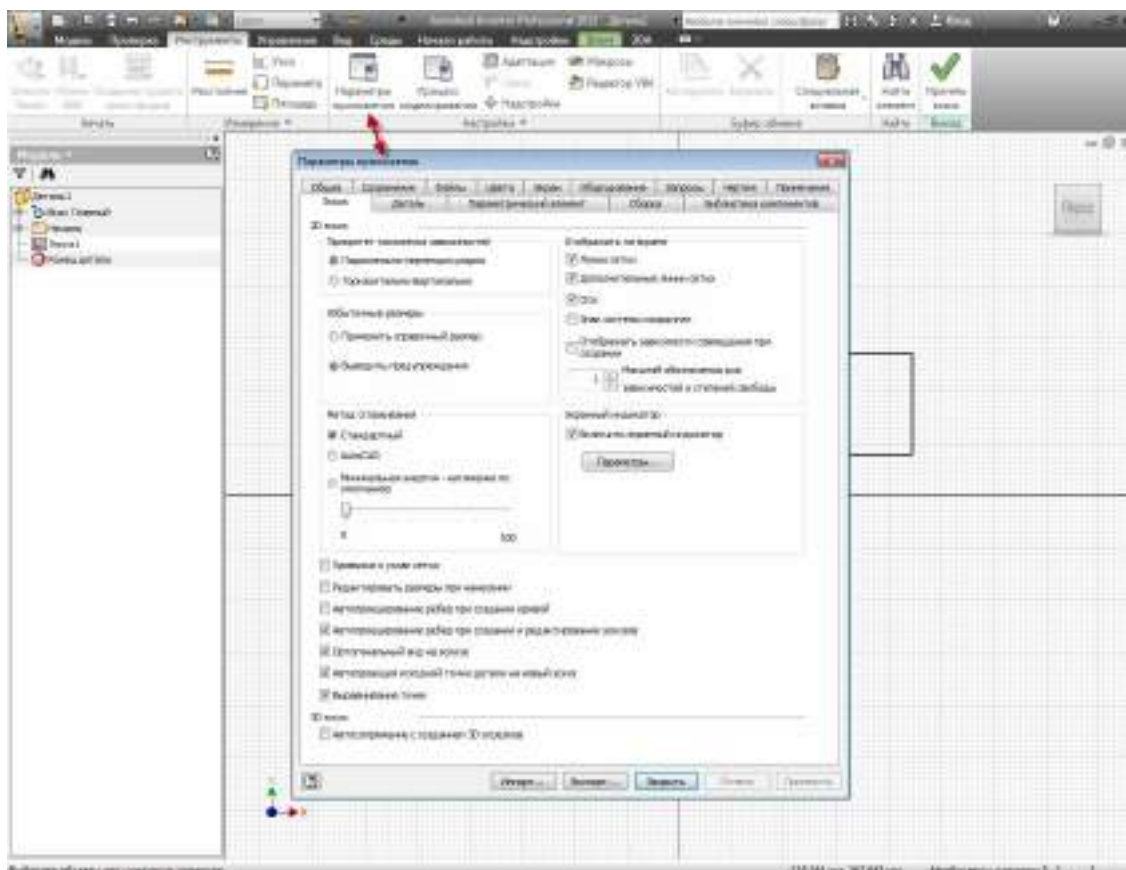


Рис. 32 — Изменение параметров эскиза

Размеры могут быть представлены не только в виде конкретных значений, но и в виде параметров или формул. Например, в нашем случае значение длины размера a_2 отрезка нижнего основания фигуры равно удвоенному произведению a_1 , где a_1 — обозначение длины отрезка верхнего основания фигуры (рис. 33). Смотрите внимательно на окно редактирования размера a_2 .

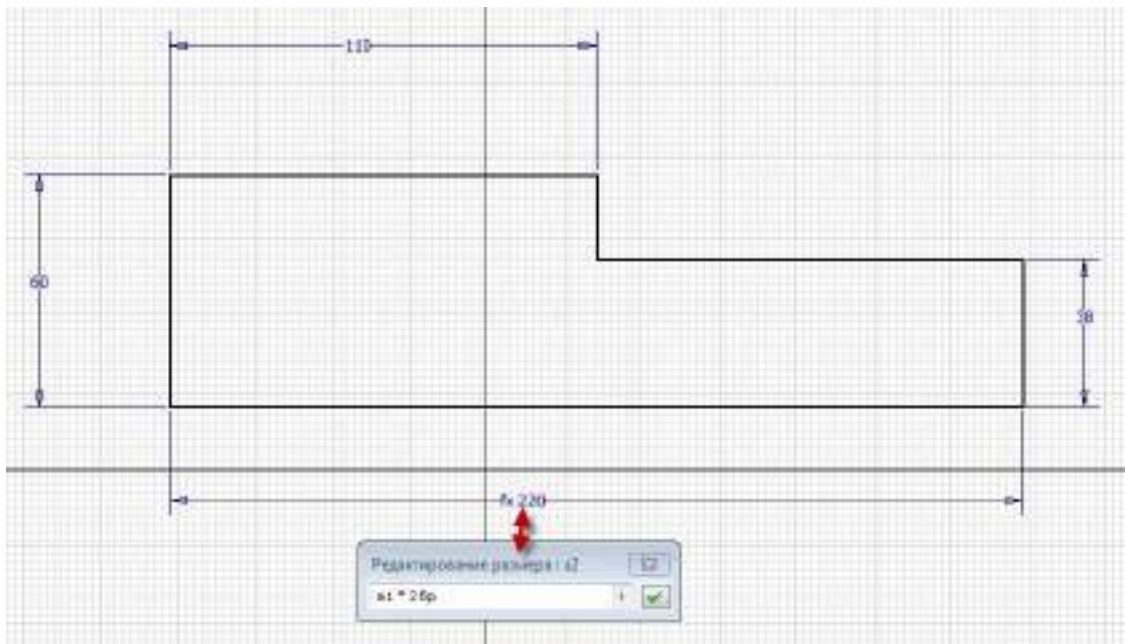


Рис. 33 — Простановка размеров в виде формул или параметров

Назначив все зависимости и размеры, получаем полностью определенный эскиз (рис. 34).

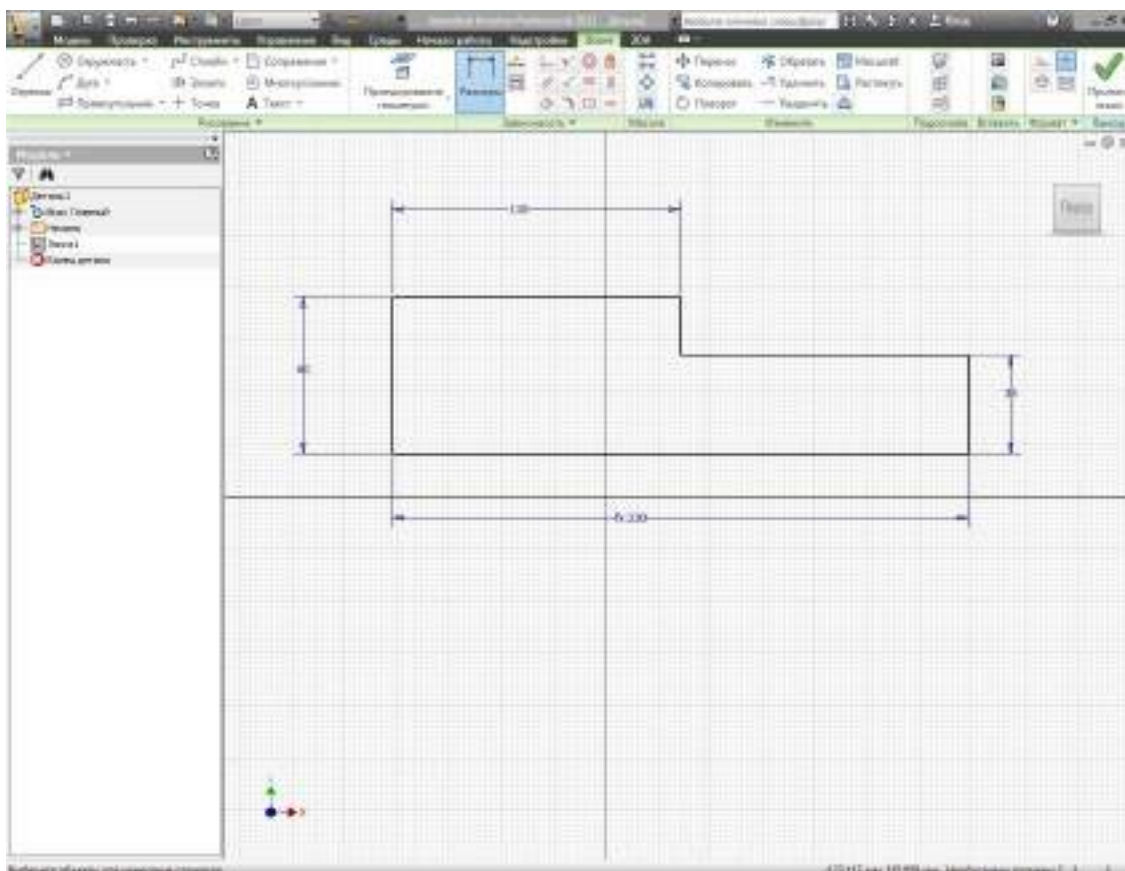


Рис. 34 — Полностью определенный эскиз

Нажав кнопку **Параметры** в панели инструментов **Параметры** вкладки **Управление**, можно просмотреть таблицу всех параметров и значений, используемых в модели (рис. 1.35). Таблица параметров позволяет не только просмотреть, но и изменить значение ранее назначенного параметра, установить вид допуска для модели, единицу измерения параметра (мм., градус, бр — безразмерная величина), связать его формулами с другими параметрами модели или установить связь с внешними параметрами, представленными в виде таблицы MS Excel.

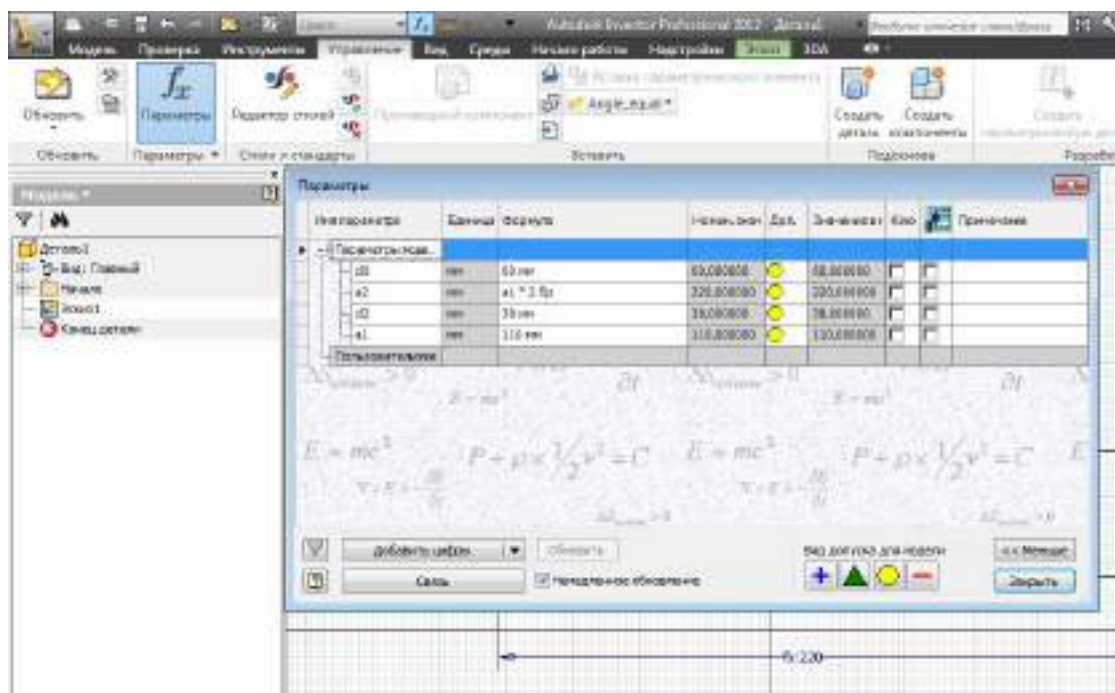


Рис. 35 — Таблица параметров модели

Для описания формул можно использовать стандартные математические функции (sin, cos, sqrt и т.д.).

Размеры можно назначать как вручную, так и автоматически, нажав на кнопку «Автонанесение размеров» (рис. 36).

На простых эскизах автонанесение размеров работает достаточно корректно, а для сложных эскизов рекомендуется использовать ручное нанесение размеров.

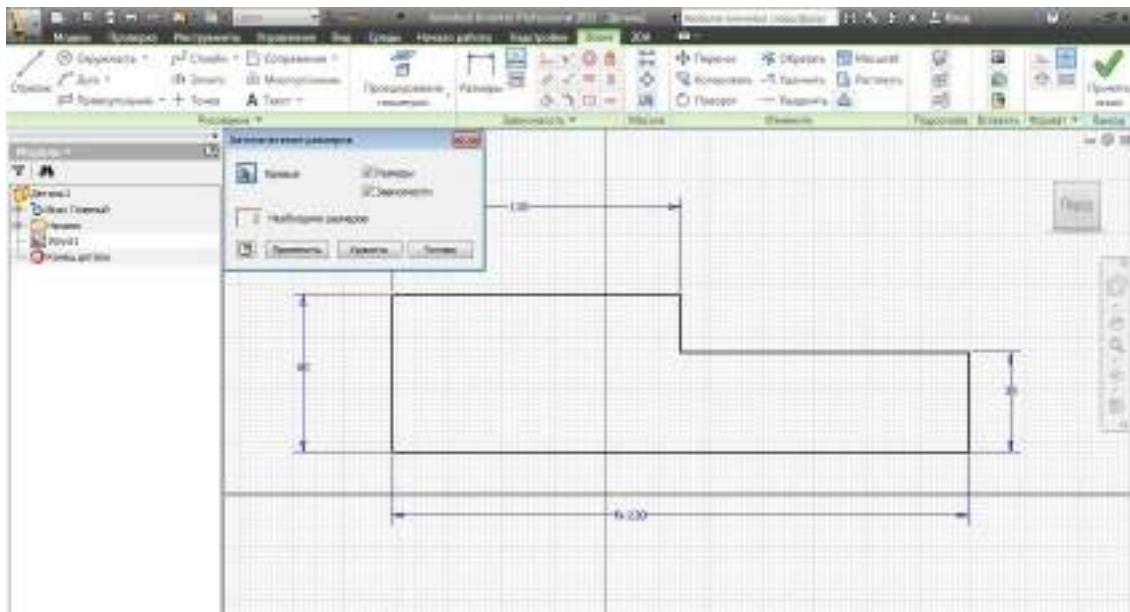


Рис. 36 — Автонанесение размеров

Практическая работа № 9 Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Цель работы — изучение работы с конструктивными элементами выдавливание в Autodesk Inventor.

Задание

По чертежу оси (рис. 1) создать 3D модель оси. Задачи — ознакомиться с выдавливанием конструктивных элементов в Autodesk Inventor, выполнить упражнения по получению 3D моделей деталей выдавливанием.

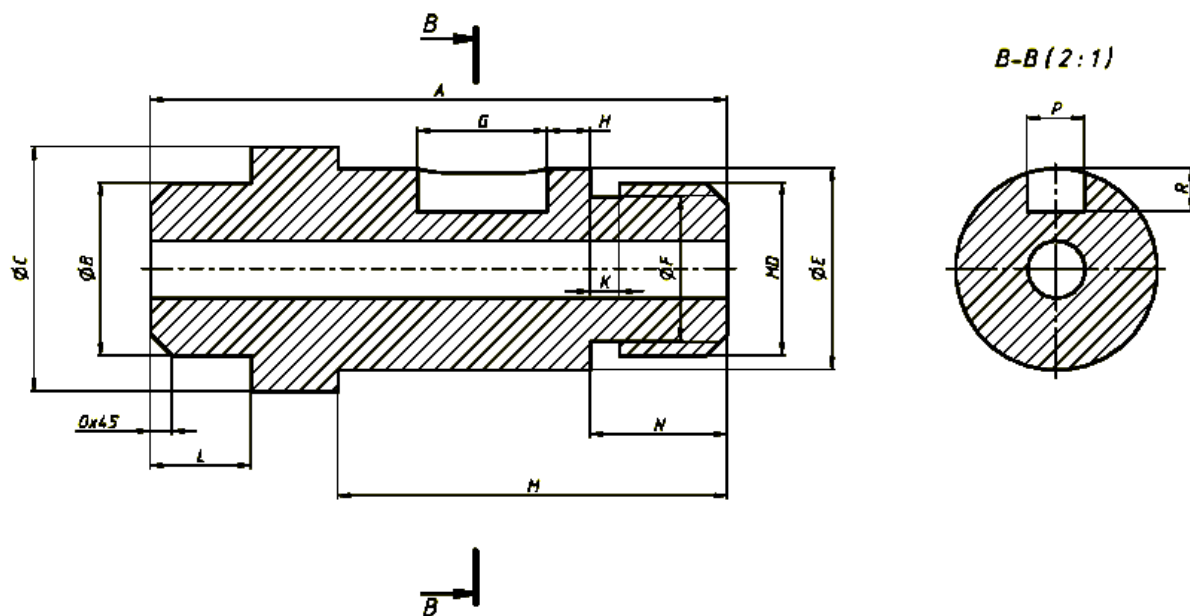


Рис. 1 — Чертеж детали «Ось»

Методические указания

Трехмерная модель детали формируется из конструктивных элементов, а также на основе информации, заложенной в эскизе. Эскиз поддерживает связь с полученным на его основе конструктивным элементом. Все изменения эскизов ведут к автоматическому изменению соответствующих конструктивных элементов.

При редактировании существующего файла детали сначала необходимо выбрать эскиз в браузере. Это делает доступными средства построения эскизов, и пользователь может начать создавать геометрию конструктивных элементов детали. После того, как из эскиза создана модель, можно вернуться в среду построения эскизов и внести необходимые изменения или начать новый эскиз для нового конструктивного элемента.

Когда эскиз закончен, используются стандартные средства его выдавливания или вращения. При этом с помощью мышки можно указывать и динамически изменять расстояние, отслеживая его величину в диалоговом окне. Если эскизы пересекаются, программа предложит выбрать ту замкнутую область, к которой следует применить данную команду. При наличии нескольких эскизов детали создаются методами протягивания или создания поверхности перехода по нескольким сечениям.

Проектируемые отверстия, фаски, другие вспомогательные элементы динамически отображаются на проектируемой детали для предварительного просмотра.

Autodesk Inventor обладает полным набором инструментов для создания сопряжений постоянного и переменного радиуса.

Autodesk Inventor поддерживает все три метода построения фасок (по заданию длины, расстояния и угла), чем отличается от большинства других программ, позволяющих создавать фаски только двумя способами.

На любом этапе создания детали возможно в реальном затонированном режиме разворачивать ее, изменять масштаб проек-

тируемой детали для лучшего позиционирования. При этом выполнение текущей команды редактирования не прерывается.

В качестве примера построим с помощью выдавливания 3D модель оси мультикоординатного манипулятора. Чертеж оси приведен на рис. 1.

Строим эскиз для ступени оси наибольшего диаметра. Сначала рисуем окружность произвольного диаметра. Затем с помощью инструмента **Размеры** (рис. 2) указываем диаметр окружности — 34 мм. Для удобства представления эскиз показан в изометрическом виде. Для перехода в изометрический вид можно нажать клавишу F6 или выбрать его из контекстного меню по нажатию правой клавиши мыши, либо воспользоваться **Видовым кубом**.

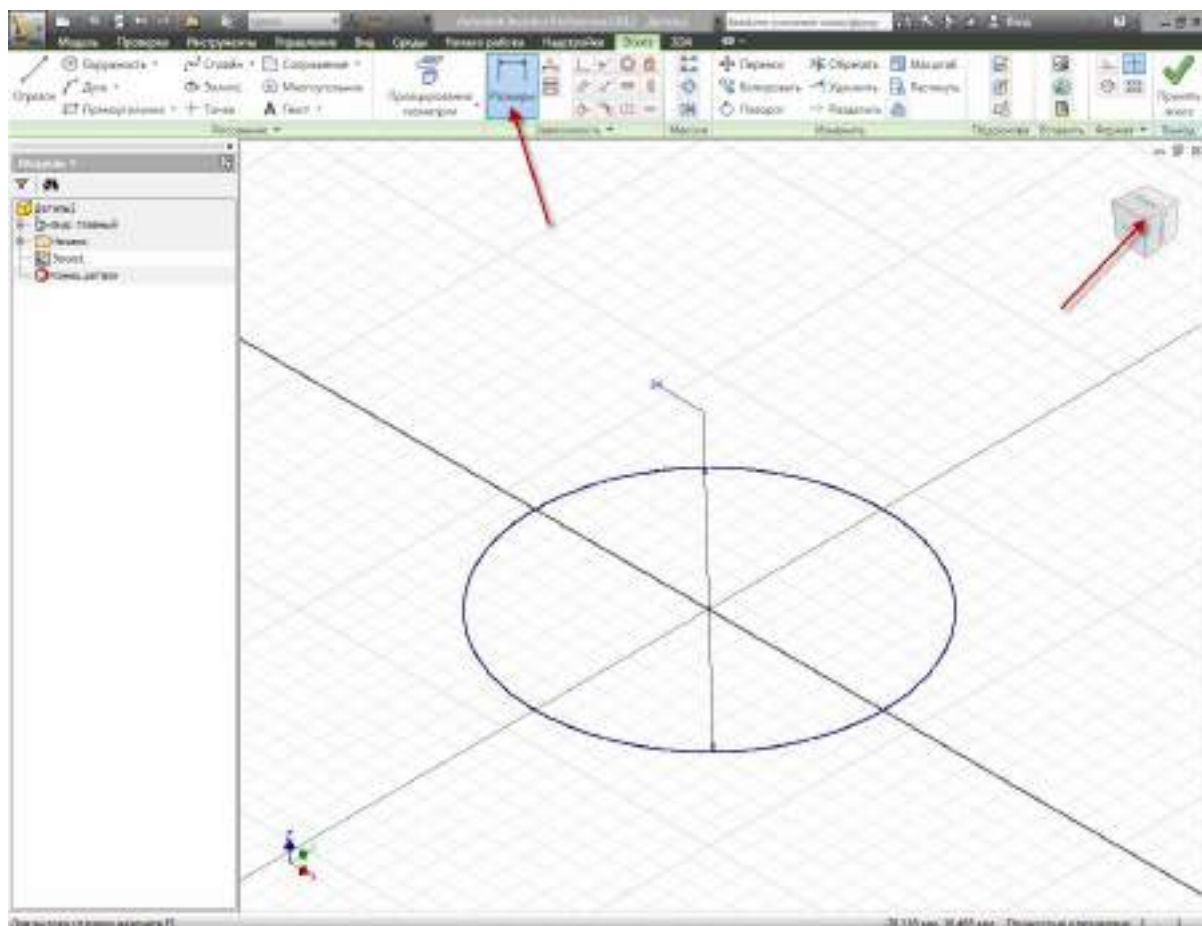


Рис. 2 — Работа с конструктивными элементами (выдавливании)

Переключаемся на вкладку **Модель ленты**. На ленте появляются кнопки и панели для работы с трехмерной геометрией.

Нажимаем кнопку **Выдавливание** (рис. 3). В открывшемся диалоговом окне определяем параметры будущего конструк-

тивного элемента. Так как эскиз простой, то он выбирается программой автоматически. Направление выдавливания выбираем по умолчанию. Расстояние выдавливания задаем 12 мм. После нажатия кнопки **ОК** выполняется необходимое построение.

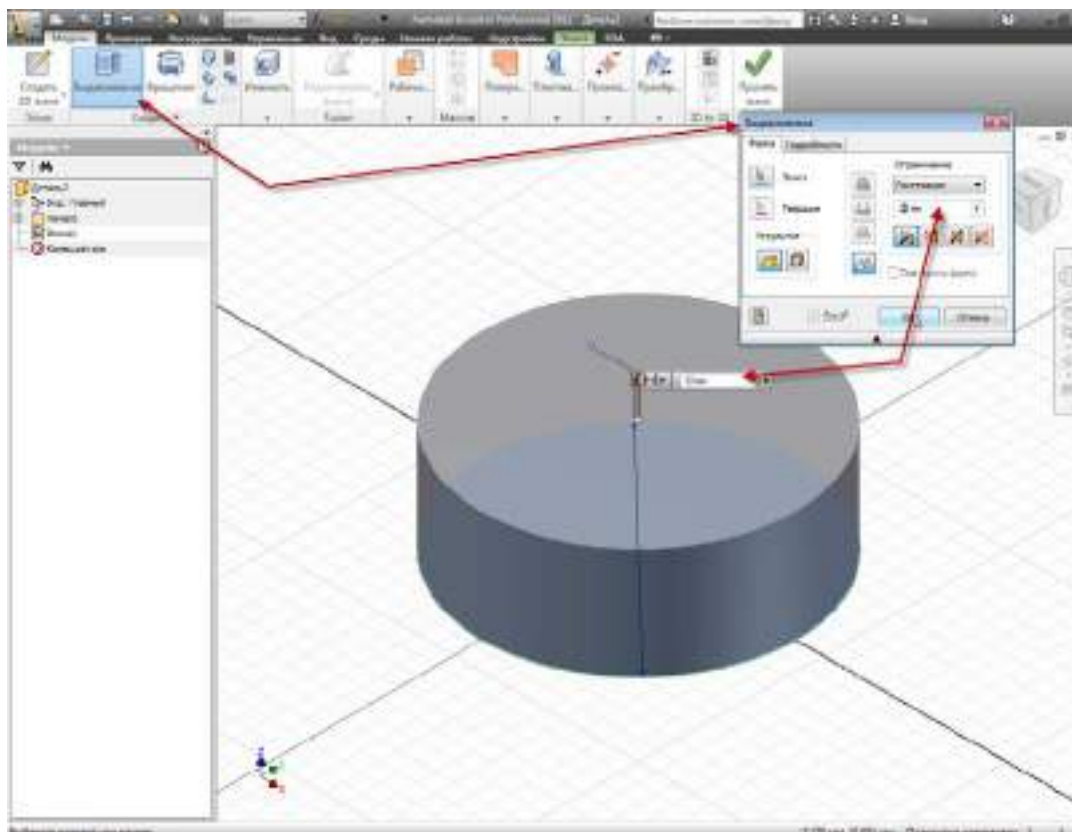


Рис. 3 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Переходим к построению ступени оси, которая располагается слева от уже построенной. Для этого нажимаем кнопку **Эскиз** (рис. 4), расположенную на вкладке **Модель**, и указываем курсором на торец цилиндра (то же самое можно сделать, если нажать правую кнопку мыши указывая на торцевую поверхность цилиндра, выбрать пункт **Новый эскиз** из контекстного меню).

Создается новый эскиз. На эскизную плоскость автоматически проецируется рабочая геометрия элементов детали (в нашем случае окружность цилиндра и его центр (рис. 5, поз. 1)), которые находятся в эскизной плоскости. Автоматическое проецирование геометрии можно отключить в окне **Эскиз (Инструменты — Настройки — Эскиз)**.

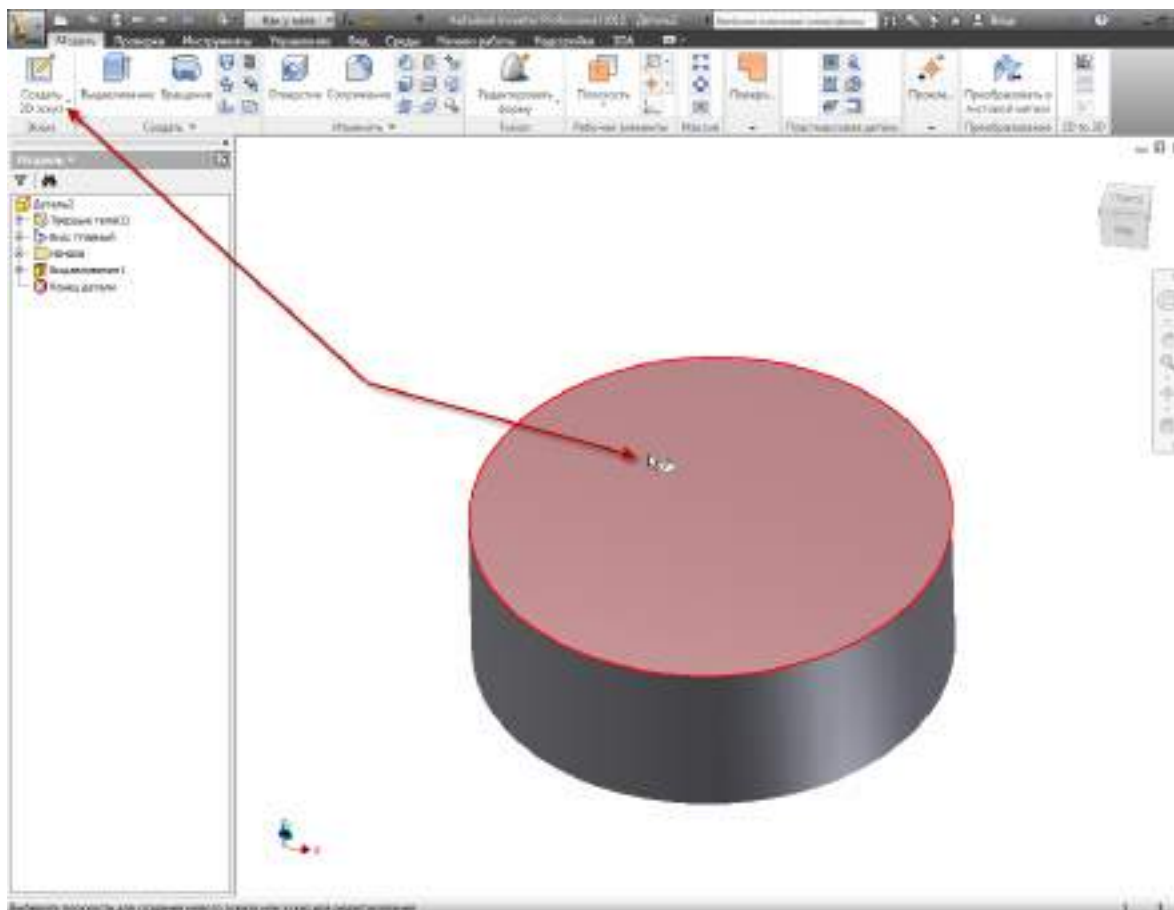


Рис. 4 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Выполняем необходимые построения для создания следующего конструктивного элемента (рис. 5, поз. 2). Выполняем операцию «Выдавливание». В качестве метода выдавливания используем «Объединение», указываем расстояние выдавливания, направление и нажимаем на кнопку «ОК» (рис. 6). Полученный результат должен выглядеть как на рис. 6.

Для создания конструктивных элементов детали, расположенных справа от первого (базового) конструктивного элемента, с помощью инструмента **Повернуть** (рис. 7, поз 1) разворачиваем модель детали на экране таким образом, чтобы можно было рассмотреть правый торец (поз. 3) базового конструктивного элемента. При этом в графической области появляется знак поворота (поз. 3).

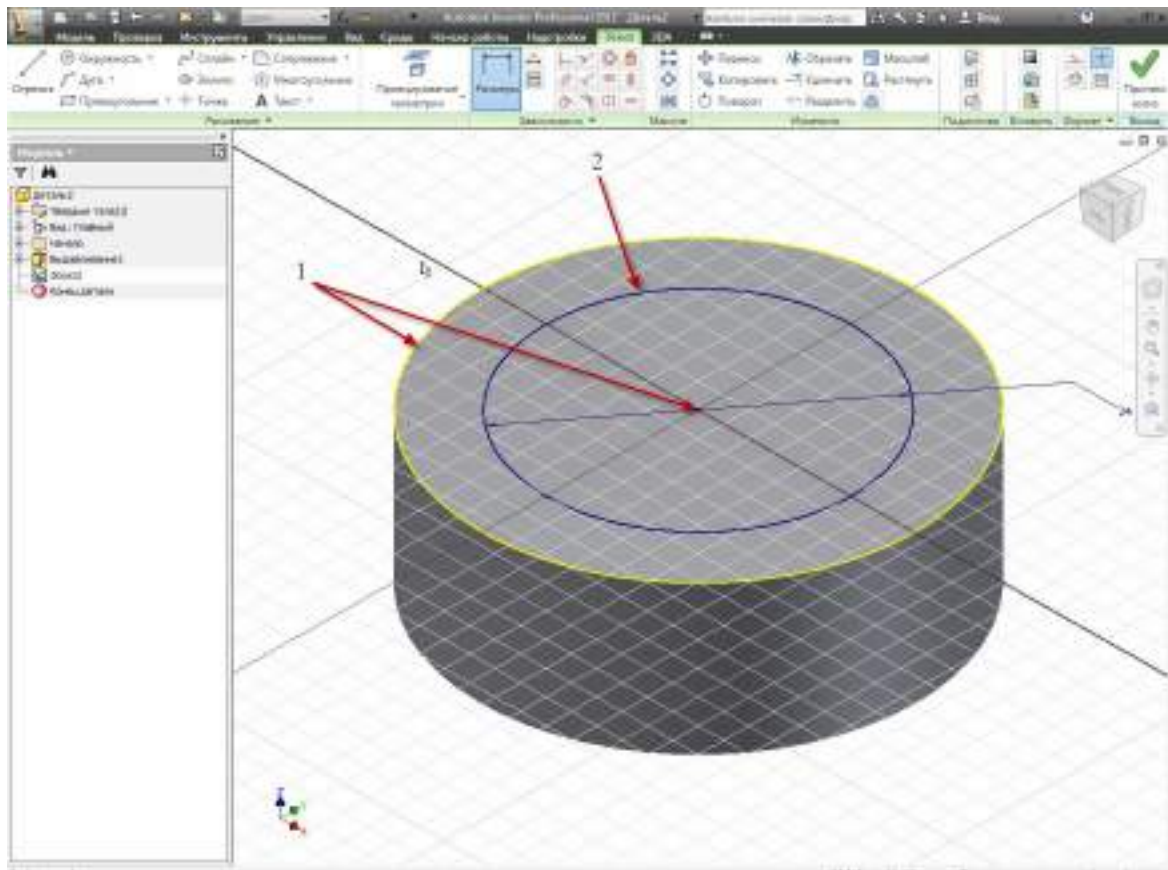


Рис. 5 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание):
 1 — спроецированная рабочая геометрия; 2 — эскиз для нового конструктивного элемента

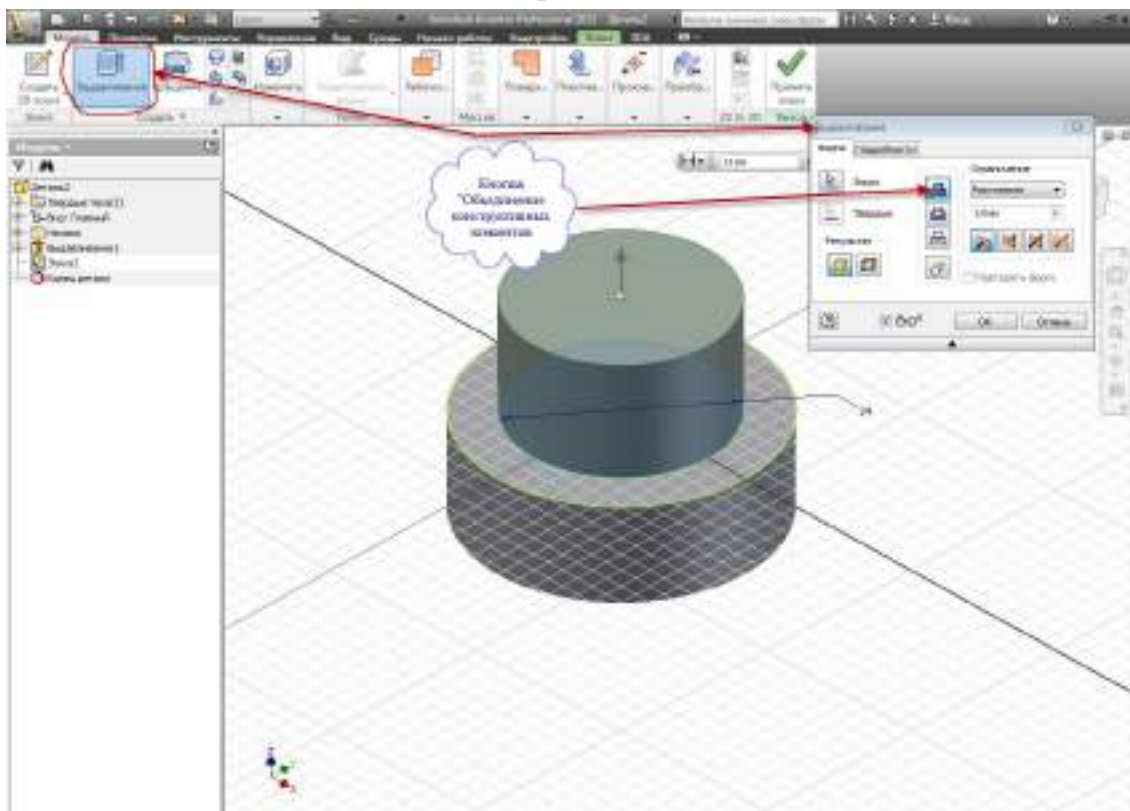


Рис. 6 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

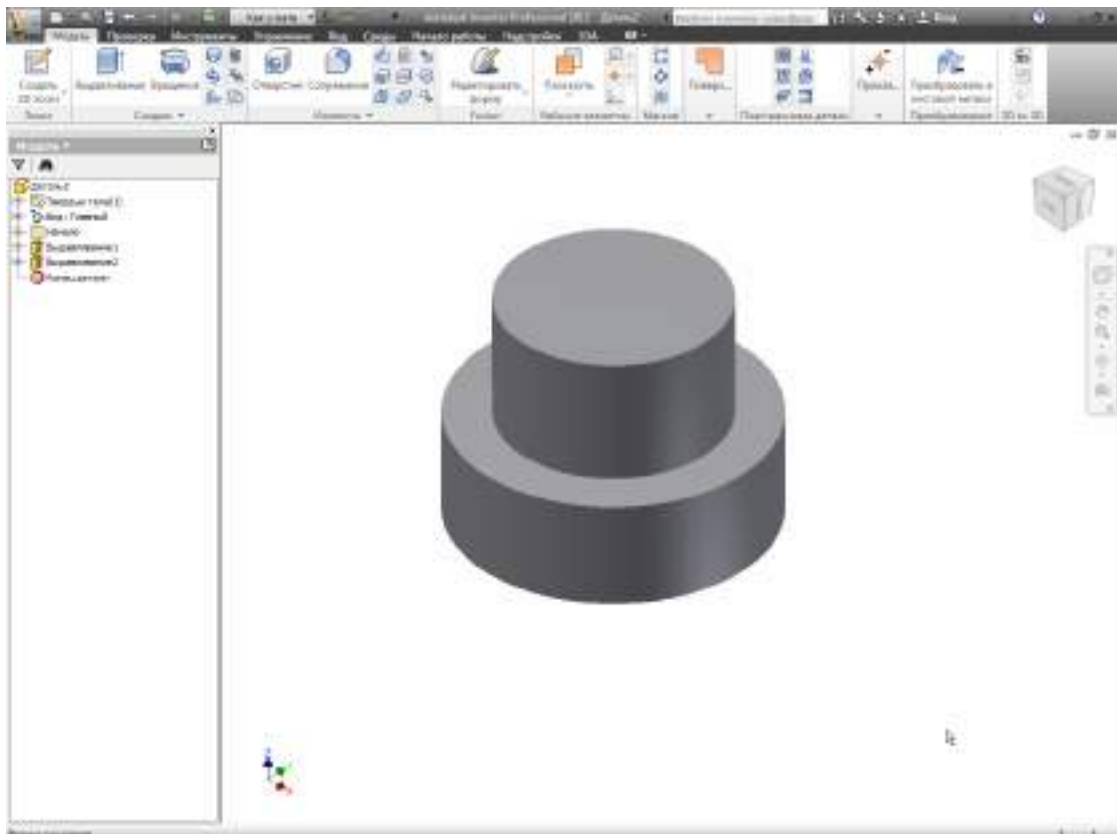


Рис. 7 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

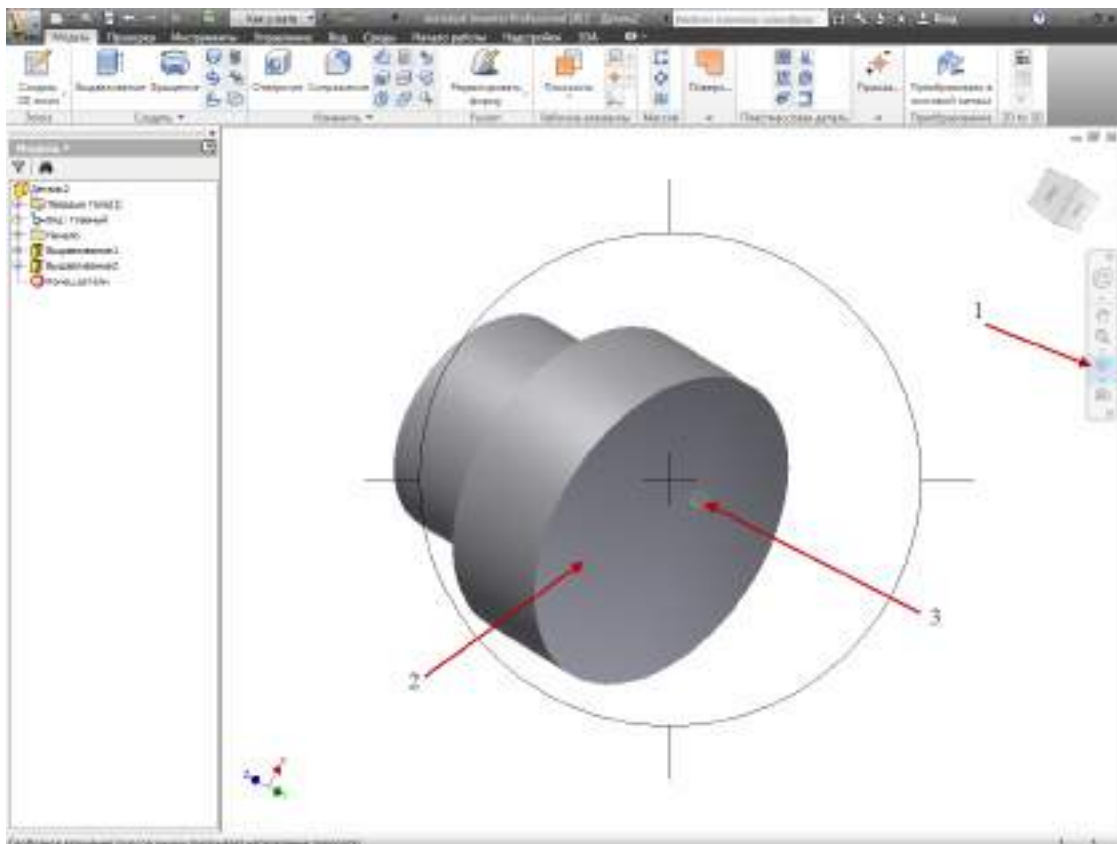


Рис. 8 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание):
1 — кнопка инструмента «Повернуть»; 2 — правый торец базового конструктивного элемента оси; 3 — знак поворота в графической области

Поворотом модели в графической области можно управлять и с помощью видового куба.

Аналогично действию, описанному выше, строим конструктивные элементы ступеней оси и проточки. Полученный результат представлен на рис. 9.

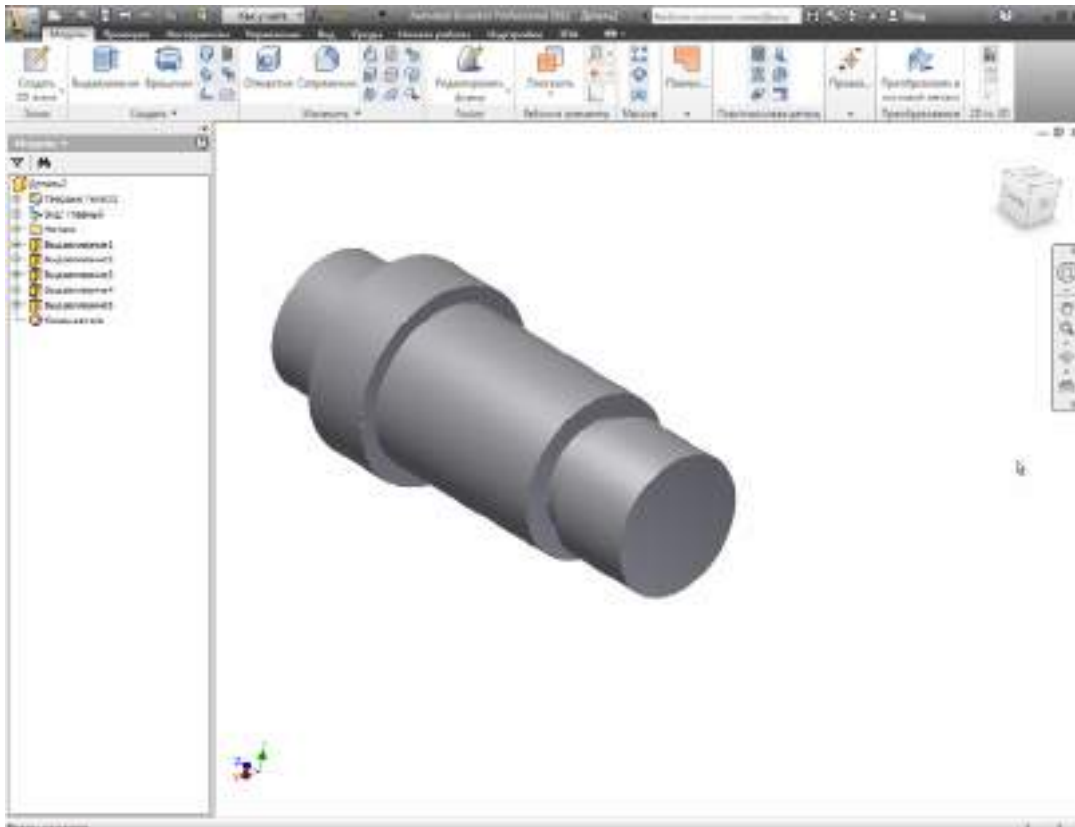


Рис. 9 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Для построения фаски необходимо нажать кнопку **Фаска** (**Модель — Изменить — Фаска**). В открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать метод построения фаски (длина; длина и угол; две длины). В нашем случае используем метод **Длина**, для этого необходимо указать на ребро, на котором будет построена фаска. После определения геометрических размеров фаски нажимаем кнопку **ОК** (рис. 10).

Для построения сквозного отверстия в детали воспользуемся командой **Выдавливание** (**Модель — Создать — Выдавливание**). Для этого необходимо создать эскиз для будущего отверстия, указать в качестве метода выдавливания **Вычитание**; выбрать направление выдавливания — в тело детали; указать в качестве ограничения **Все** (рис. 11). Отверстия можно строить и другими способами, которые будут рассмотрены в других разделах.

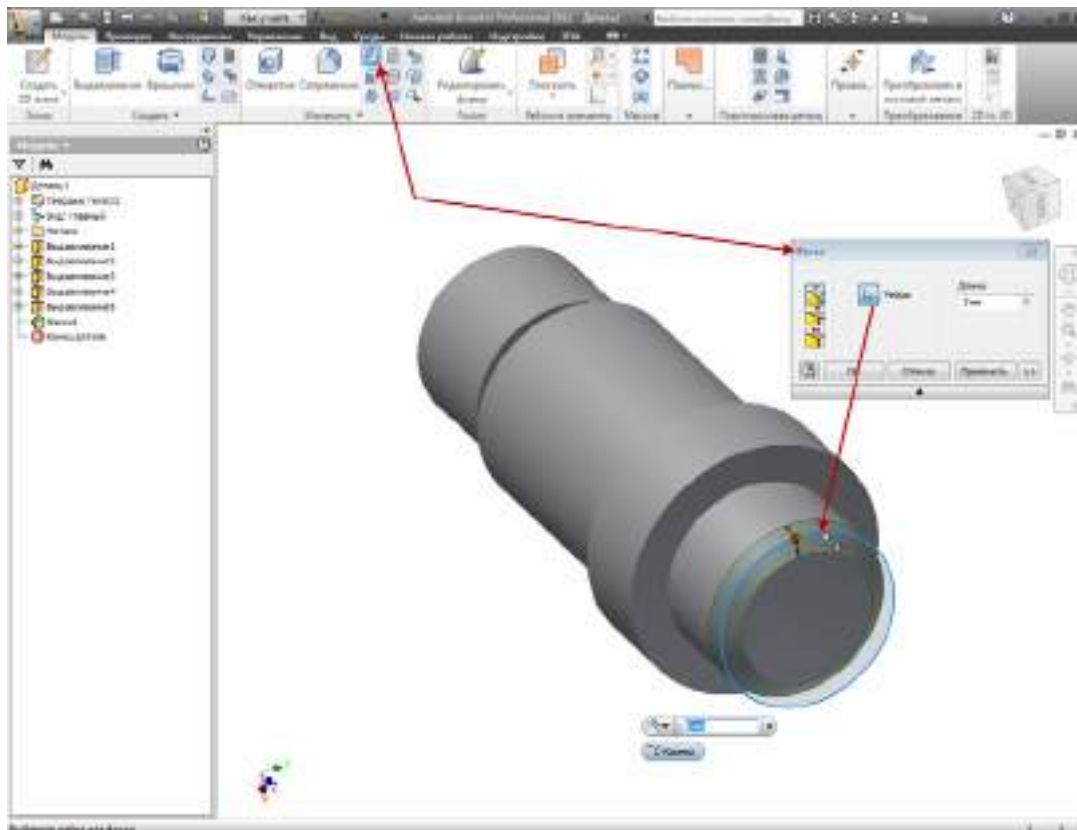


Рис. 10 — Построение конструктивного элемента **Фаска**

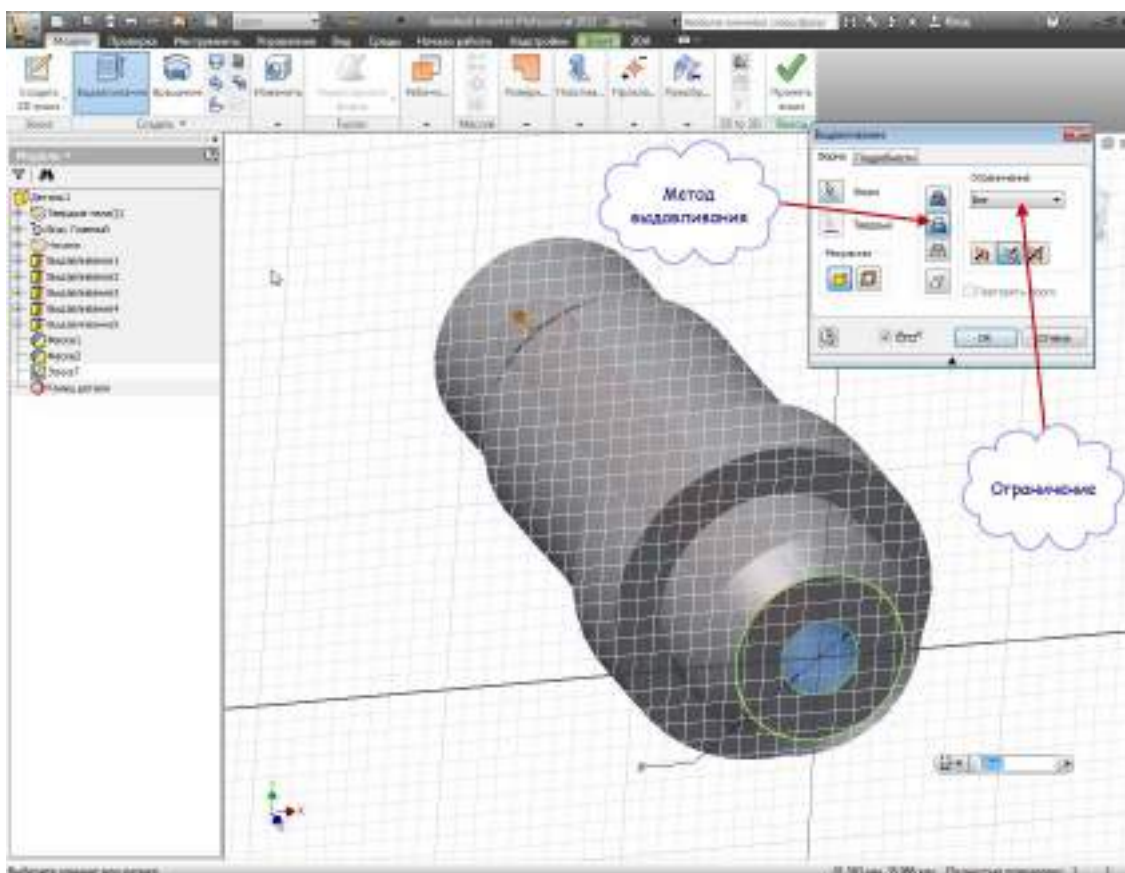


Рис. 11 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Построим фаску на одном из ребер отверстия в соответствии с чертежом детали. Для этого развернем модель, так чтобы было видно данное ребро. Нажмем кнопку **Фаска (Модель — Изменить — Фаска)**. В качестве метода построения указываем **Длина и угол** (рис. 12). В диалоговом окне задаем длину и угол фаски. Затем указываем грань, относительно которой будет отсчитываться угол фаски, а потом указываем ребро, на котором будет строиться фаска.

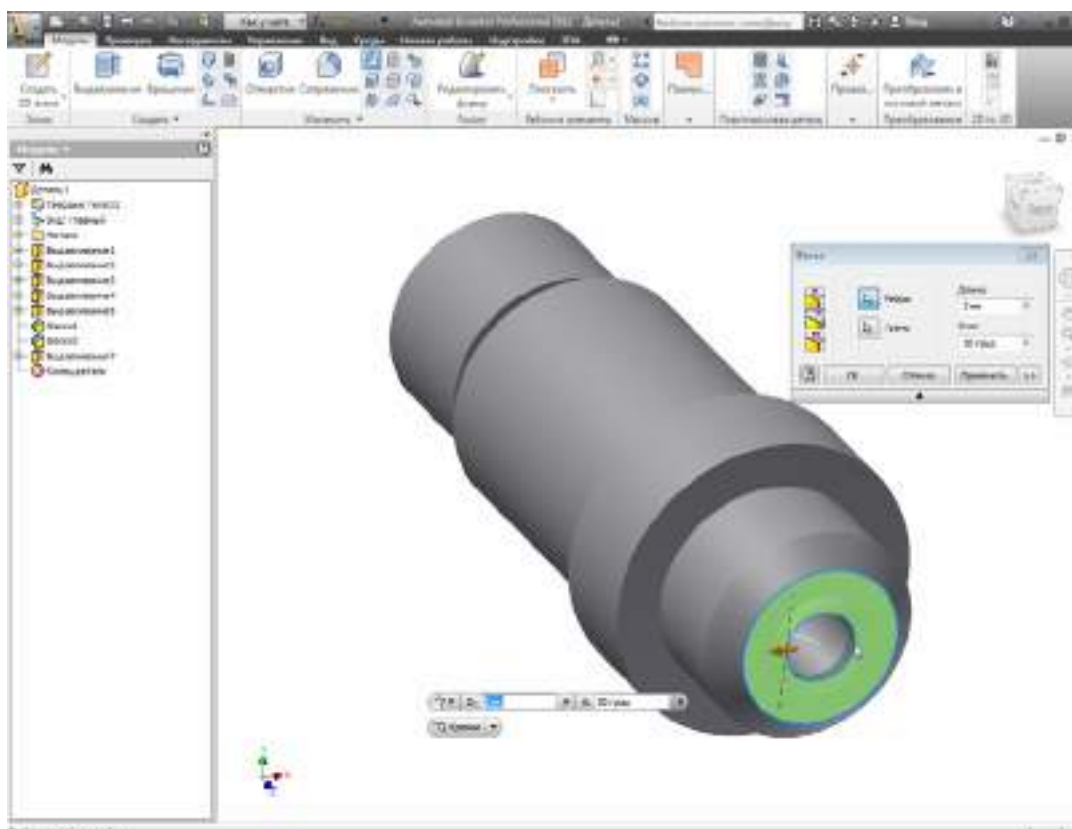


Рис. 12 — Построение фаски на ребре отверстия

Для построения шпоночного паза предварительно построим вспомогательную рабочую плоскость, касательную к поверхности цилиндра. Для этого в браузере модели в разделе **Начало** выделяем плоскость **YZ** (рис. 13, поз. 1), затем нажимаем на кнопку инструмента **Плоскость (Модель — Рабочие элементы — Плоскость)** (поз. 2) и указываем мышкой на поверхность цилиндра детали. Inventor предлагает автоматически построить плоскость, касательную к цилиндру (рис. 13).

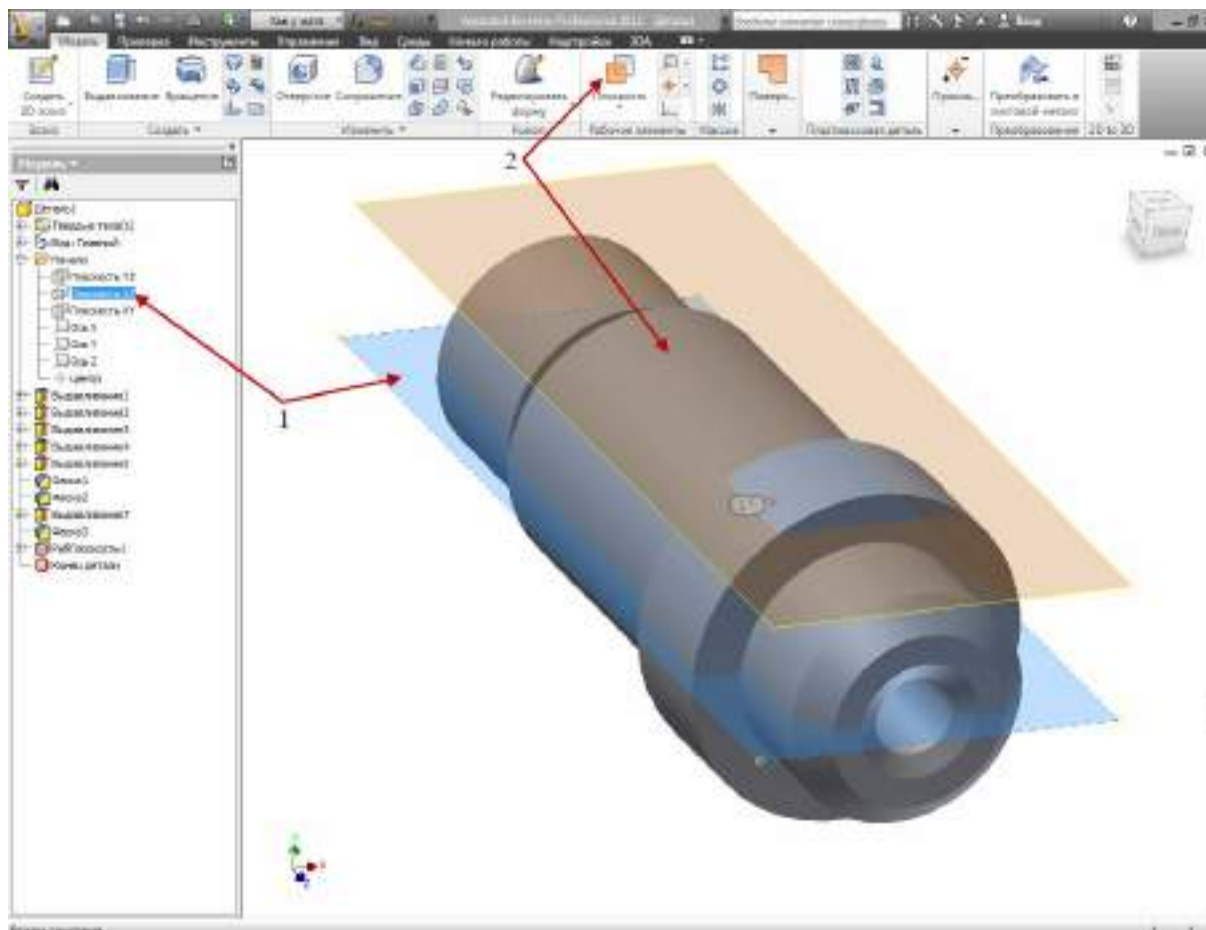


Рис. 13 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание):
 1 — координатная плоскость XZ; 2 — вспомогательный конструктивный элемент **Рабочая плоскость**

Для построения эскиза паза на созданной рабочей плоскости нажимаем правой кнопкой мышки на рабочей плоскости в графической области программы и в контекстном меню выбираем пункт **Новый эскиз** (или в браузере указываем 14).

Результат выполненных операций показан на рис.15.

При помощи команды «Прямоугольник» выполняем построение геометрии будущего паза и назначаем размеры для полного определения эскиза. Для привязки размеров эскиза используем проекцию базовой точки начала координат (рис. 16).

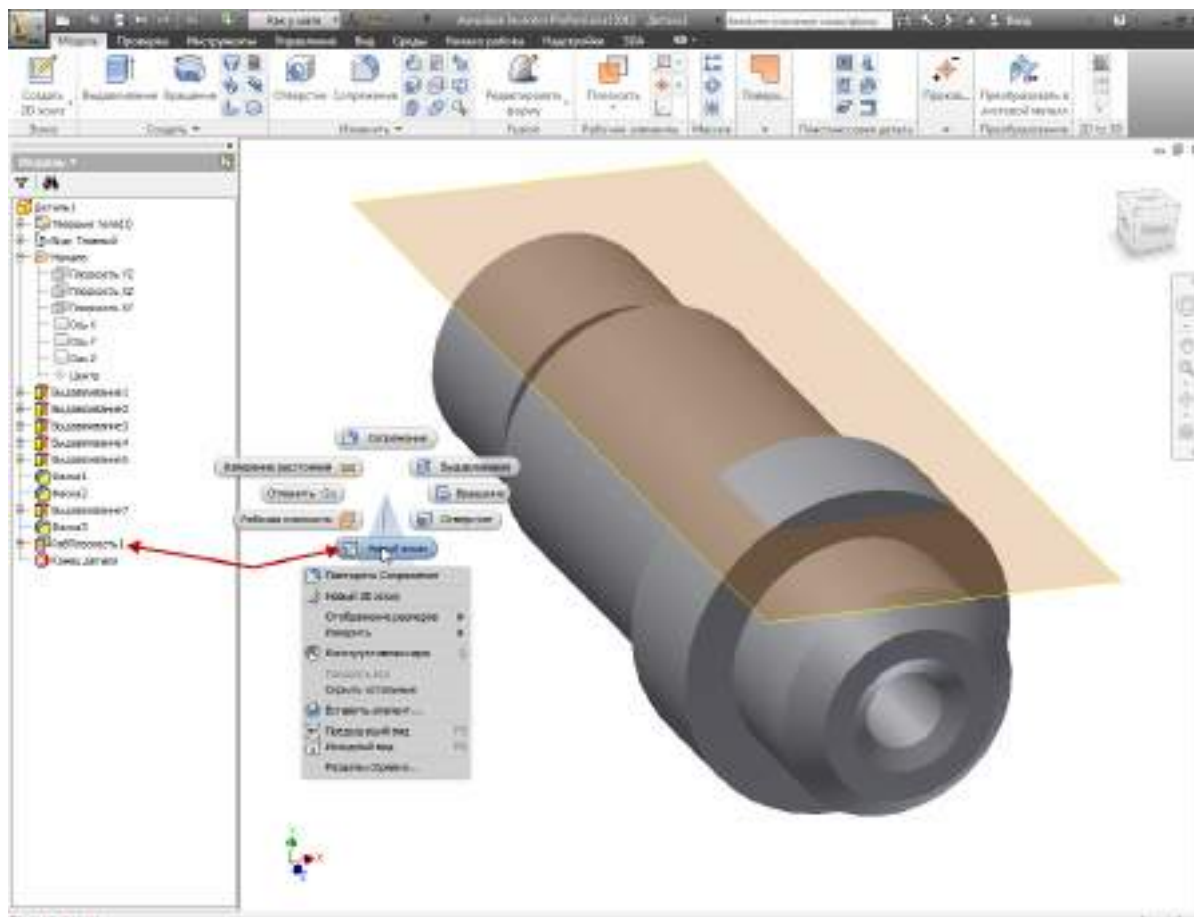


Рис. 14 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Для совмещения оси симметрии прямоугольника с проекцией оси симметрии детали используем **Зависимость вертикальности (Эскиз — Зависимость — Зависимость вертикальности)** (рис. 17).

Построение сопряжений радиусом контура эскиза шпоночного паза выполняем с помощью инструмента **Сопряжение (Эскиз — Рисование — Сопряжение)** (рис. 18). В появившемся при выполнении команды **Сопряжение** окне указываем величину радиуса сопряжения. Затем курсором указываем на сопрягаемые данным радиусом стороны прямоугольника и нажимаем левую клавишу мыши.

Окончательное построение паза выполняем командой **Выдавливание**, аналогично описанному выше (рис. 19).

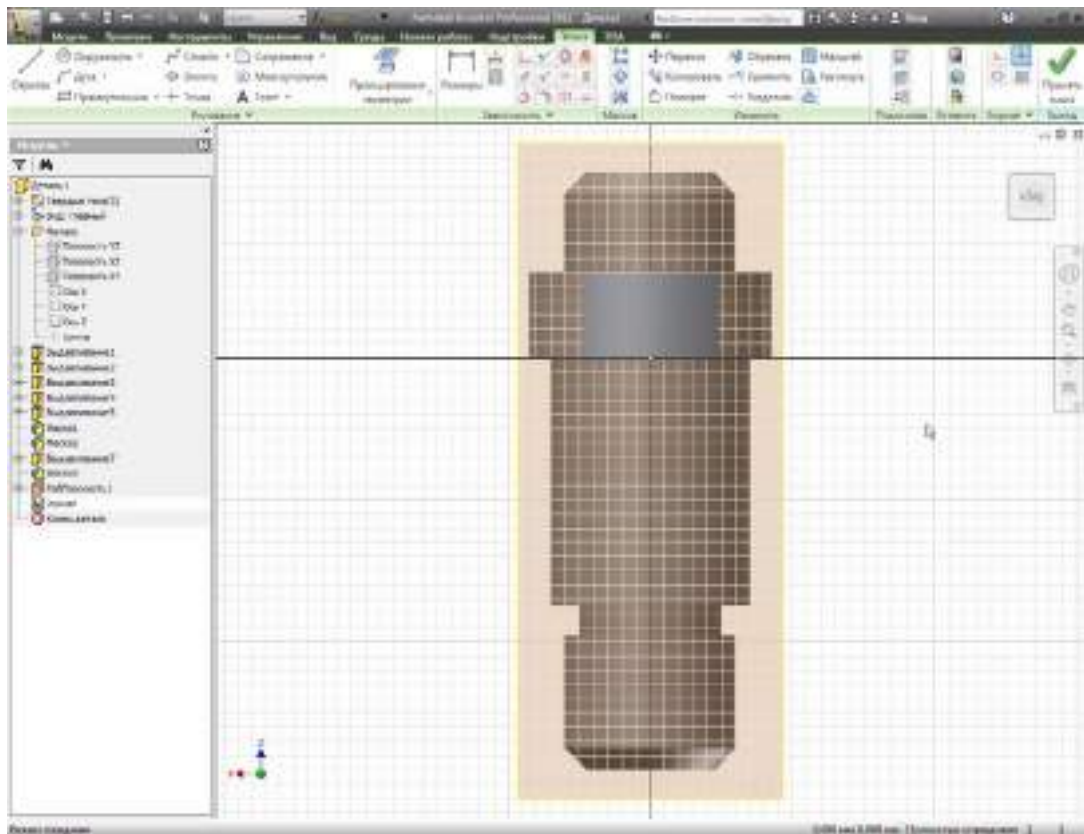


Рис. 15 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

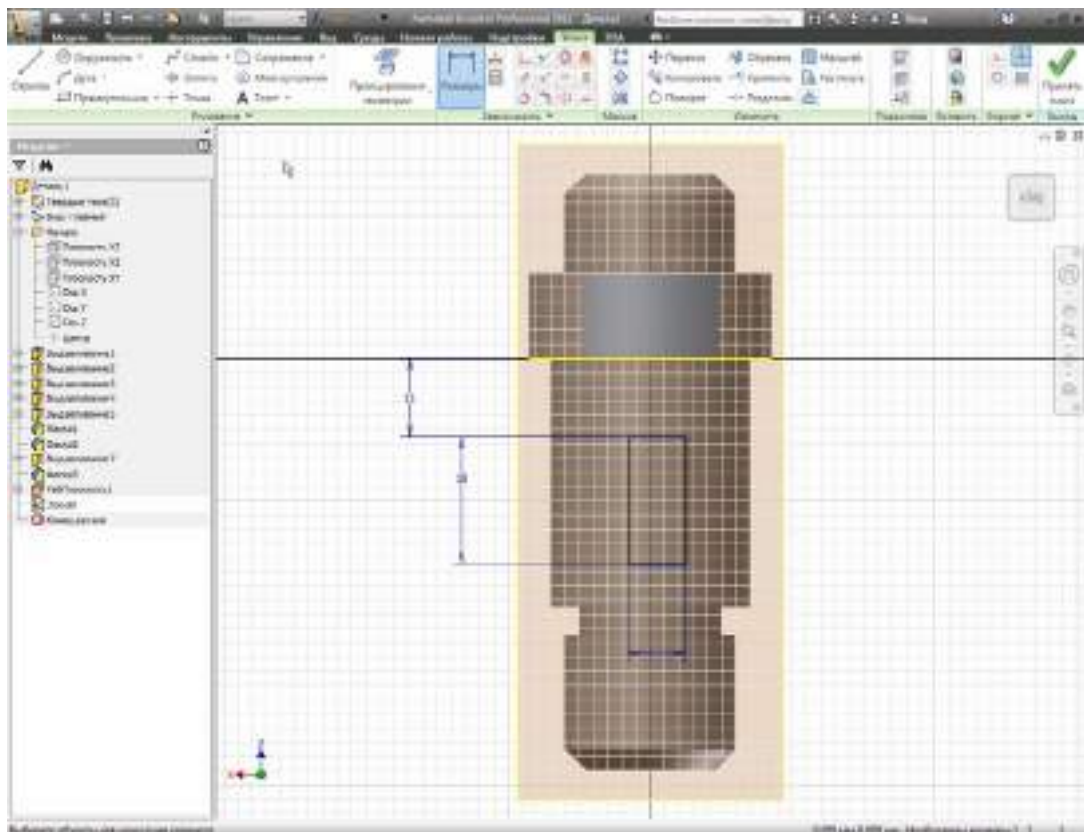


Рис. 16 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

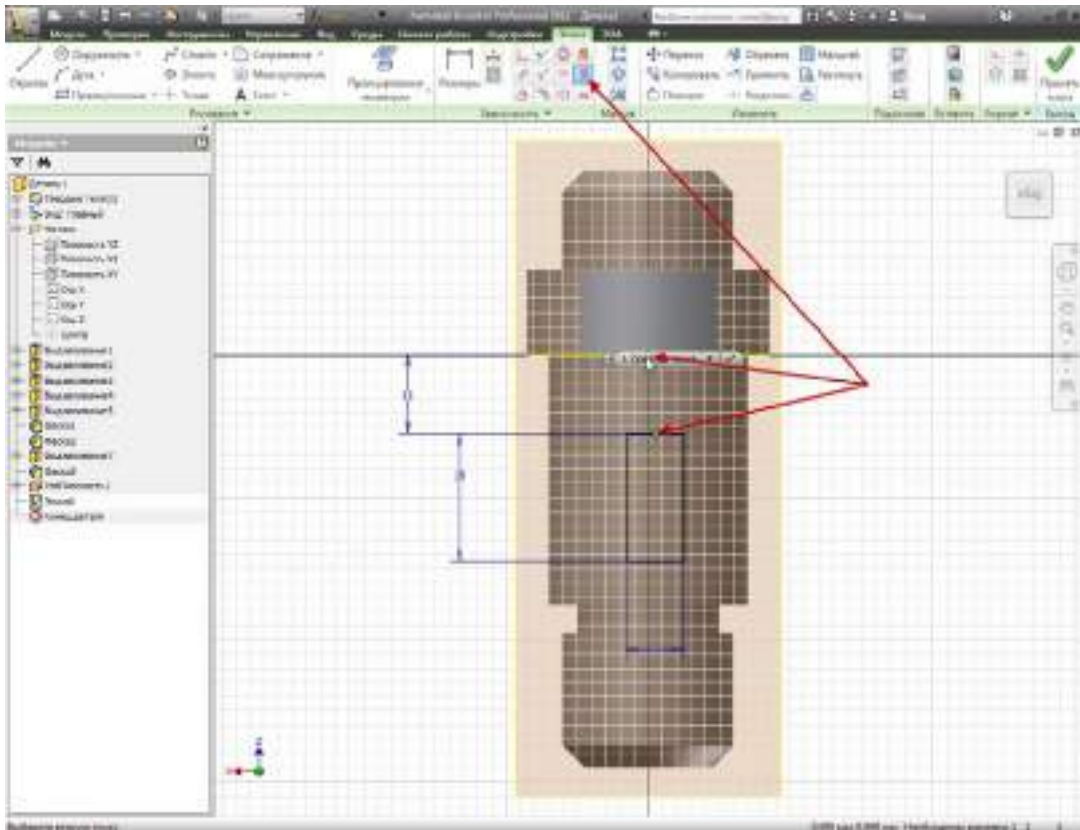


Рис. 17 — Совмещение осей симметрии

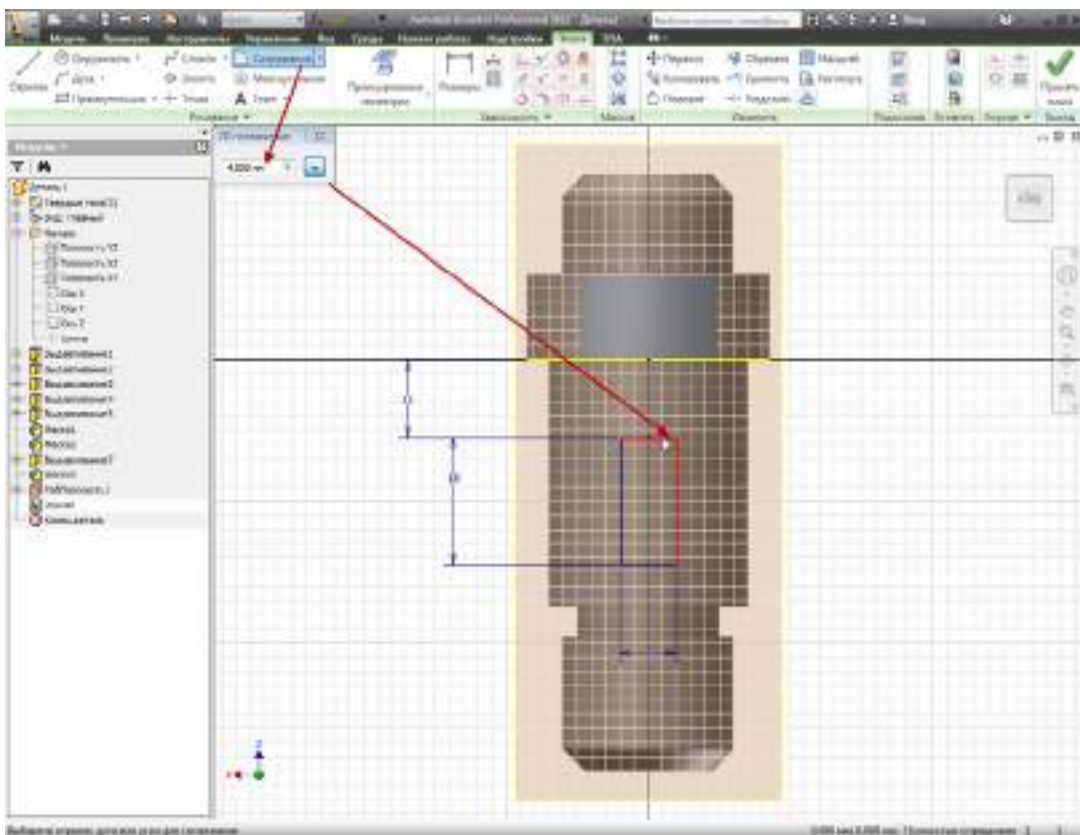


Рис. 18 — Сопряжение сторон контура

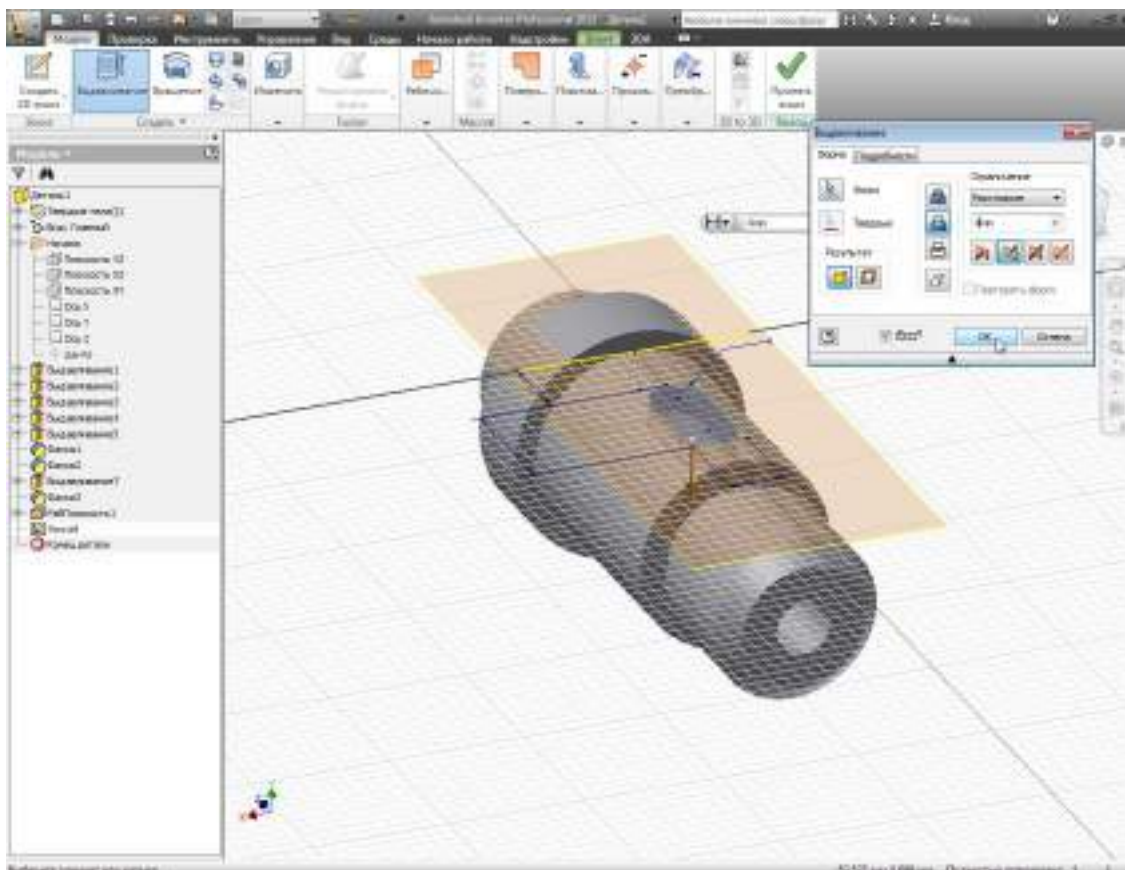



Рис. 19 — Работа с конструктивными элементами (выдавливание)

Для удобства представления модели отключим видимость вспомогательных элементов (рабочей плоскости). Для этого в браузере модели выбираем вспомогательный элемент и после нажатия правой кнопки мышки снимаем флажок с пункта меню **Видимость** (рис. 20).

На одной из ступеней оси должны быть нарезана резьба. Для создания на модели поверхности с резьбой используется инструмент **Резьба (Модель — Изменить — Резьба **). Щелкаем по данной кнопке (рис. 21). Указываем курсором на поверхность, где должна быть резьба. Если резьба расположена по всей поверхности, в диалоговом окне включаем флажок **На всю длину**. В обратном случае указываем длину резьбы. Открываем вкладку **Параметры** диалогового окна **Резьба** и устанавливаем необходимые параметры (рис. 22).

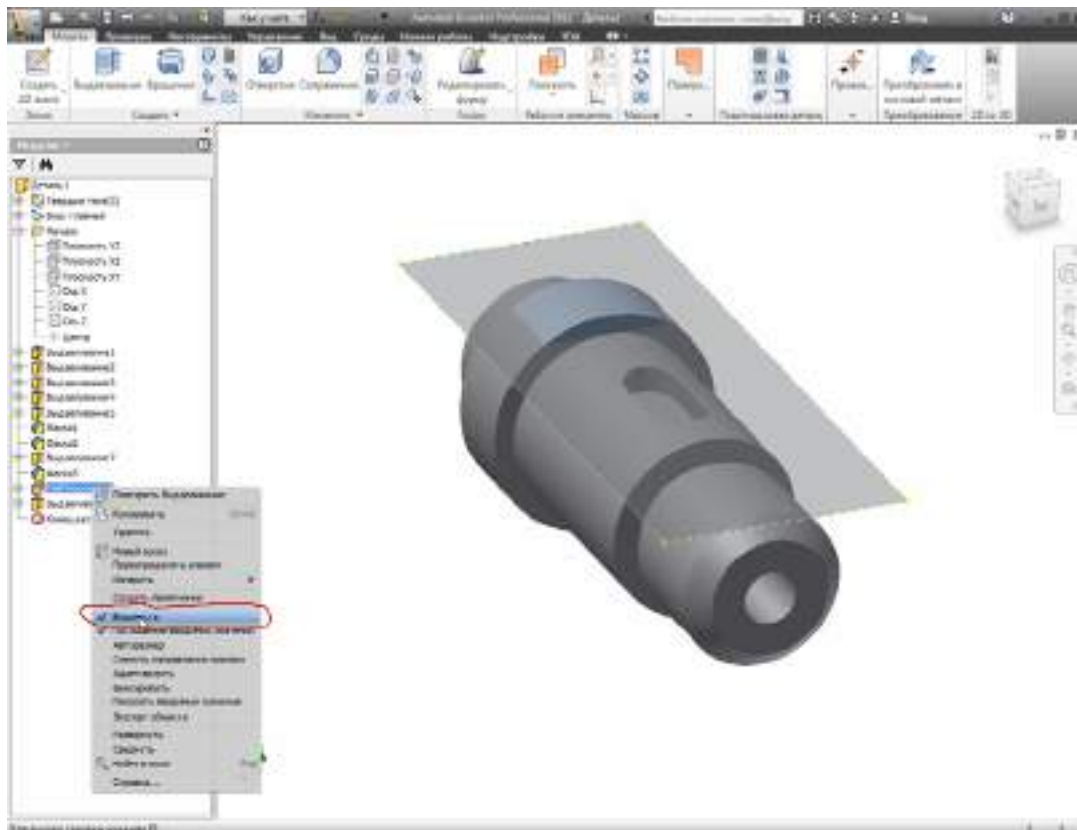


Рис. 20 — Удаление видимости вспомогательных элементов

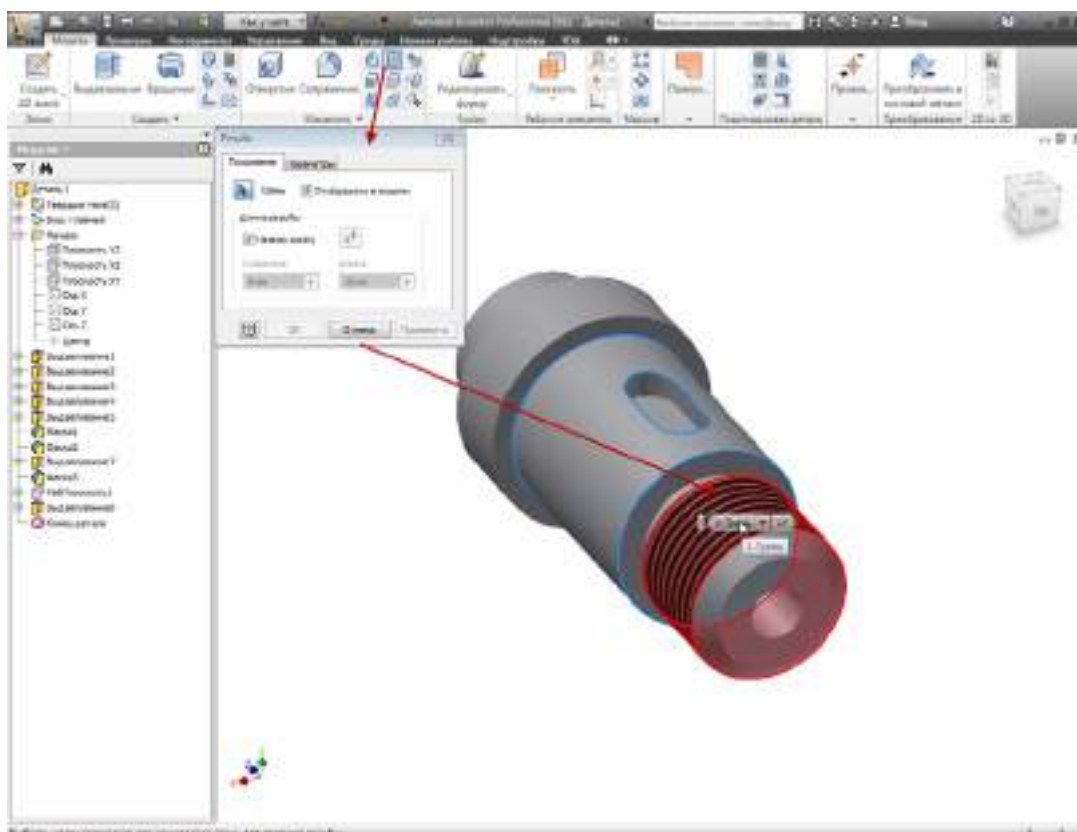


Рис. 21 — Создание конструктивного элемента Резьба

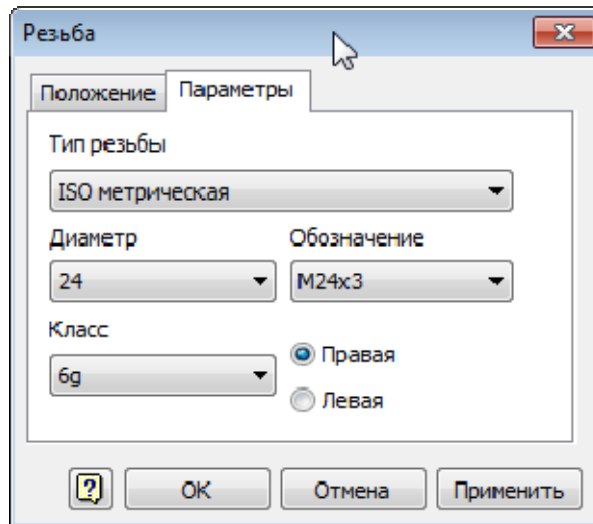


Рис. 22 — Установка параметров на вкладке **Параметры**

После того как геометрия модели детали выполнена, назначаем физические свойства детали. Для этого в меню **Приложение** (рис. 23) выбираем пункт **Свойства Inventor** и открываем вкладку **Физические**.

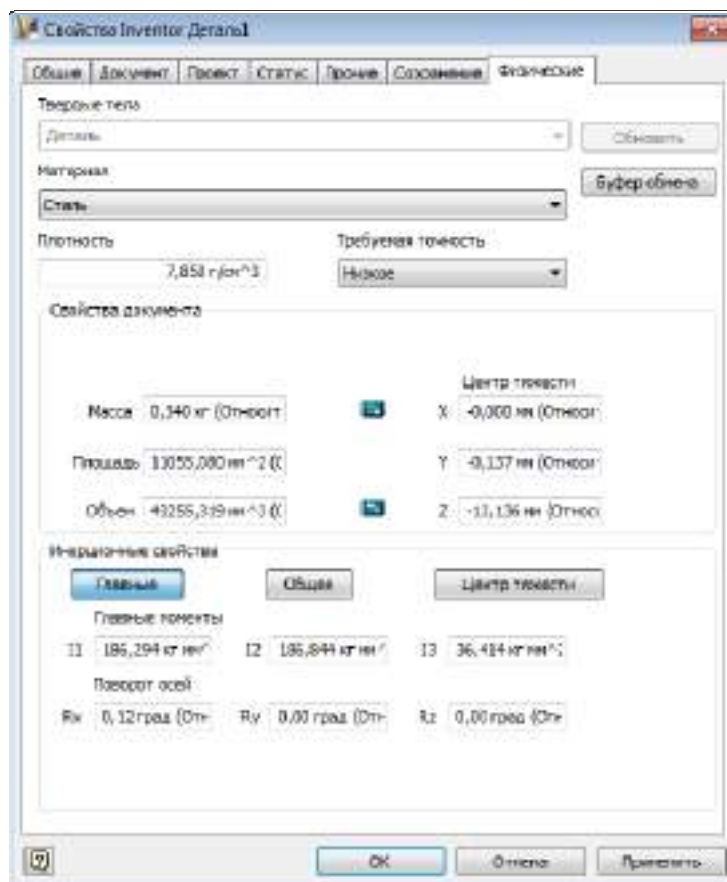


Рис. 23 — Настройка физических свойств модели детали

В выпадающем меню раздела **Материал** выбираем материал детали — например: сталь или другой материал из списка.

Можно также назначить тонированное изображение материала детали, которое может отличаться от материала, назначенного в ее физических свойствах. Это можно сделать, открыв на панели **Быстрого запуска** выпадающее меню с перечнем различных материалов (рис. 24).

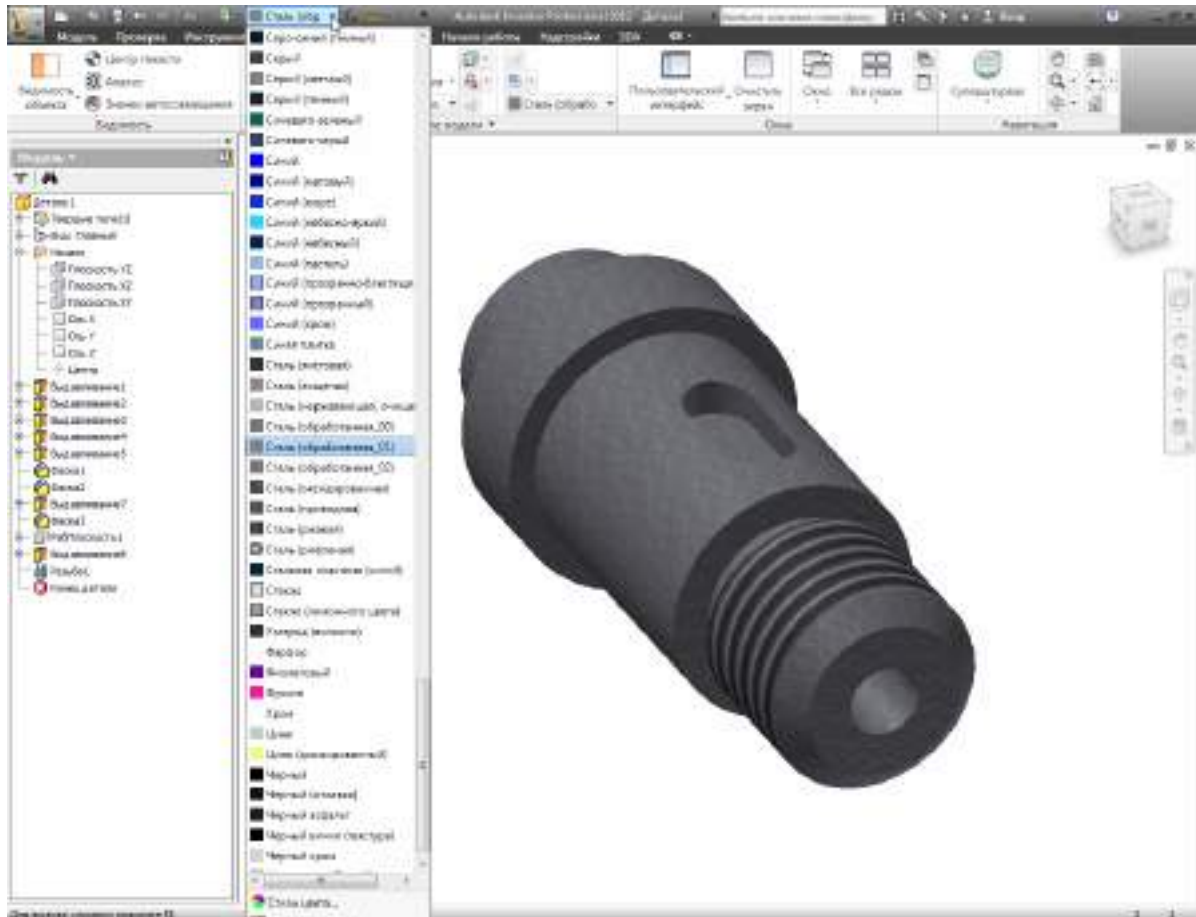


Рис. 24 — Назначение материала модели детали

Практическая работа № 10

Построение конструктивных элементов вращением


Цель работы — научиться работать с конструктивными элементами (вращение) в Autodesk Inventor.

Задание

Ознакомьтесь с созданием конструктивных элементов в Autodesk Inventor с помощью операции **Вращение**, выполнить упражнения по получению 3D моделей деталей вращением.

В качестве модели взять чертеж детали «Ось» (практическая работа № 2).

Методические указания

По чертежу (рис. 1) выполняем эскиз. Выполнение эскиза, образмеривание, наложение зависимостей формы и расположения, проецирование вспомогательной геометрии было подробно описано в предыдущих разделах. Желательно для осевой линии на эскизе использовать опцию **Осевая линия** (**Эскиз — Формат — Осевая линия** ) (рис. 1).

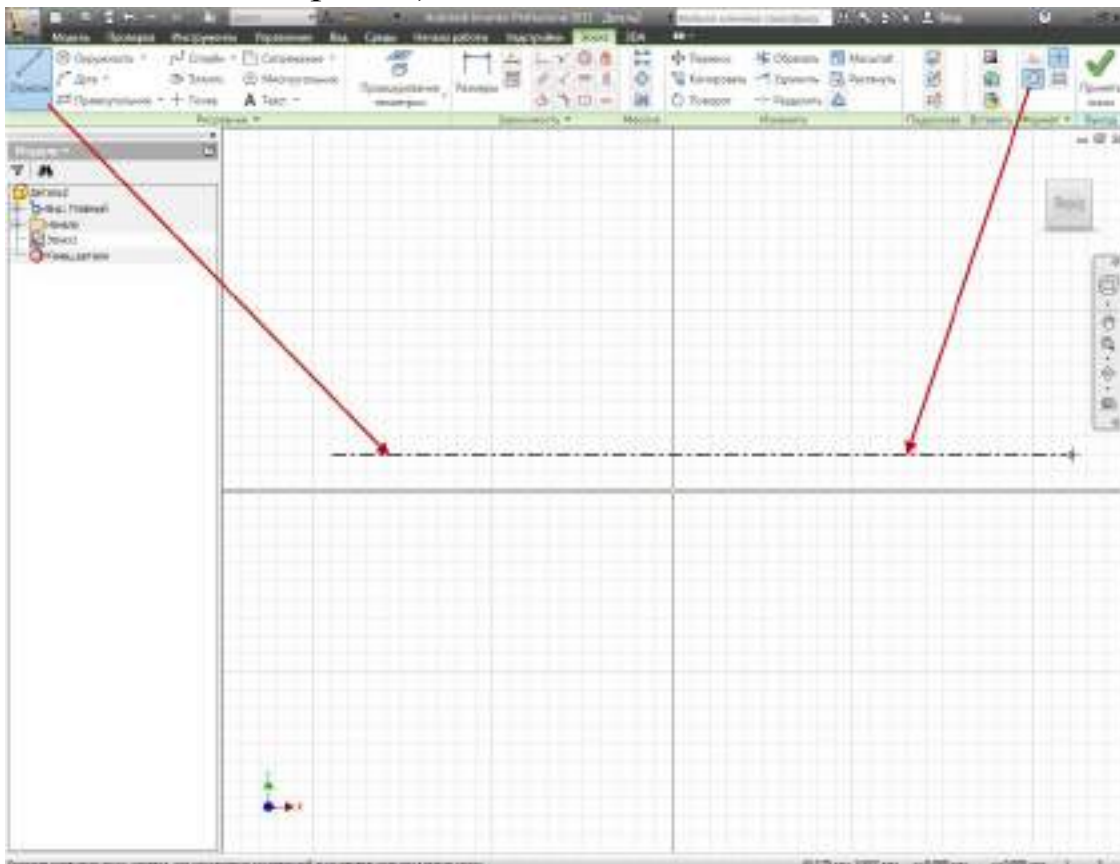


Рис. 1 — Построение осевой линии

При выполнении эскиза не рекомендуется прорисовывать такие элементы, как фаски, сопряжения и т.п., которые можно создать на модели. Это уменьшит размеры файла модели. После окончания выполнения эскиза он будет выглядеть как на рис. 2.

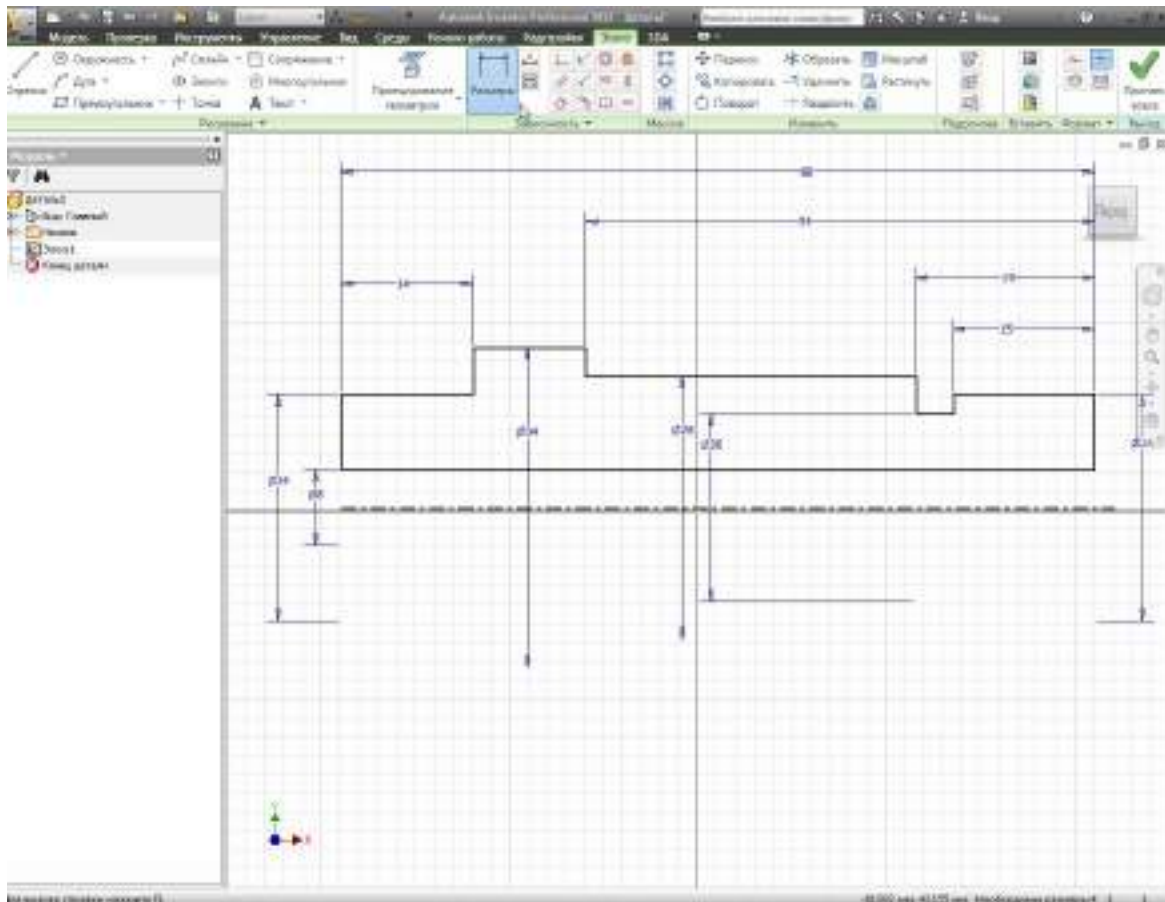


Рис. 2 — Эскиз для создания модели оси вращением

Переходим на вкладку **Модель** и щелкаем по кнопке **Вращение (Модель — Создать — Вращение)**. Затем необходимо указать **Ось**, относительно которой будет выполнено вращение, в качестве оси выбираем ось эскиза. Так как в нашем случае было выполнено построение половины эскиза в одной плоскости, то ограничение вращения оставляем на **Полный круг**. Также существует возможность ограничить вращение по «углу». После нажатия кнопки **ОК** Inventor выполняет необходимое построение (рис. 3). Обычно при выполнении этой операции программа производит автоматический выбор контура эскиза и оси.

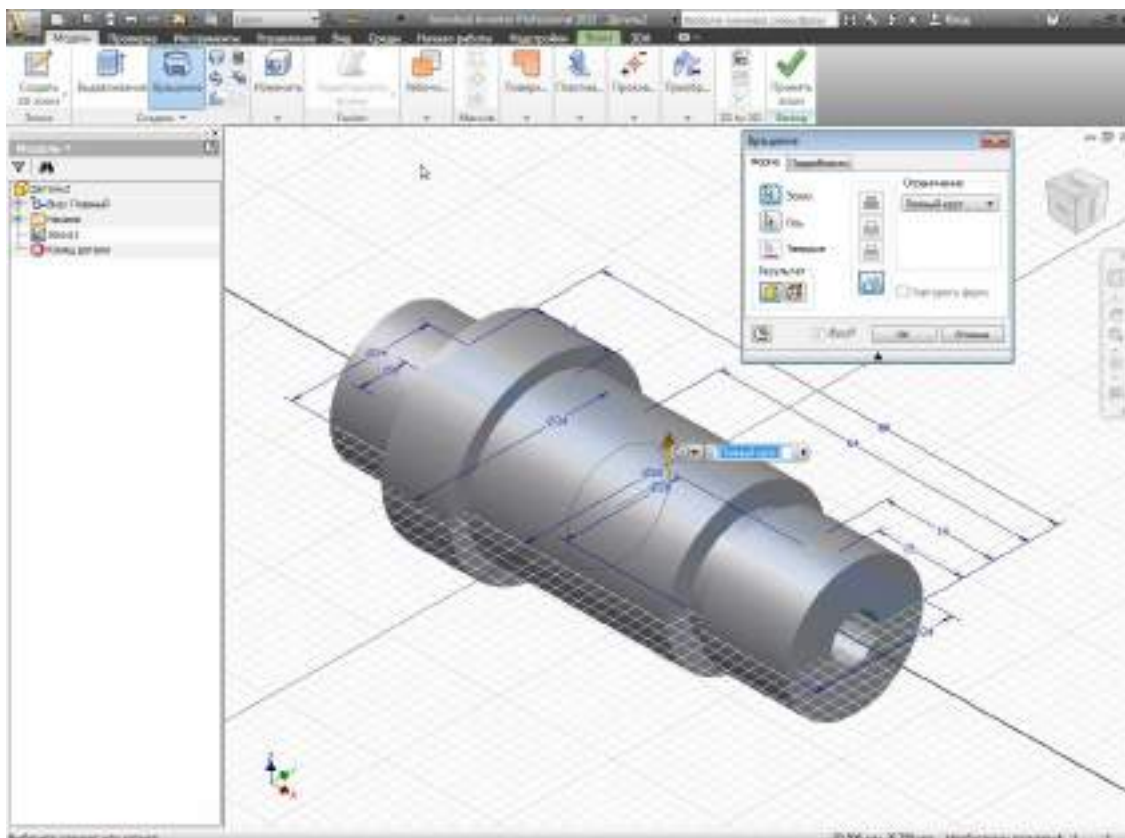


Рис. 3 — Выполнение операции **Вращение**

Полученный результат показан на рис. 4.



Рис. 4 — Autodesk Inventor. Работа с конструктивными элементами (вращение)

Шпоночный паз построим способом, отличным от описанного в предыдущем разделе. В браузере выбираем координатную плоскость XY, которая является плоскостью симметрии построенного конструктивного элемента. Щелкаем по кнопке **Эскиз (Модель — Эскиз)** (рис. 5). Плоскость эскиза будет совмещена с плоскостью симметрии.

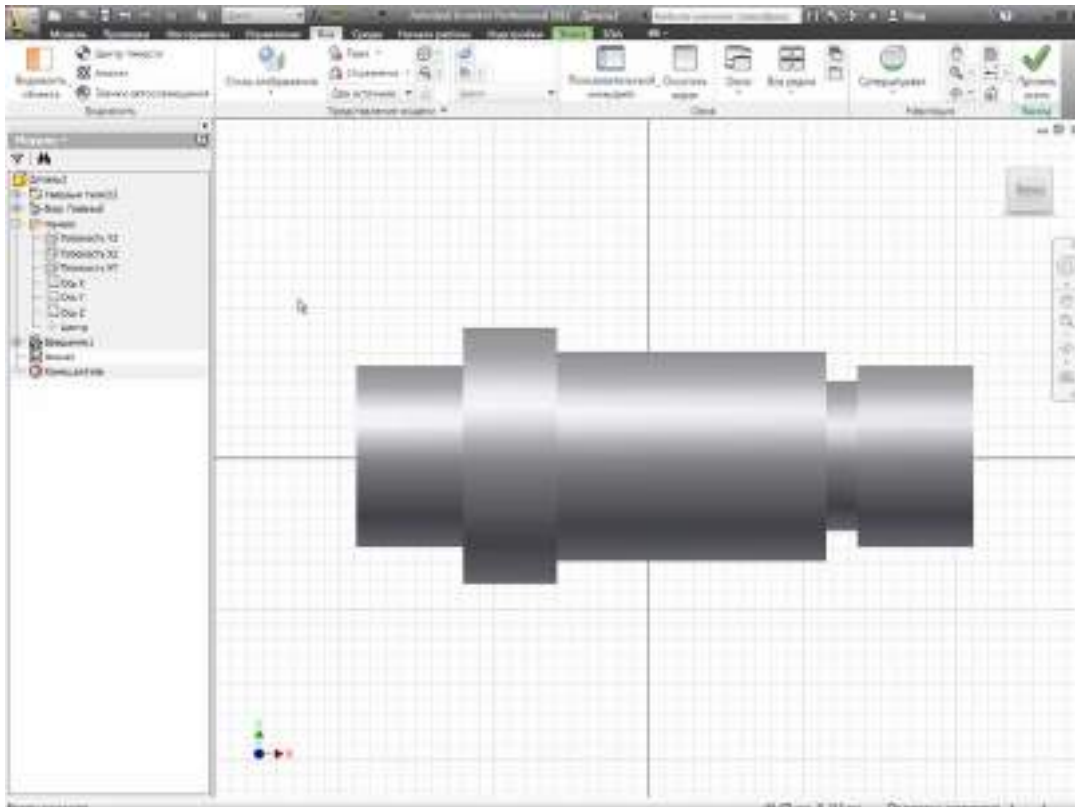


Рис. 5 — Совмещение плоскости симметрии детали с плоскостью эскиза

Для удобства подготовки нового эскиза, с помощью инструмента выбора режима представления **Стиль отображения (Вид — Представление модели — стиль отображения)** задаем каркасный режим (рис. 6). В данном случае тонированные поверхности не будут мешать построению эскиза.

Вид на графической области должен соответствовать рисунку 3.7. Щелкаем по кнопке инструмента **Проецирование геометрии (Эскиз — Рисование — Проецирование геометрии)** и в открывшемся окне (рис. 8) выбираем раздел **Проецирование геометрии**. Указываем курсором на окружность торца ступени и очерковую образующую цилиндра, расположенную в плоскости эскиза (рис. 8). Создаем эскиз для конструктивного элемента шпоночный паз (рис. 9). При нанесении размеров на эскизе в качестве базы используем спроецированную геометрию.

Переходим на вкладку **Модель**. Щелкаем по кнопке инструмента **Выдавливание** на инструментальной панели **Создать**, задаем расстояние выдавливания с опцией в обе стороны, включаем режим вычитания (рис. 10). Щелкаем по кнопке **ОК**. Полученный результат представлен на рис. 11.

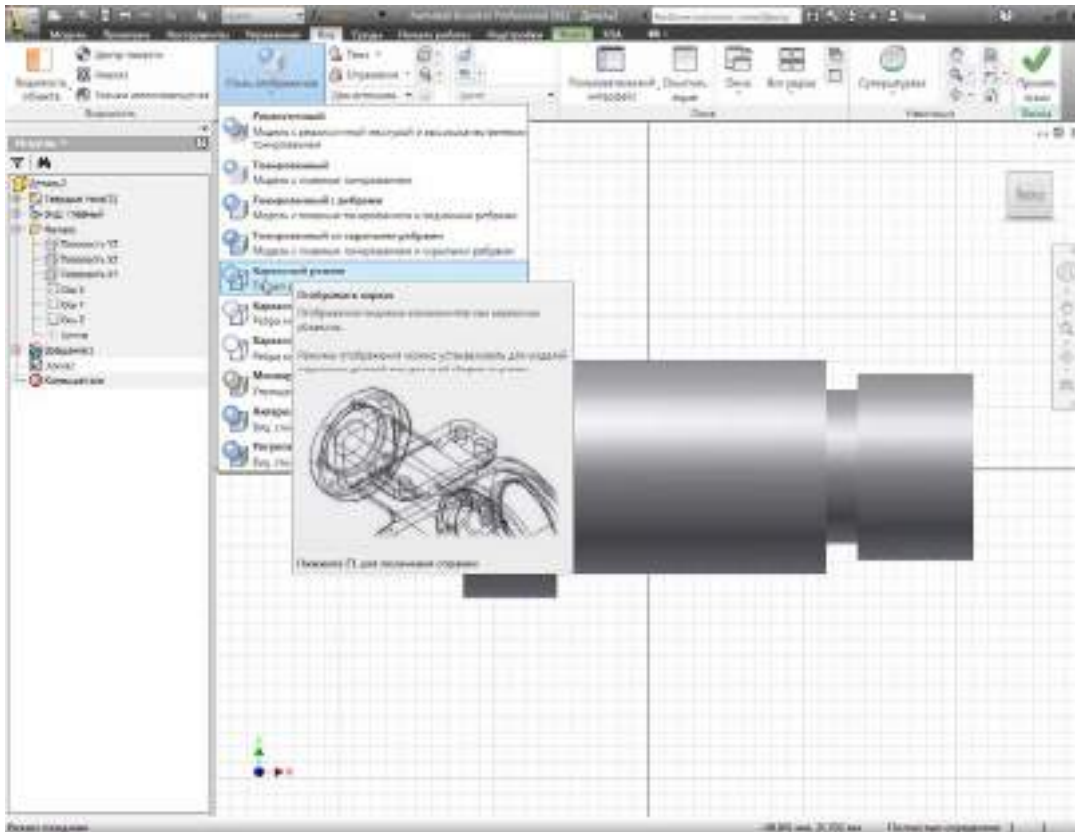


Рис. 6 — Задание каркасного режима отображения модели

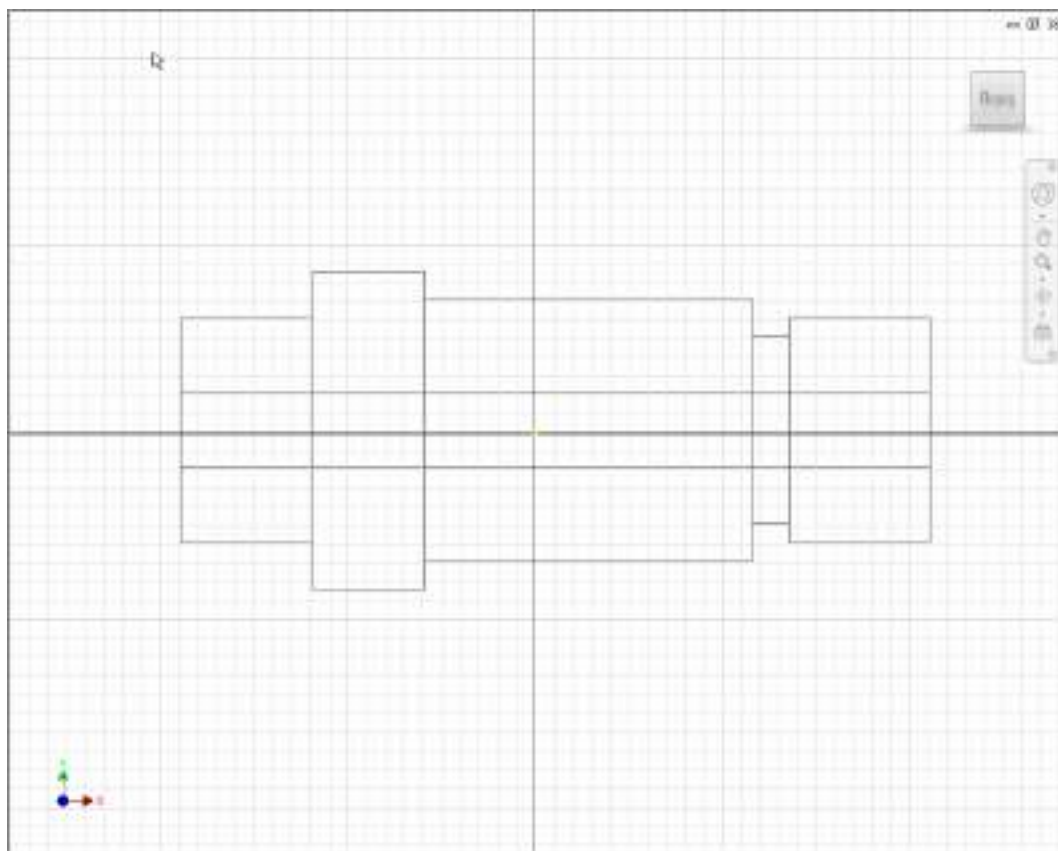


Рис. 7 — Autodesk Inventor. Работа с конструктивными элементами (вращение)

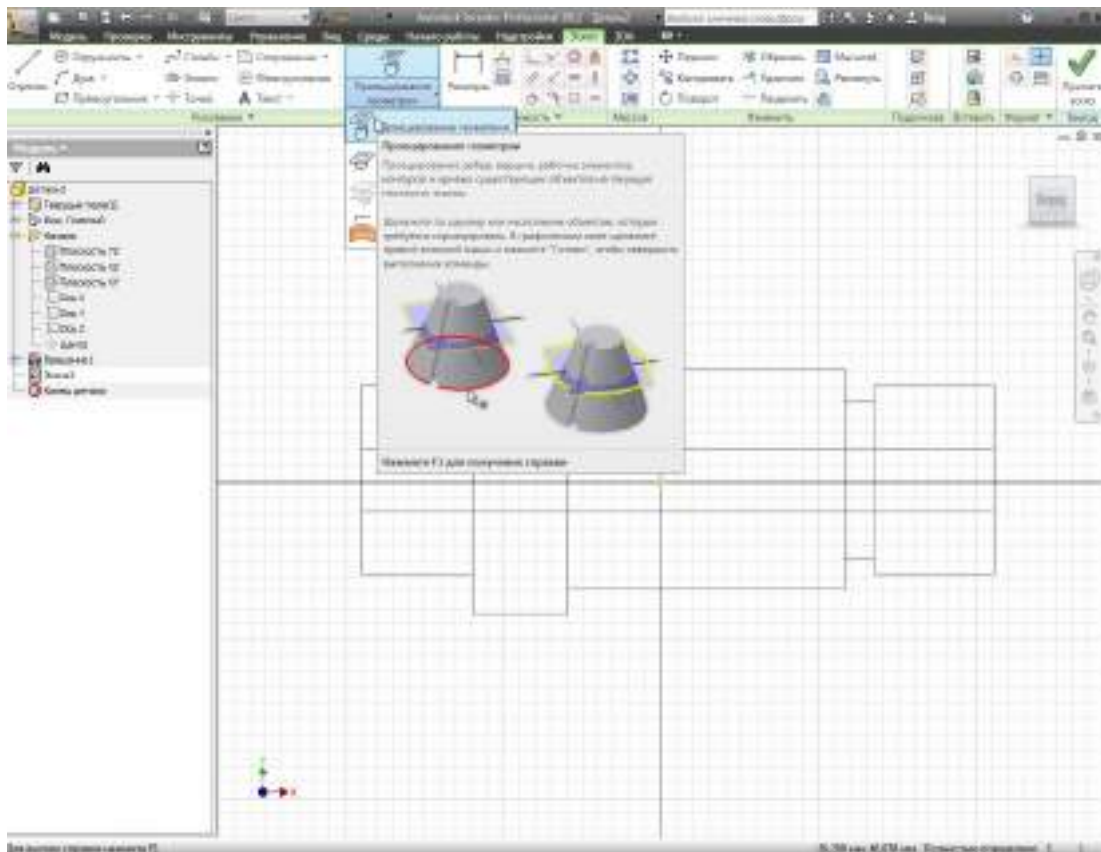


Рис. 8 — Autodesk Inventor. Работа с конструктивными элементами (вращение)

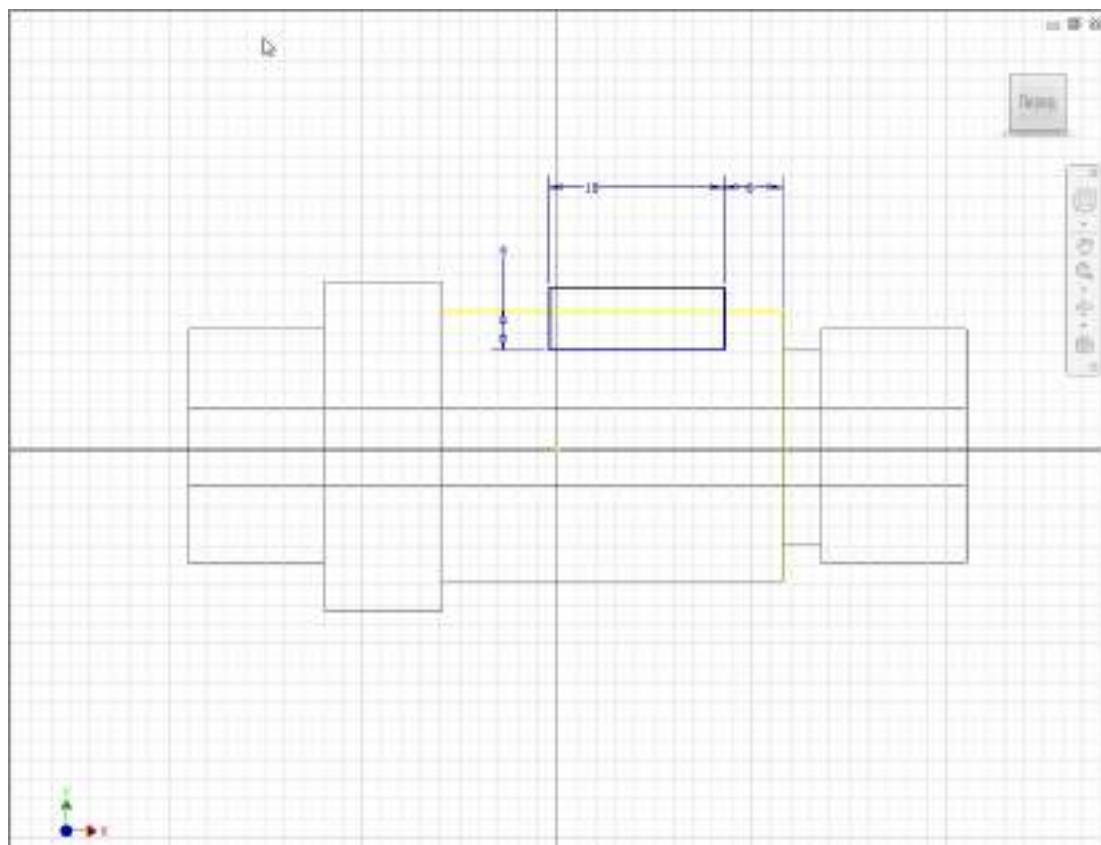


Рис. 9 — Эскиз шпоночного паза

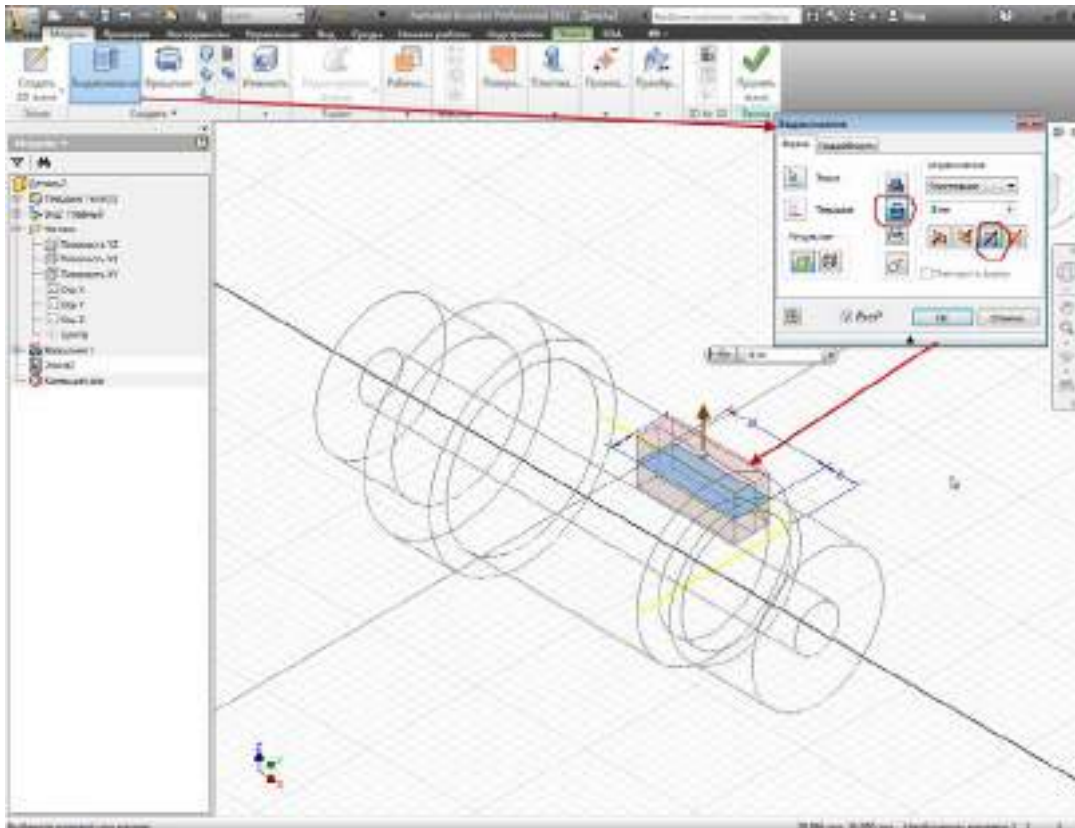


Рис. 10 — Создание шпоночного паза



Рис. 11 — Autodesk Inventor. Работа с конструктивными элементами (вращение)

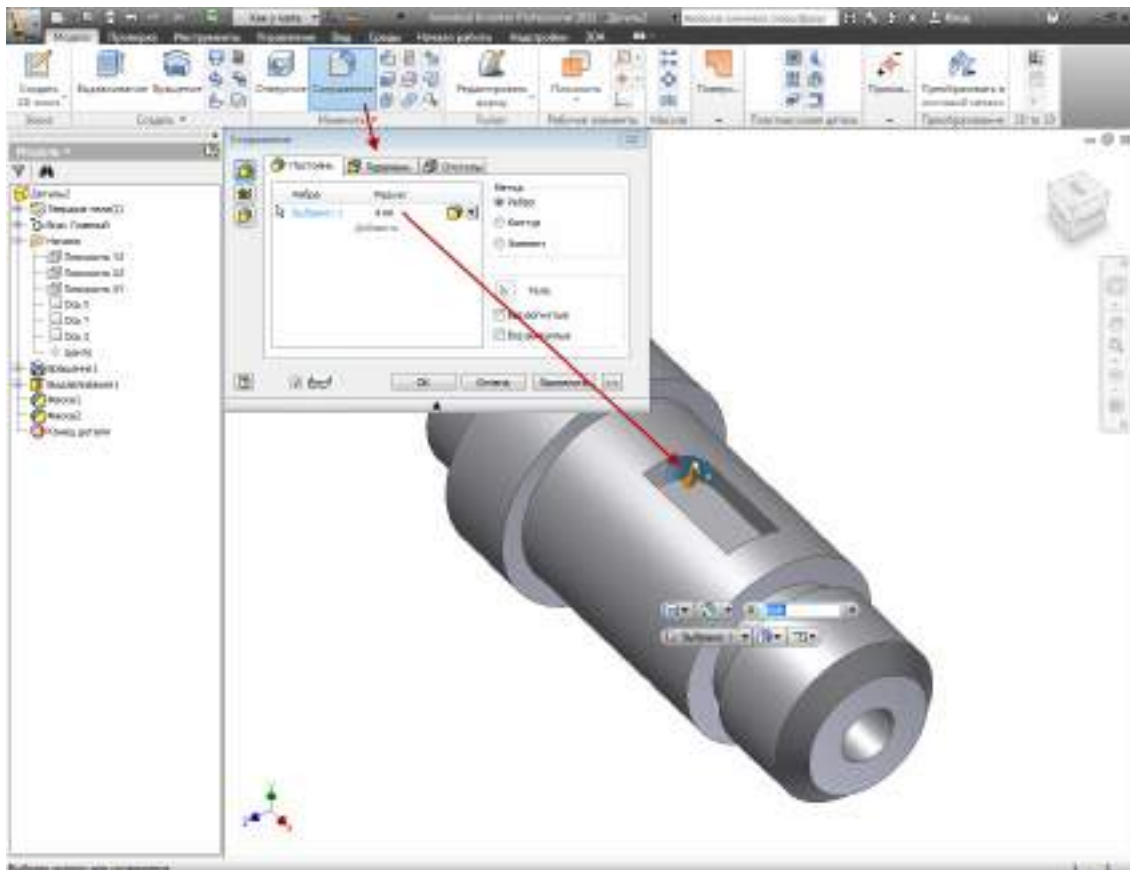


Рис. 12 — Соприжение ребер шпоночного паза

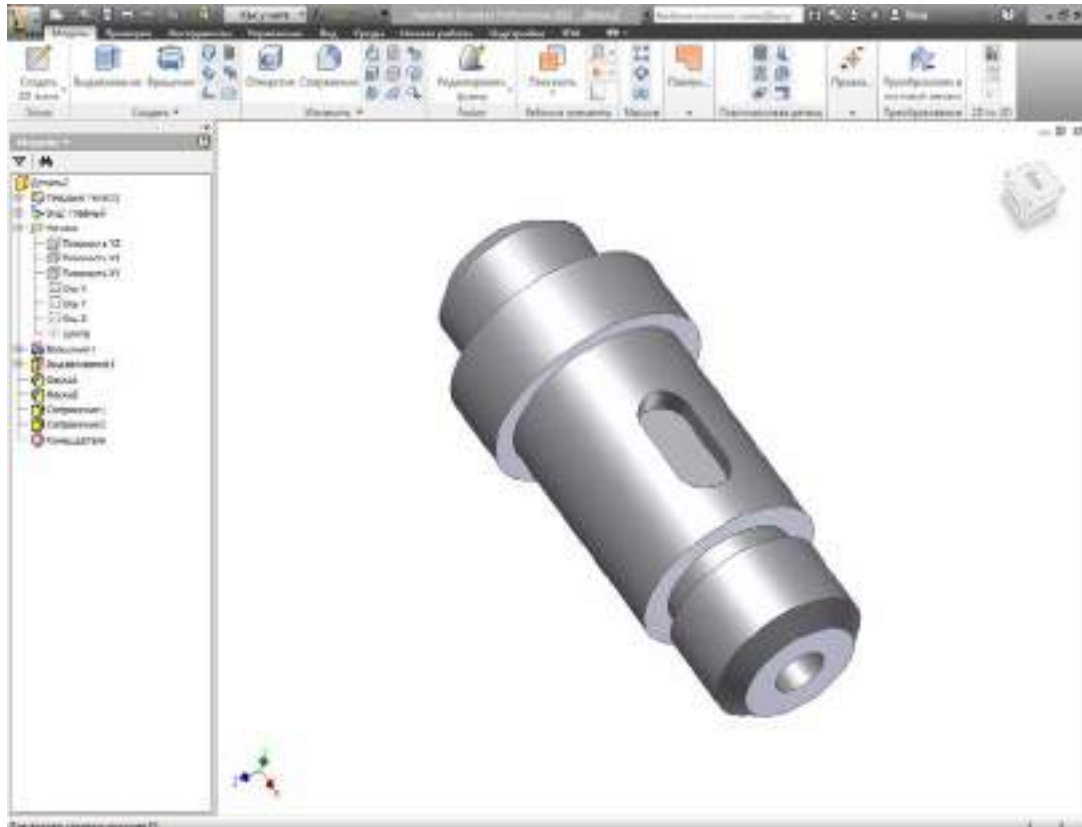


Рис. 13 — Результат практической работы № 4

Скругленные края шпоночного паза получаем с помощью инструмента **Сопряжение (Модель — Изменить — Сопряжение)**. В появившемся диалоговом окне устанавливаем необходимые параметры и указываем на ребра шпоночного паза (рис. 12).

Фаски на модели получаем так же, как было рассказано в предыдущем разделе. Окончательный результат работы показан на рис. 13.

Практическая работа № 11

Построение конструктивных элементов по сечениям

Цель работы — научиться работать с конструктивными элементами в Autodesk Inventor.

Задание

Задачи — ознакомиться с построением конструктивных элементов по сечениям в Autodesk Inventor, выполнить упражнения по получению 3D моделей деталей по сечениям.

В этом разделе будет рассмотрен прием создания конструктивного элемента путем построения перехода между контурами.

Элементы по сечениям создаются путем построения переходов между контурами, расположенными на разных рабочих плоскостях или плоских гранях. В качестве контуров можно использовать 2D или 3D эскизы, ребра и контуры граней модели. Форма элемента по сечениям может уточняться с помощью направляющих и сопоставления точек. Команда **По сечениям** позволяет создавать как тела, так и поверхности.

Результатом этого занятия должно явиться построение сложного элемента перехода в детали «наконечник для крепления электрических проводов» (см. рисунок 1).

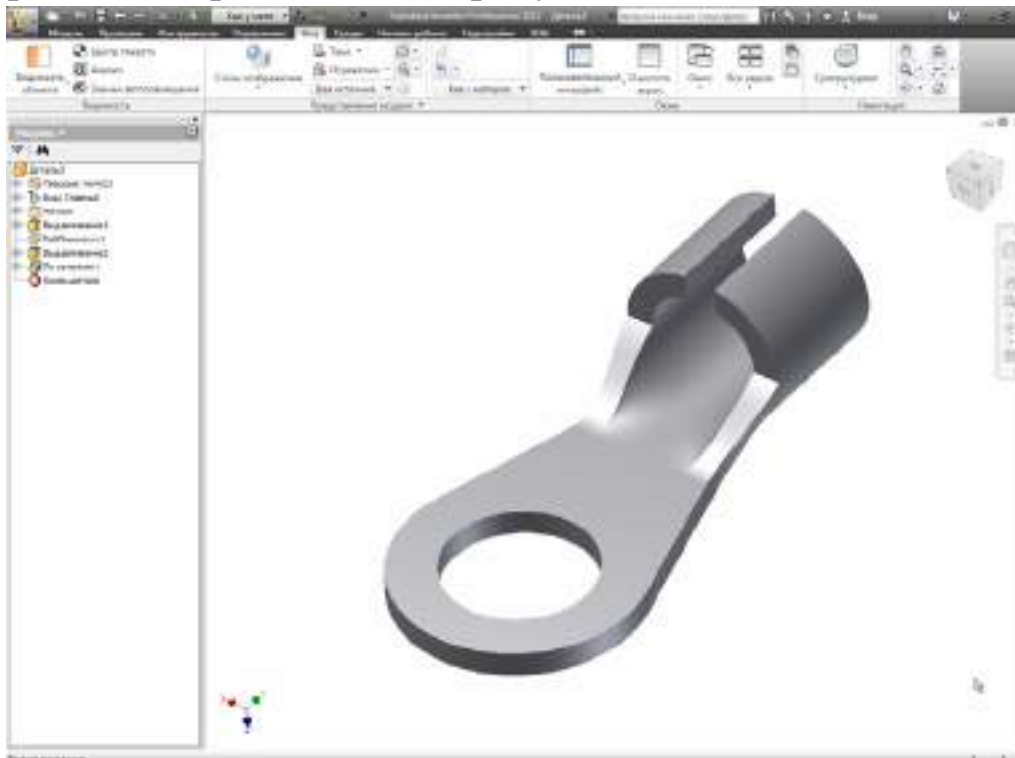


Рис. 1 — Исходный результат

Методические указания

Построение показанных на рисунке 2 элементов выполняется стандартными командами для построения конструктивных элементов, описанными в предыдущих описаниях. В качестве плоскостей для построения эскизов выбраны взаимно-перпендикулярные плоскости.

Для начала построения элемента «По сечениям» создаем новый эскиз на плоскости одного из элементов наконечника. Это необходимо потому, что в построении участвует не весь контур, спроецированный на плоскость построения, а только его часть (рис. 3).

После команды «Возврат» начинаем построение конструктивного элемента «По сечениям». Для этого выбираем в инструментальной палитре соответствующую команду. В открывшемся диалоговом окне определяем контуры для будущего построения. В качестве первого контура выбираем грань одного из элементов. Строить эскиз не обязательно, если контур строится по периметру грани (рис. 4).

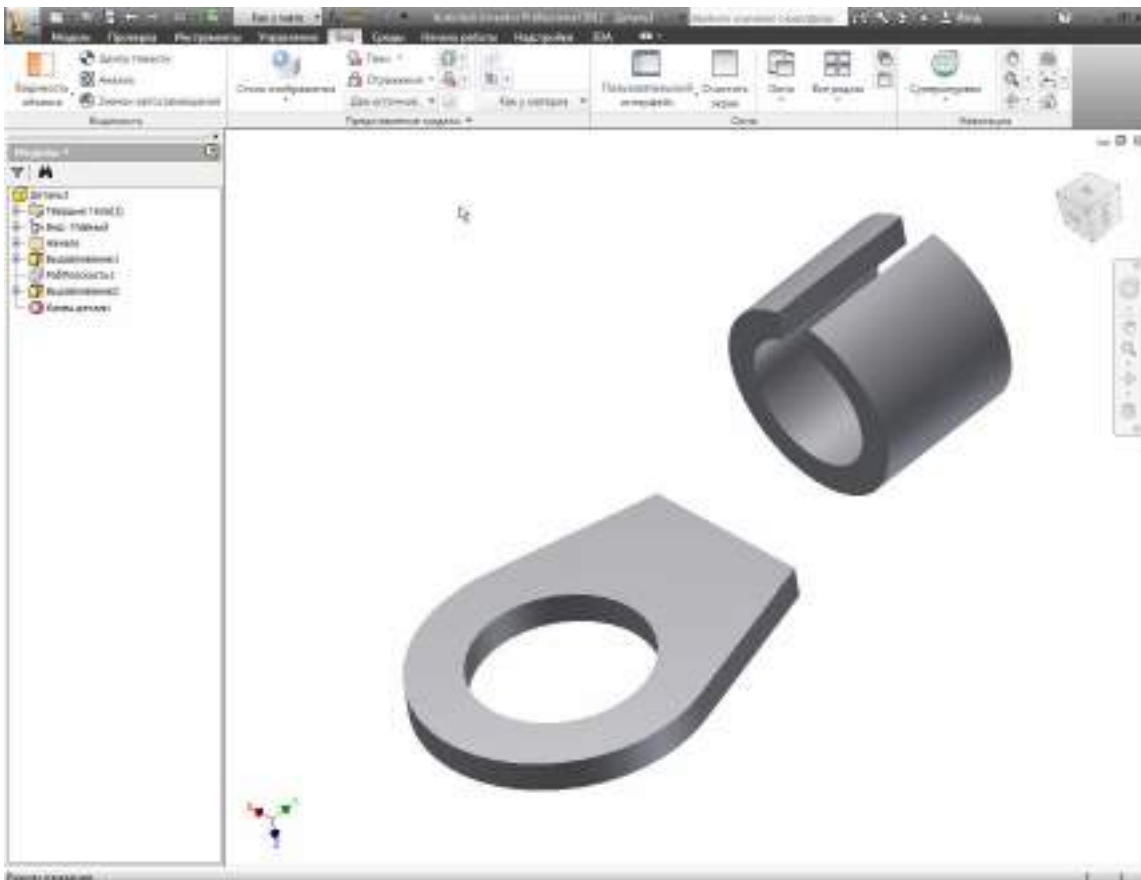


Рис. 2 — Построение элементов детали

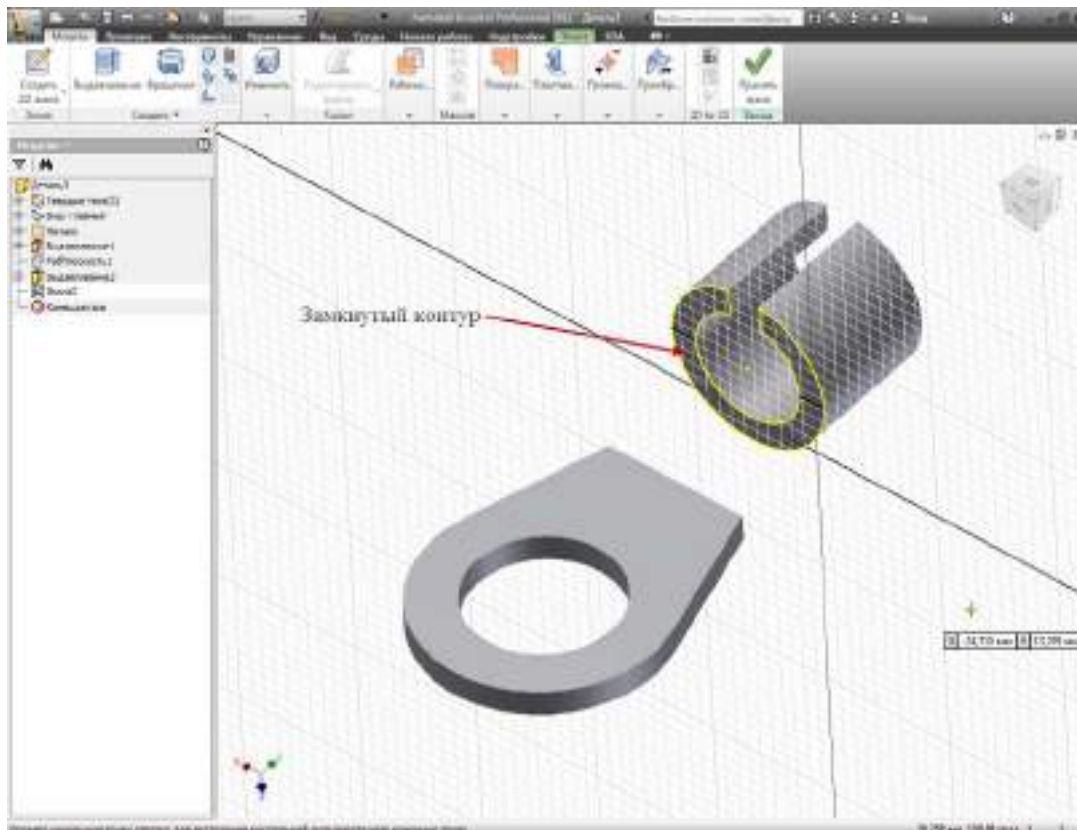


Рис. 3 — Создание нового эскиза

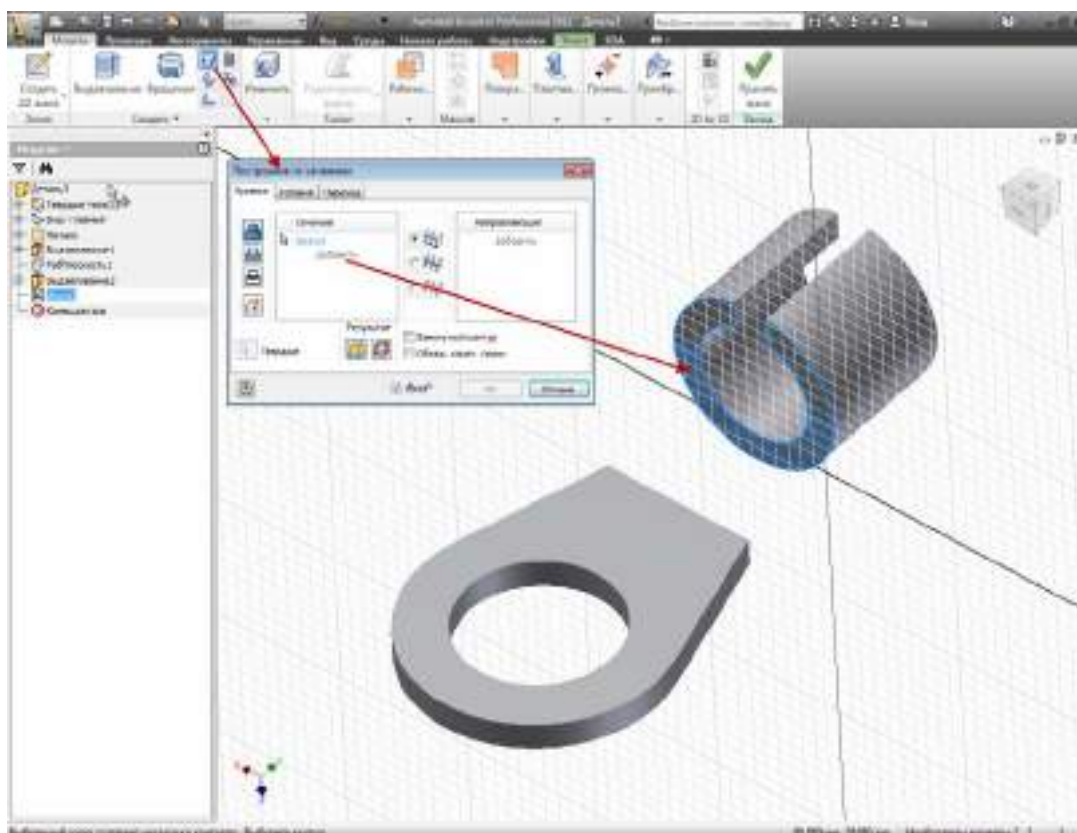


Рис. 4 — Построение контура по периметру грани

В качестве второго контура выбираем ранее созданный нами эскиз. Причём указываем на ту часть эскиза, которая будет непосредственно участвовать в построении (рис. 5).

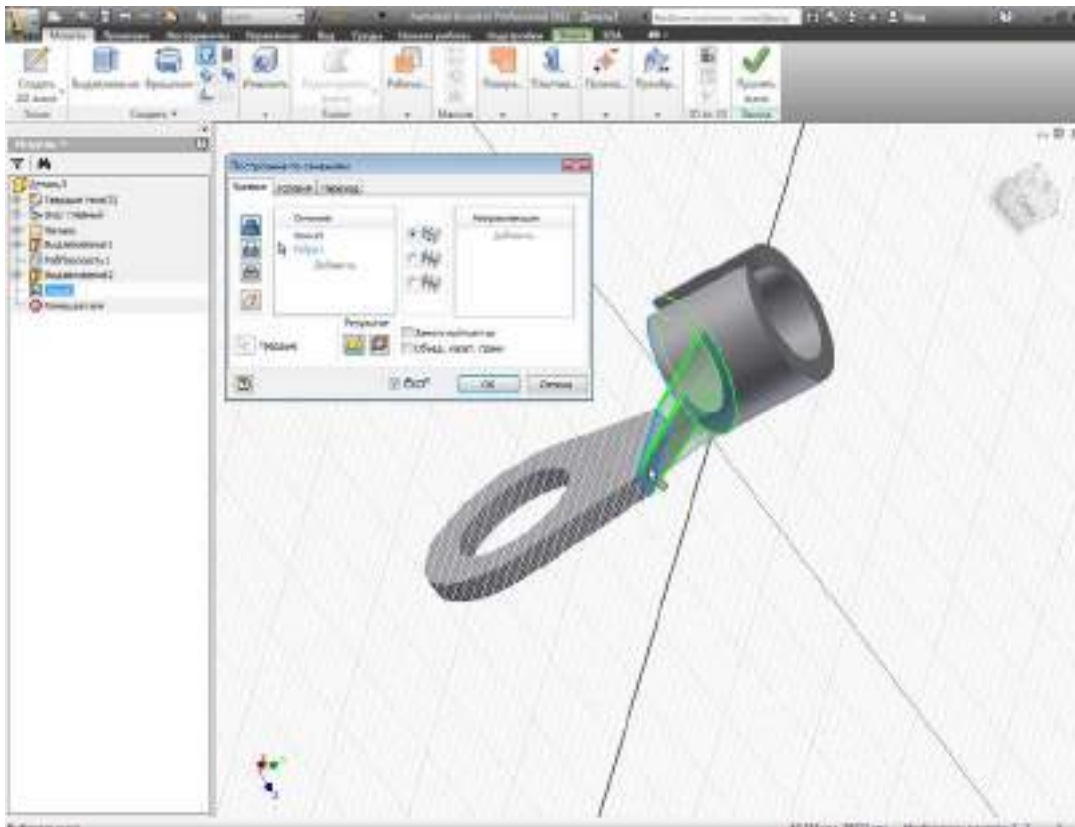


Рис. 5 — Выбор второго контура

При построении **По сечениям** возможности по формированию тела детали во многом схожи с построением конструктивного элемента **Выдавливание**, однако имеется и ряд дополнительных возможностей. Флажок «Замкнутый контур» необходим для объединения начального и конечного контуров элементов по сечениям. Флажок **Объединение касательных граней** (объед. касат. граней) объединяет грани элемента «по сечениям» без создания ребра между смежными гранями элемента.

Переходим во вкладку **Условия**. Во вкладке **Условия** назначаются граничные условия для краевых сечений и направляющих. Граничные условия определяют форму элемента по сечениям в крайних точках. По умолчанию значения устанавливаются в «свободное положение», т.е. построение выполняется без граничных условий. В случае необходимости назначения угла

между плоскостью контура и поверхностью для каждого сечения выбираем **Условие касательности**. По умолчанию значение установлено в 90 градусов. Область допустимых значений угла от 0.0000001 до 179.99999 градусов. Для регулирования плавности построения элемента по сечениям используем безразмерную величину «Вес», которая управляет формой элемента по сечениям с учетом заданного угла. Большое значение дает в результате плавный переход, малое значение — резкий переход. Значения подбираются относительно размеров модели (рис. 6).

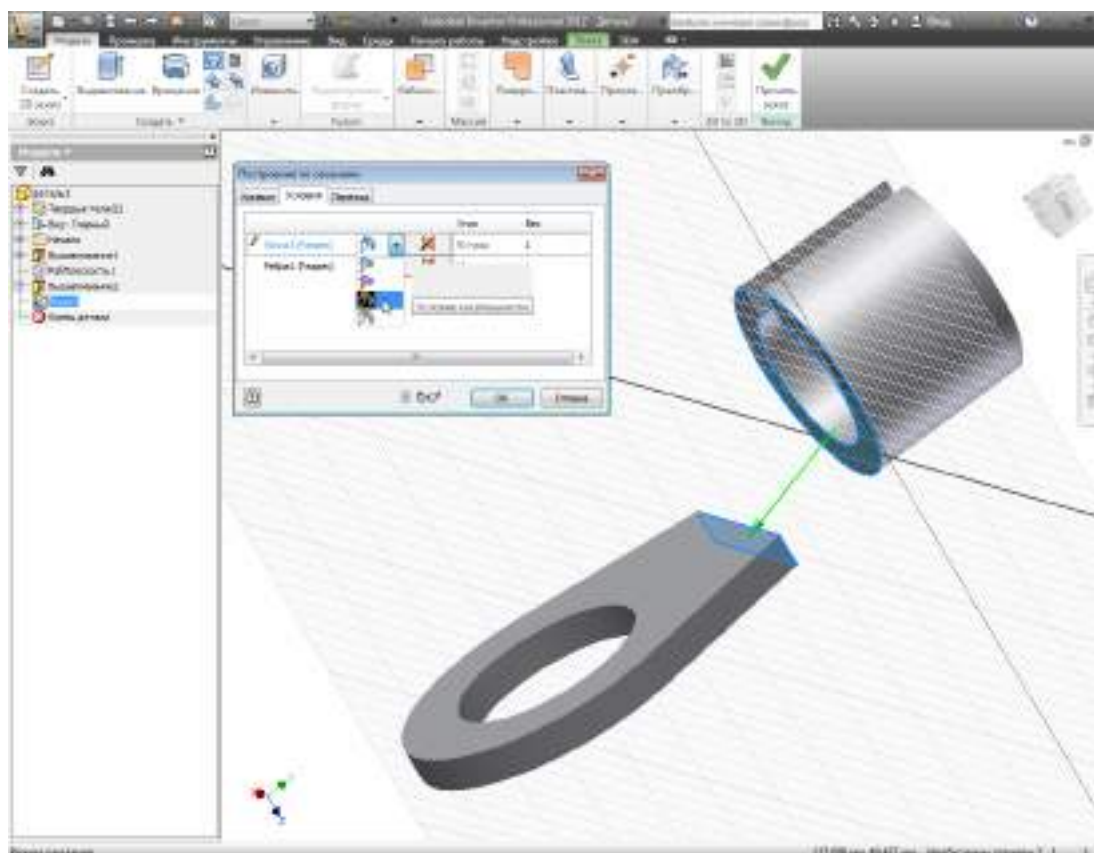


Рис. 6 — Работа с закладкой **Условия**

Переходим в закладку «Переход». При необходимости флажок «Автоматическое отображение» можно снять, изменив при этом предлагаемое сопоставление точек контуров. С помощью точек, направляющих и вершин можно назначить соответствие сегментов контуров, используемых для построения элемента по сечениям (рис. 7). Для изменения соответствия необходимо указать на элементе списки наборов точек для перехода от одного сечения к другому. Соответствующие выбранному элементу спи-

ска точки отображаются на экране. Указываем новое положение точки в графической области. При этом элемент списка получает новое безразмерное значение: «0» — соответствует началу линии; «1» — концу линии. Промежуточному положению точек соответствуют десятичные значения.

В завершение работы нажимаем на кнопку **ОК**.

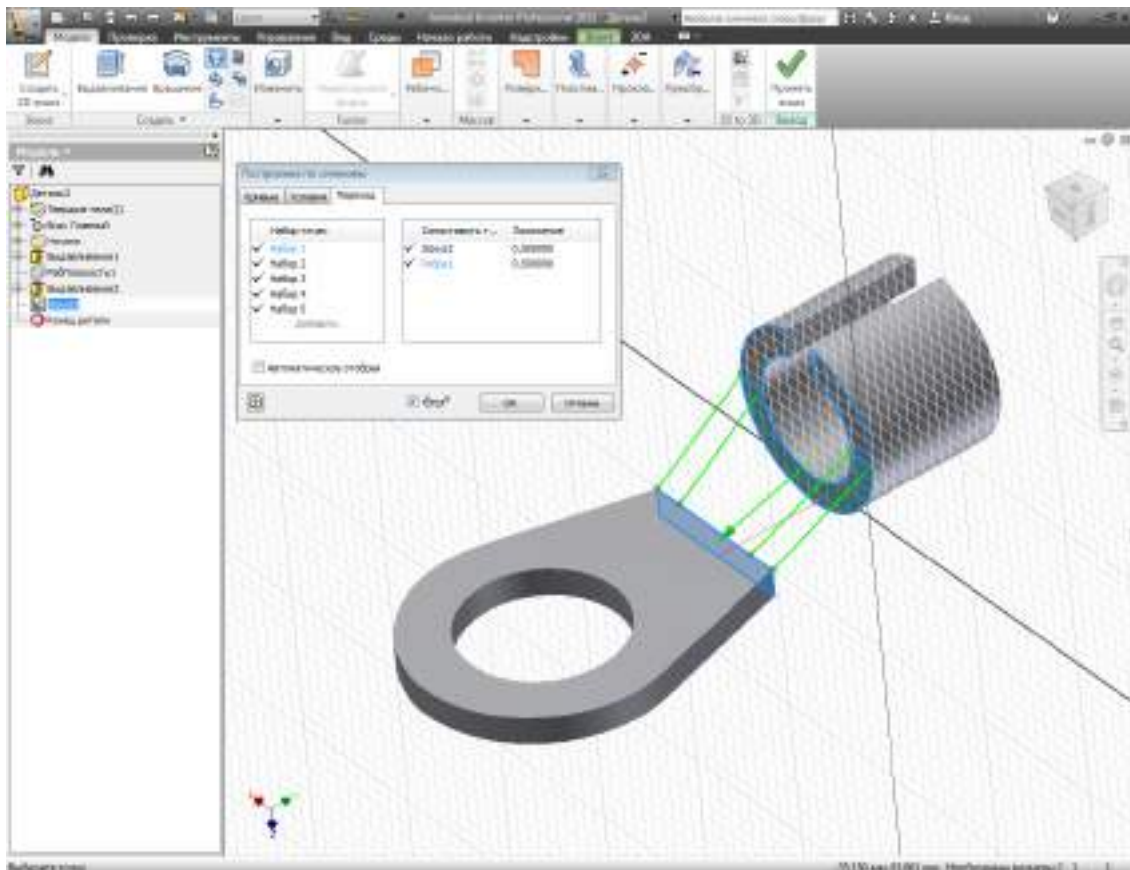


Рис. 7 — Построение перехода

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Варианты заданий

Размеры, мм															
№ вар.	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	O	P	R
1	80	24	34	24	28	20	18	6	4	14	54	19	3	8	4
2	85	22	36	22	24	22	16	5	4	12	52	20	2	8	4
3	82	20	32	20	24	22	14	4	4	14	50	22	3	8	4
4	80	25	34	26	26	24	18	3	4	12	56	19	2	8	4
5	85	24	36	24	20	18	16	6	4	14	58	20	3	8	4
6	82	22	32	22	20	18	14	5	4	12	54	22	2	8	4
7	90	20	34	20	18	16	18	4	4	14	52	19	3	8	4
8	80	25	36	26	24	22	16	3	4	12	50	20	2	8	4
9	85	24	32	24	22	20	14	6	4	14	56	22	3	8	4
10	82	22	34	22	20	18	18	5	4	12	58	19	2	8	4
11	80	20	36	20	18	16	16	4	4	14	54	20	3	8	4
12	85	25	32	26	24	22	14	3	4	12	52	22	2	8	4
13	82	24	34	24	22	20	18	6	4	14	50	19	3	8	4
14	90	22	36	22	20	18	16	5	4	12	56	20	2	8	4
15	80	20	32	20	18	16	14	4	4	14	58	22	3	8	4
16	85	25	34	26	24	22	18	3	4	12	54	19	2	8	4
17	82	24	36	26	24	22	16	6	4	14	52	20	3	8	4
18	80	22	32	22	20	18	18	5	3	12	50	22	2	8	4
19	85	20	34	20	18	16	16	4	3	14	56	19	3	8	4
20	82	25	36	26	24	22	14	3	3	12	58	20	2	8	4
21	90	24	32	24	20	18	18	6	3	14	54	22	3	8	4
22	80	22	34	22	20	18	16	5	3	12	52	19	2	8	4
23	85	20	36	20	18	16	14	4	3	14	50	20	3	8	4
24	82	25	32	26	24	22	18	3	3	12	56	22	2	8	4
25	80	24	34	24	22	20	16	5	3	14	58	19	3	8	4
26	85	22	36	22	20	18	14	4	2	12	54	20	2	8	4
27	82	20	32	20	18	16	18	3	2	14	52	22	3	8	4
28	90	25	34	26	24	22	16	6	2	12	50	19	2	8	4
29	80	24	36	24	22	20	14	5	2	14	56	20	3	8	4
30	85	22	32	22	20	18	18	4	2	12	58	22	3	8	4

**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 5.2 «Практическое использование программного
обеспечения отрасли»
для специальности
15.02.04 Специальные машины и устройства**

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от 24 » 1 квар/20 22 г. № 7

Председатель цикловой комиссии *Дал*

Т.В. Валуева

Автор: Веселова А. В., преподаватель колледжа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате выполнения практических работ по МДК 5.2 Практическое использование программного обеспечения отрасли для специальности 15.02.04 Специальные машины и устройства обучающийся должен:

иметь практический опыт:

- использования прикладных программ для разработки технической документации.

уметь:

- использовать программное обеспечение отрасли для выполнения технической документации

знать:

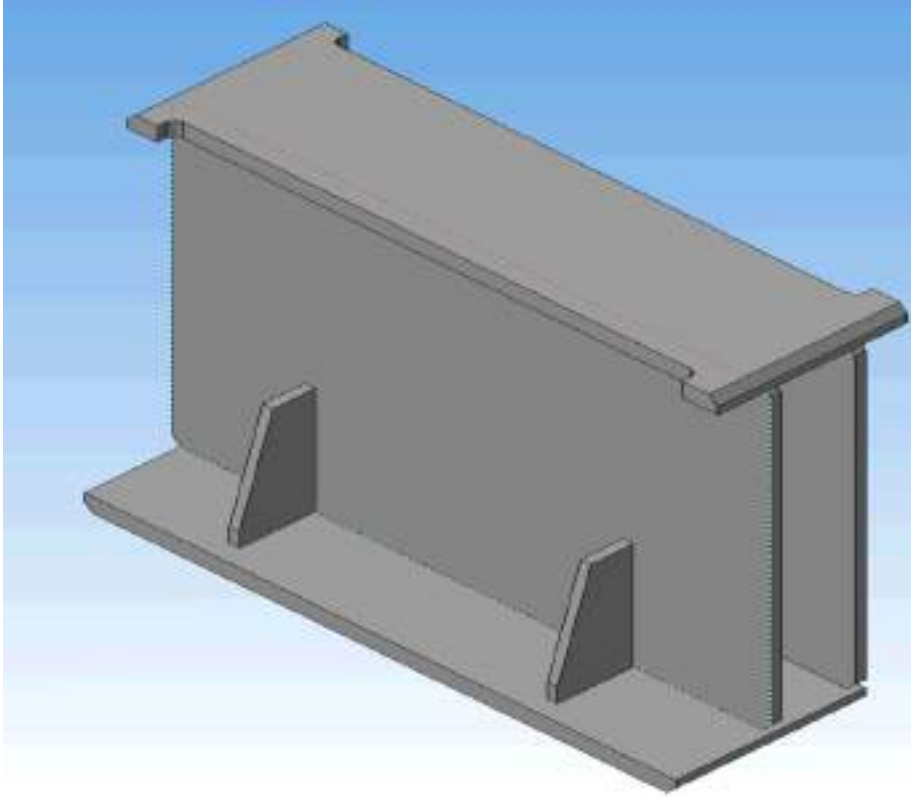
- виды технической документации;
- программное обеспечение отрасли.

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций.

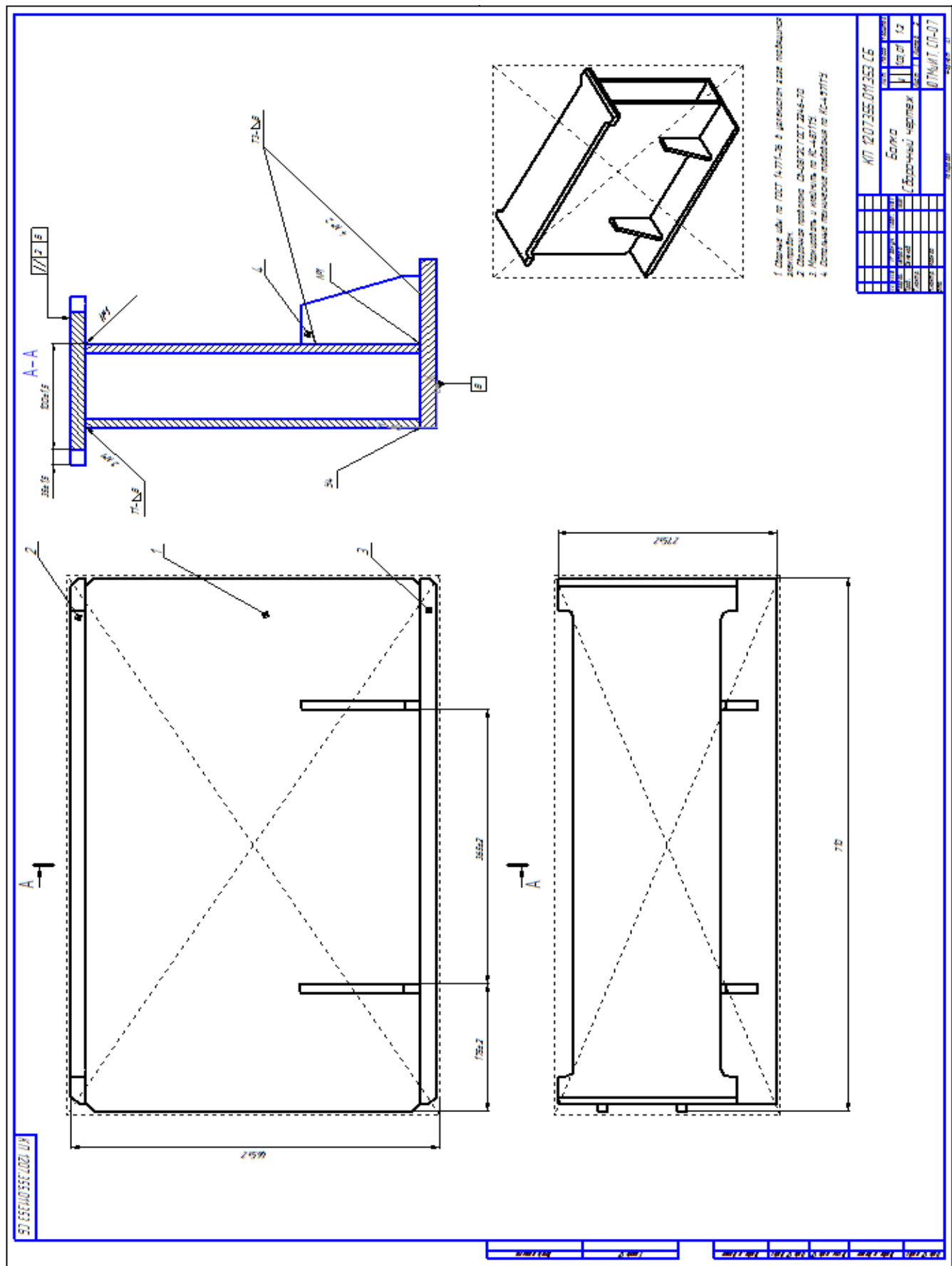
Код	Наименование результата обучения
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ПК 5.1.	Освоение программного обеспечения отрасли (по направлениям подготовки).
ПК 5.2.	Практическое использование программного обеспечения отрасли.

Практическая работа № 1

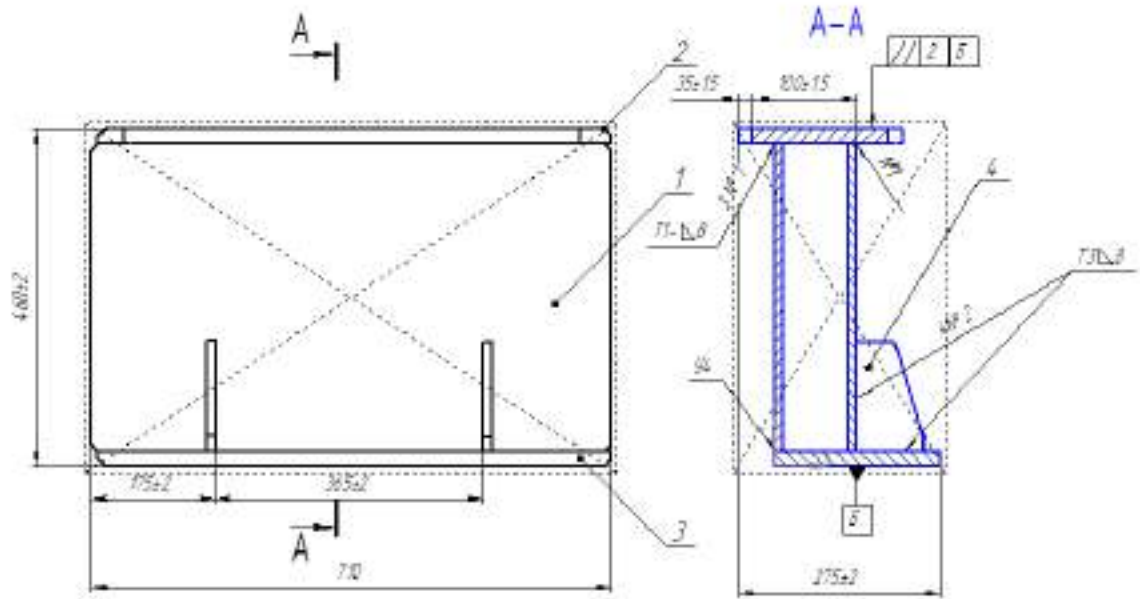
*Проектирование технологического процесса. Ввод данных о сборочной единице. Формирование маршрута обработки.
Цель работы: Научиться вводить данные для формирования технологического процесса сборки ВЕРТИКАЛЬ.*



1. Загрузите программу Компас 3-D. Откройте файл **балка.а3d**.
2. На основе 3-D сборки создайте ассоциативный сборочный чертеж. Проставьте необходимые размеры и обозначения.



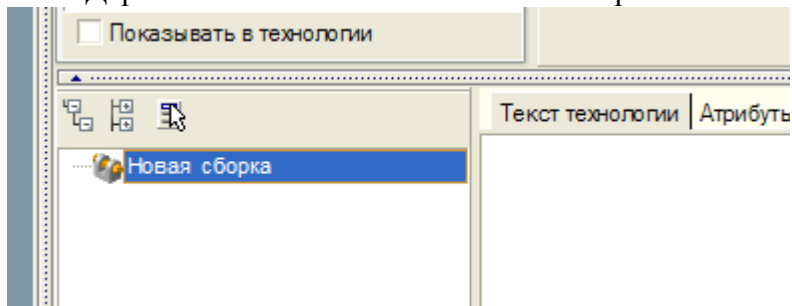
3. На основе чертежа создайте операционный эскиз.



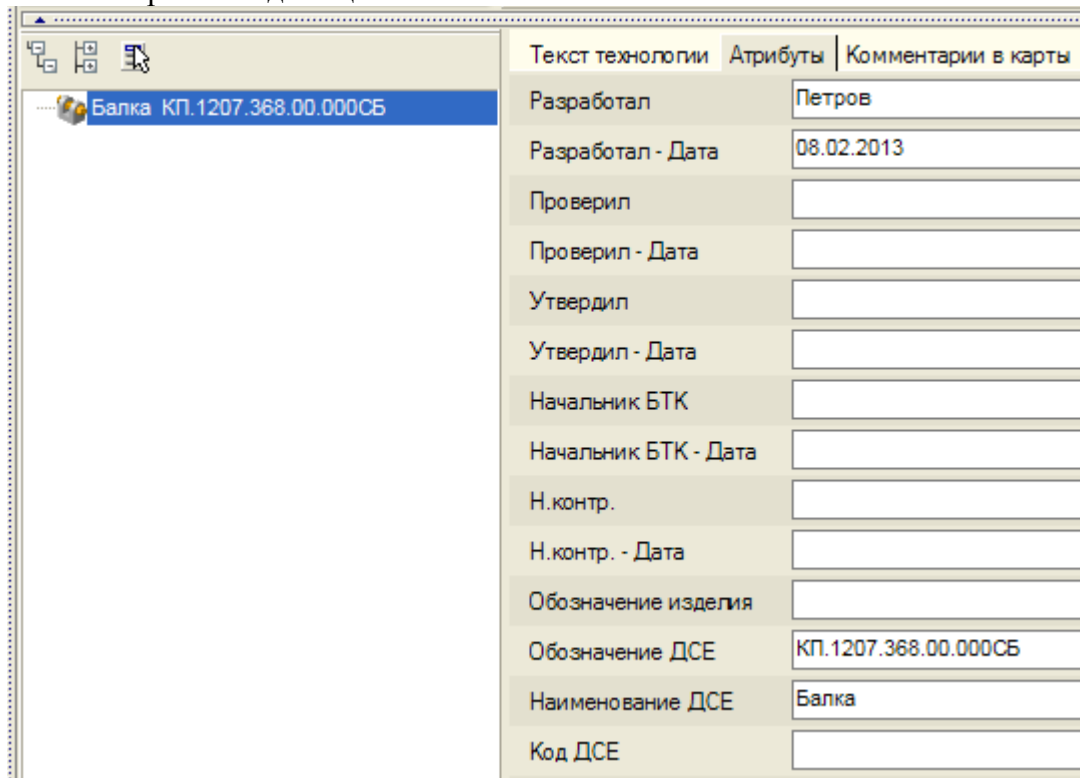
4. Составьте спецификацию.

Формат Этап Лист	Обозначение	Наименование	Лист	Примечание
<i>Документация</i>				
	КП.1207.355.011.353.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>				
1	КП.1207.368.00.001	Лист	2	
2	КП.1207.368.00.002	Лист	1	
3	КП.1207.368.00.003	Лист	1	
4	КП.1207.368.00.004	Ребра	2	
КП 1207.355.011.353 СБ				
Иск.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Петров			11/01
Проф.	Сенчаев			
Нач.пр.	Иванов			
Этб.				
Балка			Лист	Лист
Сборочный чертеж			1	2
ЮТММИТ, СП-07			Лист	Лист
Копировал			1	2
Формат А4				

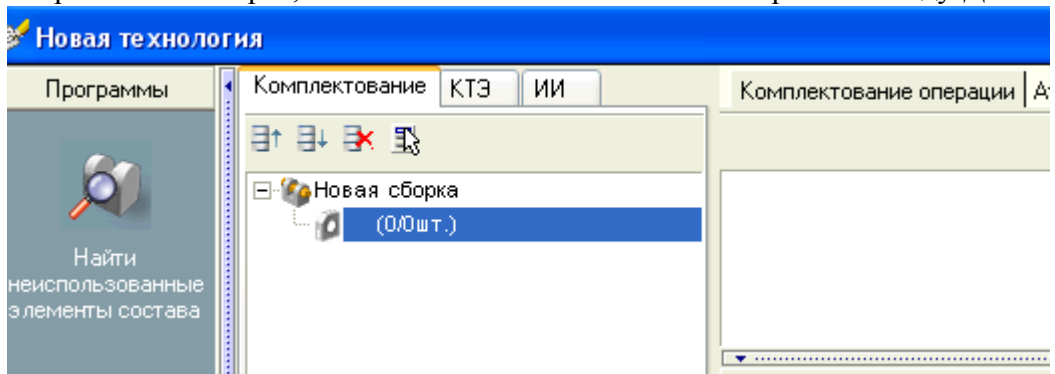
5. Сохраните сборочный чертеж, эскиз и спецификацию.
6. Загрузите программу ВЕРТИКАЛЬ.
7. Создайте технологический процесс на сборку.
8. В Дереве технологии появится новая сборка.



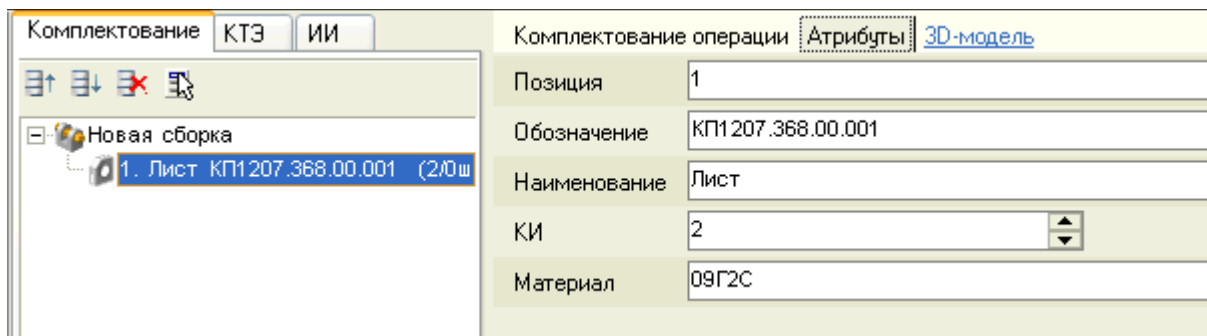
9. Перейдите на вкладку Атрибуты и внесите данные о наименовании и обозначении вашей сборочной единице.



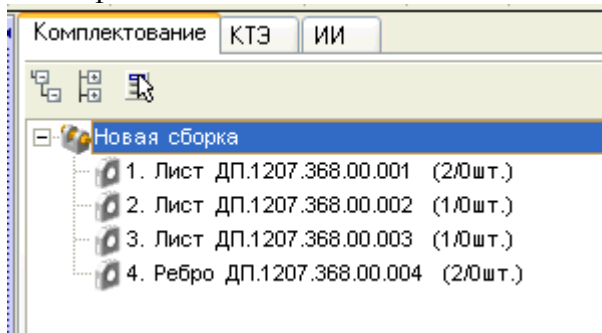
9. В дереве КТЭ на вкладке **Комплектование** установите курсор на наименование сборки Новая сборка, вызовите контекстное меню выберите команду Деталь.



В вашей сборке появится новая деталь. Для того чтобы внести данные о детали перейдите на вкладку Атрибуты и внесите следующие данные из спецификации: Позиция, Обозначение, Наименование, КИ, Материал.

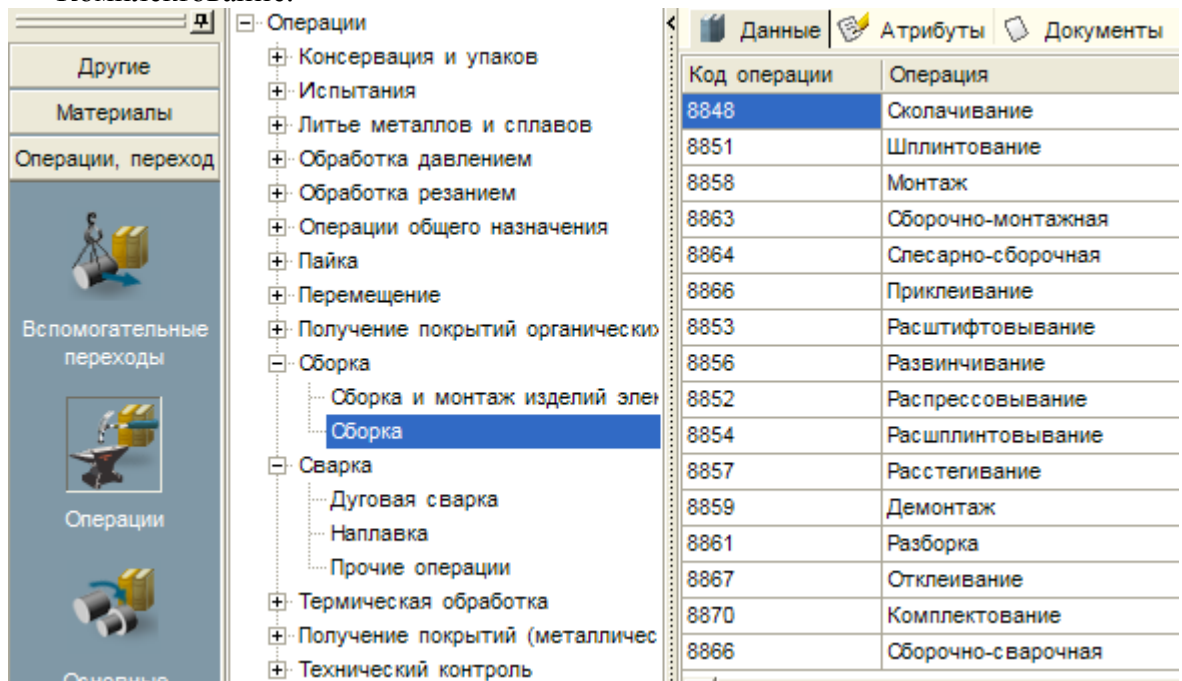


9. Аналогично внесите данные по всем элементам сборки в соответствии со спецификацией.

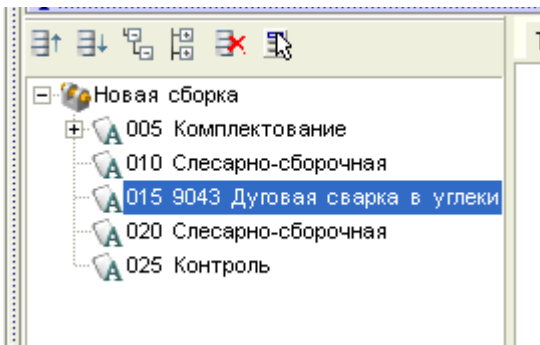


10. Формирование маршрута

- В дереве технологии установите курсор на наименование сборки, вызовите контекстное меню выберите команду **Операции - Сборка – Сборка - Комплектование**.



- Аналогично введите данные по следующим операциям.



Ответьте на вопросы:


1. Что такое маршрут обработки?
2. Какие атрибуты имеет операция?

Практическая работа № 2


Проектирование технологического процесса.

Подключение графических элементов. Формирование переходов.

Цель работы: Научиться подключать графические элементы технологического процесса, формировать переходы.

1. Загрузите свой технологический процесс.
2. Подключите 3-D модель сборки к технологическому процессу:
 - Нажмите кнопку **Подключить 3D-модель**  на инструментальной панели вкладки **3D-модель**.
 - В окне **Открыть** выберите нужный файл 3D-модели детали (*.m3d) или 3D-модели сборочной единицы (*.a3d) и нажмите кнопку **Открыть**.

При загрузке 3D-модели детали, графический файл копируется в файл ТП, при загрузке 3D-модели сборочной единицы в ТП создается только ссылка на этот файл.

- Получите данные с модели. Нажмите кнопку **Получить данные с модели**,  расположенную на инструментальной панели вкладки **3D-модель**. В открывшемся окне **Данные из модели** снимите маркеры напротив тех параметров, которые не требуется импортировать из модели.

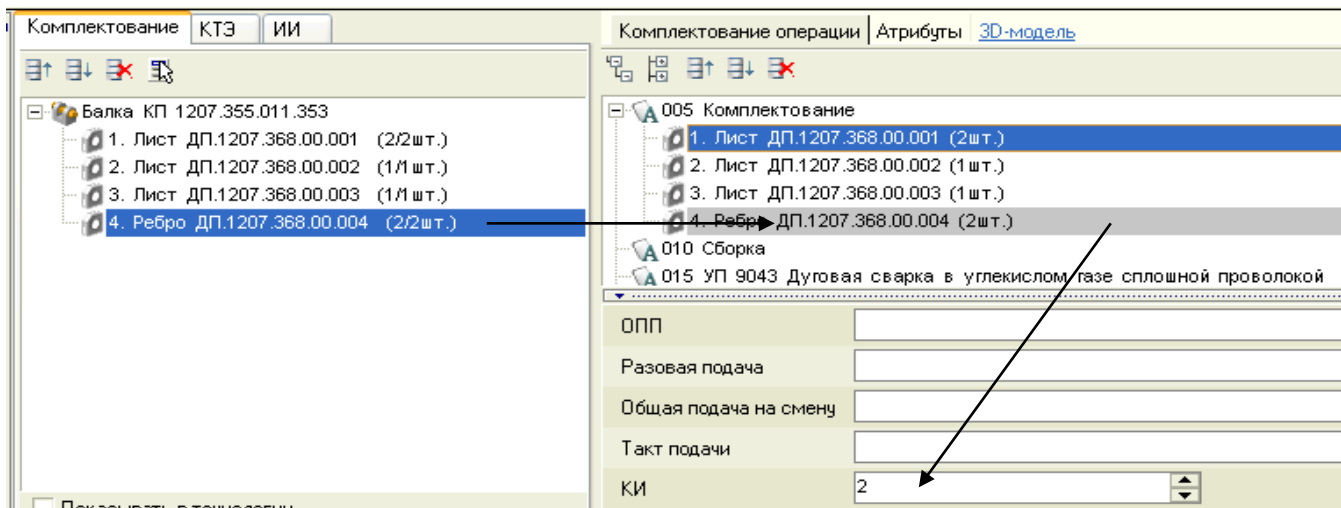
Данные из модели	
<input checked="" type="checkbox"/> Наименование	Балка
<input checked="" type="checkbox"/> Обозначение	КП 1207.355.011.353
<input checked="" type="checkbox"/> Масса изделия	103.011
<input type="checkbox"/> Объем	0.0131727

3. Подключите к технологическому процессу сборочный чертеж.
4. Подключите к операции 025 Контроль операционный эскиз.
5. Распределение элементов комплектования по операциям

После формирования комплектования технолог проводит его распределение по операциям ТП. Для выполнения этой задачи используется дерево **Комплектование**, а также вкладка **Комплектование операции**, на которой отображается список операций текущего ТП. Распределение элементов комплектования по операциям ТП должно выполняться в следующей последовательности.

- 4.1 В дереве **Комплектование** установите курсор на нужный элемент.

4.2 «Перетащите» мышью (функция «drag&drop») выбранный элемент комплектования на соответствующую операцию, расположенную на вкладке **Комплектование операции**.



4.3 При необходимости задайте необходимые параметры для прикрепленного к операции элемента комплектования.

Для каждого элемента дерева Комплектования в скобках указывается количество на изделие, а также количество элементов, распределенных по операциям ТП (через наклонную черту). По мере распределения элементов комплектования по операциям ТП, количество распределенных элементов будет увеличиваться. Как только количество распределенных элементов сравняется с количеством на изделие, система запретит дальнейшее распределение элементов.

Таким образом, технолог во время проектирования ТП имеет возможность контролировать, сколько элементов комплектования он уже распределил по операциям и сколько еще предстоит распределить.

Изменить количество использованных объектов комплектования для операции можно, изменяя атрибут **КИ** на вкладке **Комплектование операции**

Если в дереве комплектования для элемента СЕ изменить позицию, наименование или обозначение, то в соответствующих распределенных по операциям элементах эти атрибуты будут изменены автоматически.

При изменении измеряемой сущности или единицы измерения для материала в дереве комплектования, будут автоматически проведены соответствующие изменения данного материала по всем операциям ТП, по которым он был распределен.

Для проверки комплектования необходимо нажать соответствующую кнопку на панели

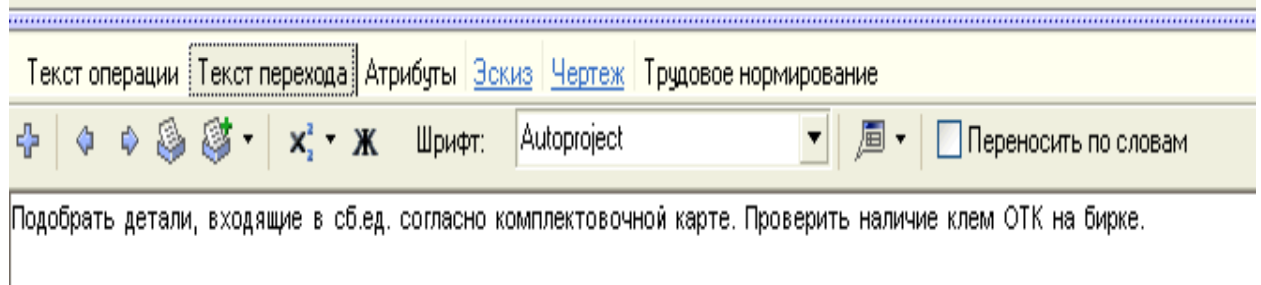


вызова справочников и программ. При этом будет открыто окно, содержащее список элементов, которые не распределены по операциям ТП. Формат записей элементов в списке соответствует формату записей в дереве **Комплектование**. При двойном щелчке мыши на элементе списка окно проверки комплектования закроется, а курсор в дереве **Комплектование** автоматически переместится на соответствующий элемент дерева.

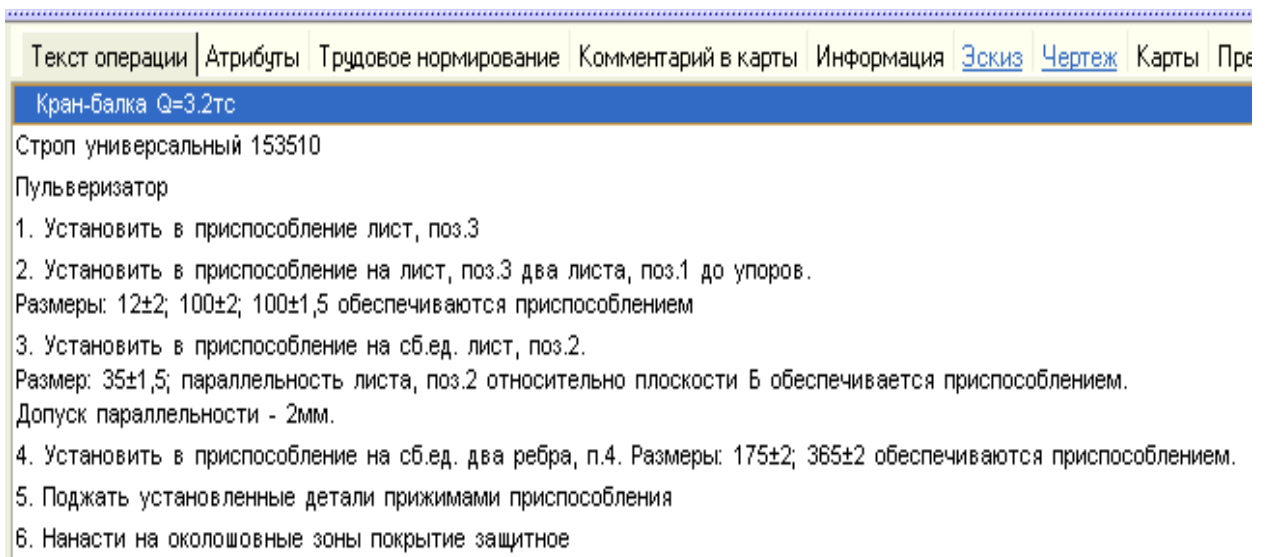
б. Формирование переходов.

- Добавление операций и переходов в проектируемый технологический процесс осуществляется с помощью контекстного меню.
- Установите курсор на наименование 005 операции Комплектование, вызовите контекстное меню, выберите команду Грузозахватные приспособления – Краны-Кран балка Q=3.2 тс.

- Установите курсор на наименование 005 операции Комплектование, вызовите контекстное меню, выберите команду- Сборочная оснастка – Такелажная оснастка – Стропы – Строп универсальный 153510.
- Установите курсор на наименование 005 операции Комплектование, вызовите контекстное меню, выберите команду- Вспомогательный переход – Другие – Пободрать.
- Перейдите на вкладку Текст перехода и внесите запись



- Аналогично добавьте переходы по остальным операциям.
- Операция 010 Слесарно-сборочная.



- Операция 015 Сварка

ВДГМ-1001

Кран-балка Q=3.2тс

Плита основания 7081- ОСТ152292-78

1. Прихватить детали в порядке их установки. Количество прихваток - 12

I_{св}=220-260А U_д=24-26В

2. Открепить прижимы приспособления; снять сб.ед с приспособления и установить на плиту.

3. Приварить установленные детали

Св.шов №1 Т1-Д8 ГОСТ 14771-76 L_{шва}=2760мм n=2 расход пр.=238гр

Св.шов № 2 Т3-Д8 ГОСТ 14771-76 L_{шва}=440мм n=2 расход 476гр

I_{св}=270-300А U_д=28-30В

Сварку вести за два прохода. Первый проход (корень шва) варить непрерывно. Перед наложением второго прохода первый проход зачистить от окалины

Зубило Н12Х1 2810-0121 ГОСТ 7211-86

Молоток Ц15Хр 7850-0114 ГОСТ 2310-77

Щетка стальная

Очки_защитн._закрытые ЗН5-72 (Г-1) ГОСТ 12.4.013-85

4. Кантовать сб.ед в удобное для сварки положение

5. Клеймить клеймо сварщика

Молоток Ц15Хр 7850-0114 ГОСТ 2310-77

Очки_защитн._закрытые ЗН5-72 (Г-1) ГОСТ 12.4.013-85

- Операция 020 Слесарно-сборочная

Текст операции	Атрибуты	Трудовое нормирование	Комментарий в
1. Зачистить сварные швы и ОШЗ отбрызг металла			
Шабер			
Очки_защитн._закрытые ЗН5-72 (Г-1) ГОСТ 12.4.013-85			
2. Маркировать и клеймить сб.ед. по КС-4871ТУ			
Очки_защитн._закрытые ЗН5-72 (Г-1) ГОСТ 12.4.013-85			
Молоток Ц15Хр 7850-0114 ГОСТ 2310-77			
Комплект клемм			
3. Кантовать при зачистке сб.ед. в удобное положение			
4. Контроль первой сб.ед.мастером			
5. Контроль БТК			

- 025 Контроль

Текст операции | Атрибуты | Трудовое нормирование | Комментарий в карты | Информация | Эскиз | Чертеж | Карты | Предпросмотр к

Кран-балка Q=3.2тс

Строп универсальный 153510
 ДП 1207.368.00.353-3875
 Плита основания 7081- ОСТ152292-78

1. Проверить качество св. швов внешним осмотром.
 Проверить геометрию св. швов.
 Лупа ЛП1-4-х - 7
 Шаблон 136-53

2. Проверить правильность собираемости сб.ед.
 Размеры: 12±2; 100±2; 100(±1,5)35(±1,5); 175(±2); 365(±2); параллельность листа, поз.2 относительно плоскости Б обеспечивается приспособлением. Допуск параллельности - 2 мм.
 Приспособление сборочное ДП 1207.368.00.353-3875 должно быть аттестовано.

3. Проверить зачистку сварных швов.

4. Проверить наличие на сб.ед. клейма сварщика и маркировку сб.ед.согласно КС-4871ТУ.
 Клеймить клеймо ОТК за окончательную приемку.
 Клеймо БТК АДК 7859.0202
 Молоток Ц15Хр 7850-0101 ГОСТ 2310-77

6. Сохраните свой техпроцесс.

Ответьте на вопросы:

1. Какие данные из чертежа можно импортировать в технологический процесс?
2. Для какой цели используется дерево комплектования?
3. Как добавить в технологический процесс грузозахватное приспособление?

Практическая работа № 3

Проектирование технологического процесса.

Добавление технических требований, норм времени.

Цель работы: Научиться добавлять технические требования, нормы времени.

7. Загрузите свой технологический процесс.
8. В дереве тех.процесса установите курсор на наименование операции 005
 Комплектование Перейдите на вкладку Атрибуты. Внесите данные по шпучному времени

ЕН	1
ОП	1
Т шт.	3,6
Т пз.	0

9. Аналогично внесите данные по шпучному времени для всех операций и переходов.

№ операции	№ перехода	Тосн/Тшт(для операций)
005 Комплектование	1	Т шт=3,6


010 Слесарно-сборочная		Тшт=18,6
	1	2,7
	2	5,2
	3	2,8
	4	1,34
	5	5,16
	6	1,4
015 Дуговая сварка в углекислом газе сплошной проволокой		Тшт=54,0
	1	0,15x12
	2	7,16
	3	39,5
	4	5,41
	5	0,13
020 Слесарно-сборочная		Тшт=20,4
	1	13,4
	2	1,28
	3	5,41

10. Ввод технических требований.

- Загрузите программу MS WORD и создайте файл Технические требования со следующим содержанием. Параметры страницы А4 альбомная, шрифт Times New Roman, 14 пт, курсив.

Технические требования

1. Детали и сварочная проволока перед использованием должны быть очищены от масла, грязи и других загрязнений.
2. На листах, поз. 2 и поз.3 допускаемая неплоскость должна быть 1 мм на 1 метр.
3. Изготовление сб.ед. производить согласно чертежу и настоящего тех.процесса.

- Сохраните свой файл.
 - Вернитесь в систему Вертикаль.
 - Установите курсор в дереве тех.процесса на наименование Сборки, перейдите на вкладку Общие ТТ к ТП.
 - Выберите команду Добавить с диска .
 - В открывшемся окне укажите свой файл с техническими требованиями.
11. Перейдите на вкладку Общие положения к ТП и аналогично подключите файл Техника безопасности.

Техника безопасности

1. При выполнении работ соблюдать требования техники безопасности согласно инструкций:
 - № 23-89 – по охране труда для электросварщиков;
 - № 90-91 – по охране труда для стропальщиков;
 - № 238-03 – по охране труда для контролеров;
 - № 410-98 – по охране труда слесарей механо-сборочных работ.

2. При одновременной работе нескольких сварщиков в одной кабине применять переносные защитные ширмы: № 359-2204 (2205).

6. Сохраните свой техпроцесс.

Ответьте на вопросы:

1. Что такое основное, вспомогательное и шпучное время?
2. Как добавить в технологический процесс средства защиты?

Практическая работа № 4

Проектирование технологического процесса.

Формирование комплекта технологической документации.

Цель работы: Научиться создавать комплект технологической документации.

документом – графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия;

- **комплект документов** – совокупность технологических документов, выбранных пользователем, необходимых и достаточных для выполнения технологического процесса. Состав комплекта карт определяется пользователем в соответствии с требованиями производства. В комплект может входить произвольное количество документов из списка доступных шаблонов;

- **технологической картой** – составную часть комплекта документов в виде карты, листа;

- **отчетом** – файл в формате ВЕРТИКАЛЬ (*.vrp), содержащий документ, либо комплект документов, который может быть преобразован в форматы других систем (*.pdf, *.xls, *.emf), а также выведен на печать;

- **шаблоном документа** – графически оформленный бланк документа, содержащий также алгоритм его заполнения.

Шаблон может содержать один или несколько бланков. Большинство шаблонов, включенных в дистрибутивную поставку САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, содержат два бланка:

- бланк первого листа;
- бланк последующих листов.

Заполнение комплекта карт данными из техпроцесса осуществляется автоматически

Мастером формирования технологической документации.

Таким образом, процесс формирования отчета в ВЕРТИКАЛЬ, состоит из двух основных этапов:

1. пользователь формирует комплект карт, предназначенных к заполнению, осуществляет настройку их параметров;
2. на основании созданного пользователем с помощью Мастера формирования технологической документации комплекта карт осуществляется формирование отчета.

Созданный и сохраненный отчет может быть в дальнейшем изменен как средствами ВЕРТИКАЛЬ, так и средствами Менеджера отчетов (режим **Редактор отчетов**).

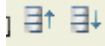
Формирование отчетов осуществляется Мастером формирования технологической документации на основании заранее созданного комплекта карт.

Подготовка комплекта карт для формирования и настройка их параметров осуществляется следующим образом:

1. В дереве ТП выберите корневой узел, соответствующий данному ТП.
2. В правой части дерева ТП переместитесь на вкладку **Комплект карт**. Редактирование элементов комплекта карт на данной вкладке может осуществляться как с помощью кнопок инструментальной панели, так и с помощью контекстного меню.

3. Для добавления шаблона в комплект нажмите кнопку **Добавить шаблон**. 

После этого автоматически откроется УТС со списком имеющихся в системе шаблонов карт. В окне УТС выберите необходимый шаблон и нажмите кнопку **Применить** на инструментальной панели УТС. После этого выбранный шаблон будет добавлен в комплект. Для выбора в УТС несколько шаблонов за одну операцию необходимо с зажатой клавишей <Shift> выделить интересующие шаблоны мышкой.

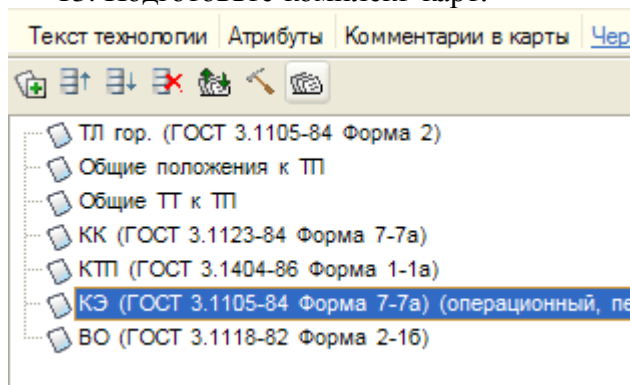
4. Для перемещения выбранного шаблона вверх или вниз по списку, находящемуся на вкладке **Комплект карт**, воспользуйтесь соответствующими кнопками инструментальной панели данной вкладки или контекстного меню 

5. При нажатии на кнопку **Перетасовка карт** данный 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) для конкретной операции), 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.).

6. После того, как комплект карт определен, можно приступить к их формированию, используя Мастер формирования технологической документации.

12. Загрузите свой технологический процесс.

13. Подготовьте комплект карт.



14. Сформируйте комплект документов. Сохраните свой комплект документов.

15. Отредактируйте документацию

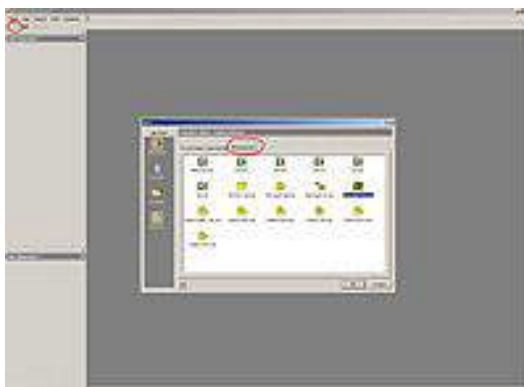
Практическая работа №5

Интерфейс САПР Autodesk Inventor. Создание эскизов.

Цель работы: познакомиться с интерфейсом программы, научиться создавать эскизы и накладывать параметрические связи на геометрию эскиза.

Порядок работы

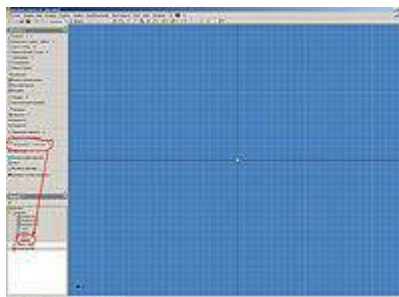
1. После запуска программы Autodesk Inventor (AI) открывается диалоговое окно, в котором предлагается либо создать новый документ, либо открыть для просмотра и редактирования уже существующий. Выбираем действие «Создать новый документ» и переходим на закладку «Метрические». Выбираем тип документа «Обычный (мм).ipt» – файл детали.



2. После нажатия кнопки «ОК» попадаем в режим редактирования эскиза. С левой стороны появляются панель построения 2D эскиза и Браузер модели, а справа графическая область построения.

По опыту работы рекомендуем базовый эскиз привязывать к нулевой точке системы координат, т.к. это не только облегчает дальнейшую работу с моделью детали, но и решает целый ряд проблем связанных с передачей геометрии в другие программы.

Для проецирования центра координат на плоскость построения эскиза необходимо нажать кнопку «Проецировать геометрию» и указать на центр начала координат в браузере модели.

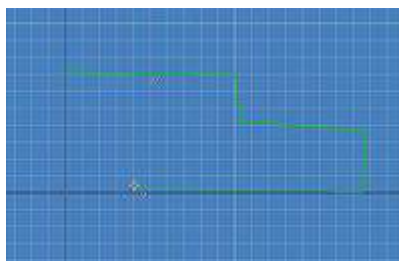


3. Начинаем построение эскиза детали. Базовые операции построения и редактирования схожи с аналогичными командами Autocad (отрезок, круг, дуга и т.д.). В AI реализован принцип размерно-управляемого моделирования, которое позволяет быстро набросать черновые варианты модели без задания её точных размеров.

В AI предусмотрена возможность отрисовки контура эскиза по точным координатам (аналогично Autocad). Для вызова панели ввода точных координат необходимо в основном меню «Вид» – «Панели инструментов» выбрать пункт «Точные координаты».

Когда базовая геометрическая форма определилась, можно задать точные размеры. Делаем набросок определяющий геометрию будущей детали. Для обеспечения заданной геометрии объектов на элементы эскизов накладываются зависимости формы и расположения. При отрисовке элементов эскиза детали AI предлагает автоматически назначать зависимости формы и расположения (в данном случае параллельность отрезков – //).

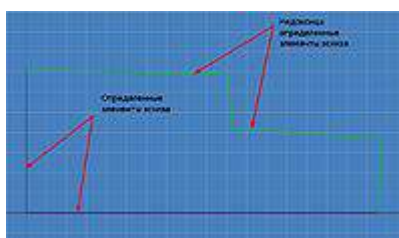
Кроме основных линий (линий основного контура эскиза) для построений могут так же применяться вспомогательные линии, осевые и линии центров. Кнопки для выбора типа линии расположены справа в панели основного меню.



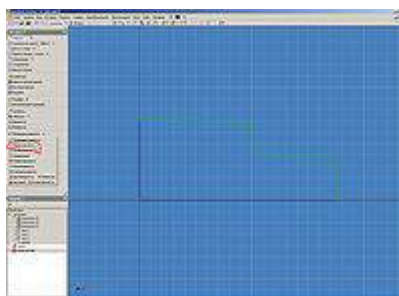
4. Замыкаем контур эскиза. AI автоматически отслеживает привязку отрезка к конечной точке. Элементы геометрии подсвеченные черным цветом являются полностью определенными т.е. не имеет степеней свободы.

Для эскиза степенями свободы являются направления, по которым он может изменить свою форму или размер.

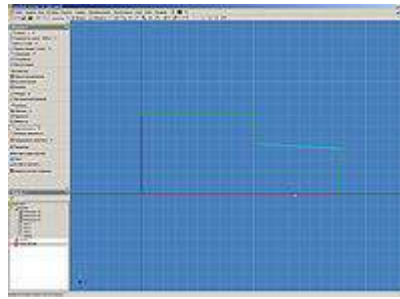
Элементы геометрии подсвеченные зеленым цветом являются недоконца определенными.



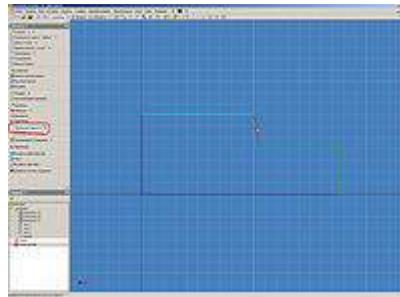
5. Добьемся полного определения эскиза. Для этого накладываем необходимые зависимости, которые расположены в выпадающем меню «Зависимости».



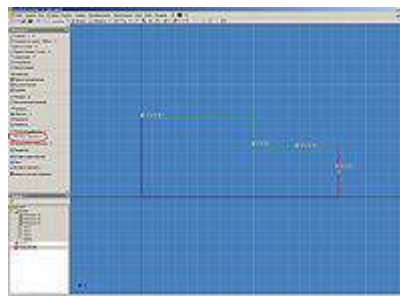
6. Наложим зависимости параллельности отрезков. Для этого выбираем зависимость параллельности и указываем сначала элемент, относительно которого будет наложена зависимость, а затем зависимый элемент.



7. Аналогично накладываем зависимость перпендикулярности геометрии.

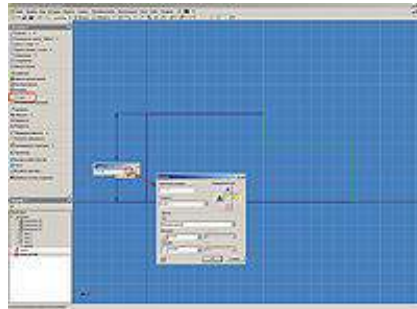


8. Чтобы получить информацию о наложенных зависимостях на различные элементы геометрии нажимаем кнопку «Показать зависимость» и указываем элементы эскиза. При наведении указателя мыши на конкретную зависимость AI подсвечивает связанные объекты эскиза. В AI так же предусмотрена возможность удаления и редактирования зависимостей (по нажатию правой клавиши мыши на значке зависимости).

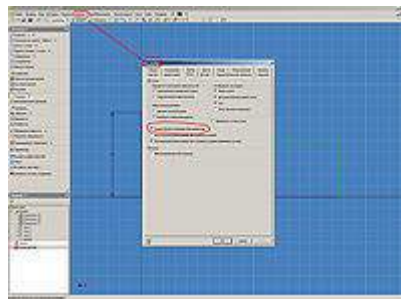


9. До полного определения эскиза не хватает размеров. Для нанесения размеров нажимаем кнопку «Размеры», выбираем элементы эскиза и указываем значения размеров в окне редактирования. Для редактирования уже указанных размеров достаточно два раза кликнуть левой кнопкой мыши по значению размера. В окне редактирования размера по нажатию стрелки (справа от поля ввода значения размера) предусмотрена возможность

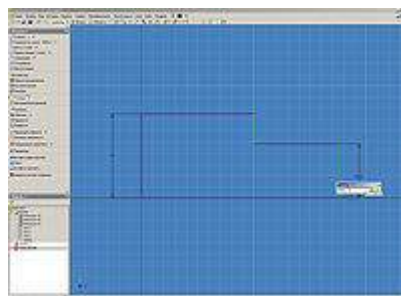
определения параметров допуска для выбранного размера детали в эскизе. При наведении курсора мыши на размер AI подсвечивает не только значение размера, но и его имя.



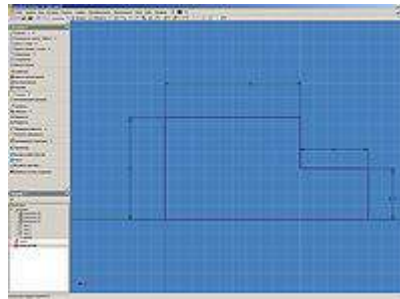
10. В AI предусмотрена возможность изменения параметров отображения координатной сетки и необходимости редактирования размеров при нанесении. Это устанавливается в меню «Сервис» – «Настройка».



11. Размеры могут быть представлены не только в виде конкретных значений, но и в виде параметров или формул. Например, в нашем случае значение диаметра d2 равно половине диаметра d1 что и описано в окне редактирования размера.

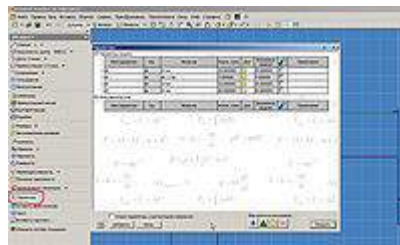


12. Назначив все зависимости и размеры получаем полностью определенный эскиз (все элементы геометрии подсвечены чёрным цветом).



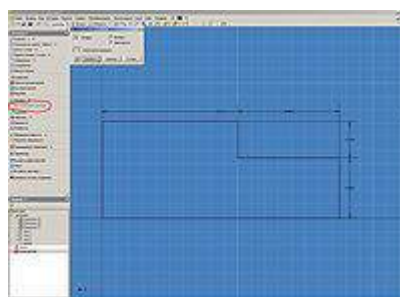
13. Нажав кнопку «Параметры» в панели инструментов можно просмотреть таблицу всех параметров и значений используемых в модели. Таблица параметров позволяет не только просмотреть но и изменить значение ранее назначенного параметра, установить вид допуска для модели, единицу измерения параметра (мм., градус, бр- безразмерная величина), связать его формулами с другими параметрами модели или установить связь с внешними параметрами, представленными в виде таблицы MS Excel.

Для описания формул можно использовать стандартные математические функции (sin, cos, sqrt и т.д.).



14. Размеры можно назначать как вручную, так и автоматически нажав на кнопку «Автонанесение размеров».

На простых эскизах автонанесение размеров работает достаточно корректно, а для сложных эскизов рекомендуем использовать ручное нанесение размеров.



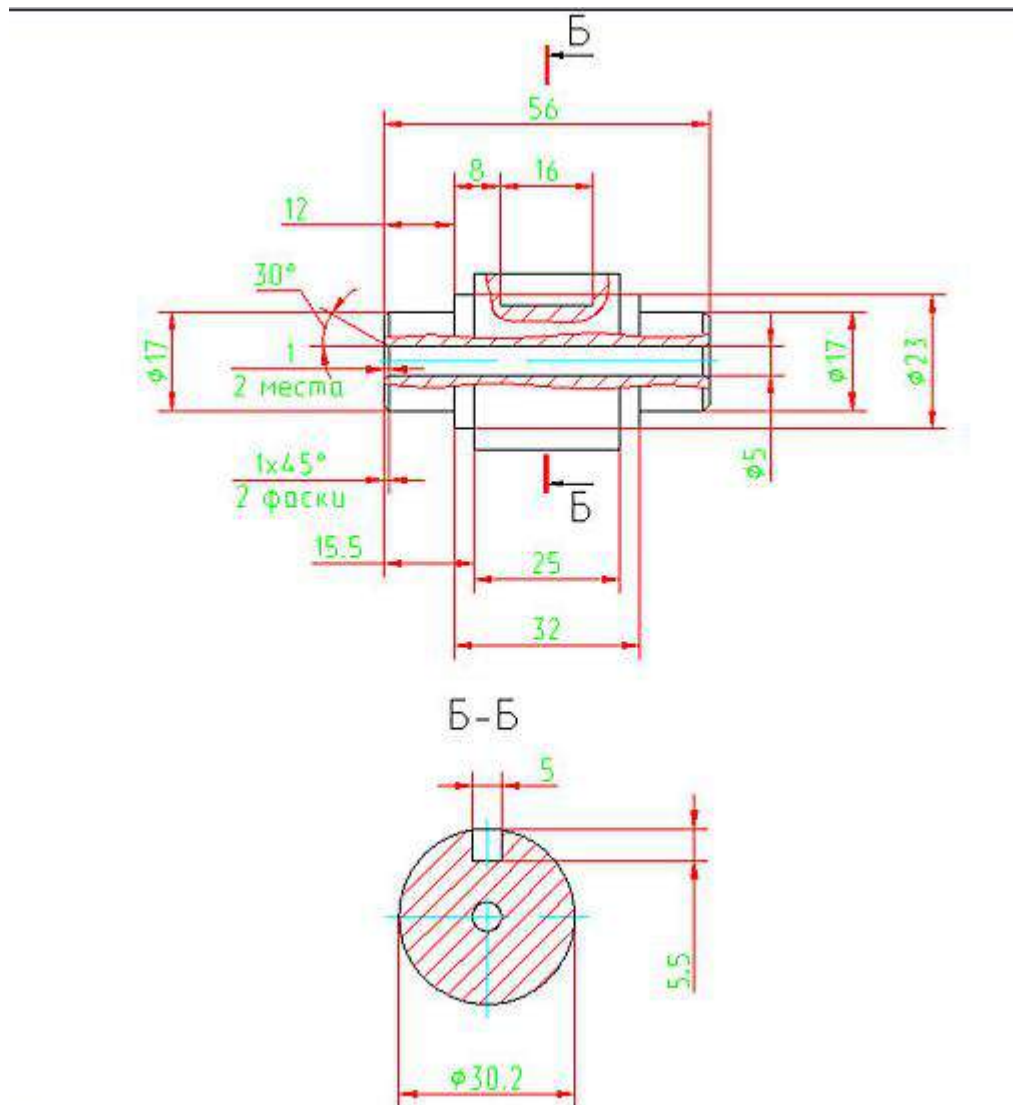
Практическая работа №6

Выполнение модели при помощи операции выдавливания, создание вырезов.

Цель работы: познакомиться с созданием трехмерного тела при помощи операции Выдавливание.

Порядок работы

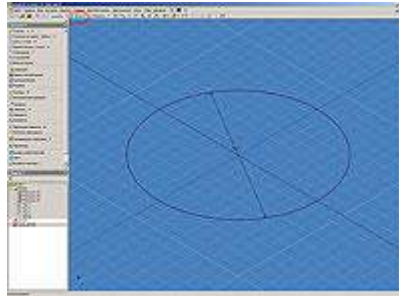
1. В качестве примера взят Чертеж детали "Валик"



2. Создание эскизов было описано в практической работе №5. . Поэтому, мы на этом останавливаться не будем. Строим эскиз базового элемента детали "Валик". Для удобства представления эскиз показан в изометрическом виде.

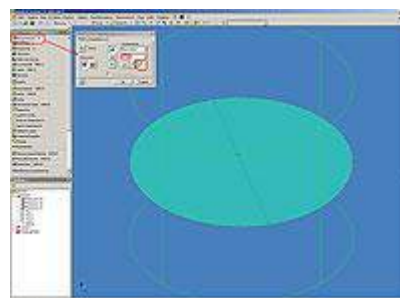
Для перехода в изометрический вид можно нажать клавишу F6 или выбрать его из контекстного меню по нажатию правой клавиши мыши.

Когда эскиз полностью определен – нажимаем кнопку “возврат” или из контекстного меню “принять эскиз”.

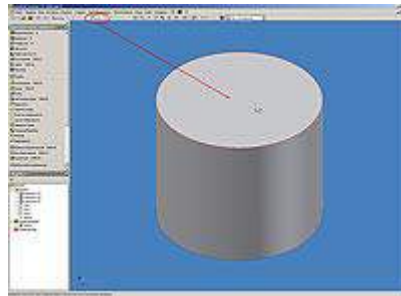


3. После нажатия кнопки “возврат” попадаем в среду конструктивных элементов. В инструментальной палитре появляются кнопки для работы с трехмерной геометрией.

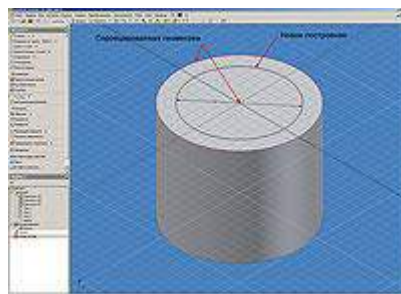
Для построения базового тела нажимаем кнопку “выдавливание”. В открывшемся диалоговом окне определяем параметры будущего конструктивного элемента. Так как эскиз простой и выполняется базовое построение, то эскиз выбирается автоматически и доступен только метод построения “объединение”. Указываем направление выдавливания “симметрично” и глубину выдавливания. После нажатия кнопки “Ok” Inventor выполняет необходимое построение.



4. Переходим к построению следующего конструктивного элемента детали. Для этого нажимаем кнопку “Эскиз” в главной панели инструментов и указываем на торцевую поверхность цилиндра (то же самое можно сделать, если нажать правую кнопку мыши указывая на торцевую поверхность цилиндра и выбрав необходимый пункт из контекстного меню “Новый эскиз”).

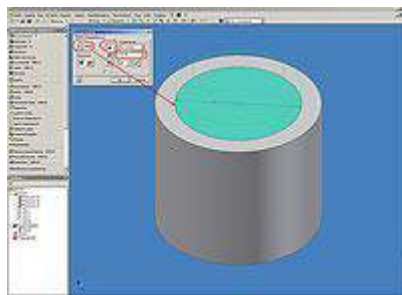


5. Создается новый эскиз. После создания нового эскиза на поверхности детали автоматически проецируется рабочая геометрия элементов детали (в нашем случае окружность цилиндра и его центр). Автоматическое проецирование геометрии можно отключить в меню “Сервис – Настройка – Эскиз”. Выполняем необходимые построения для создания следующего конструктивного элемента. Нажимаем кнопку “возврат”.

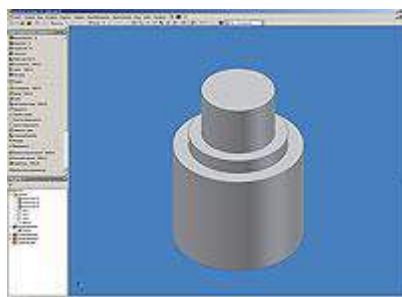


6. Повторяем операцию “Выдавливание” для построения нового конструктивного элемента. В качестве эскиза для нового конструктивного элемента можно использовать как спроецированную, так и созданную

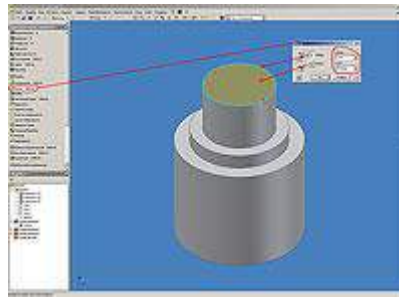
геометрию, но в нашем случае выбираем только созданную рабочую геометрию. В качестве метода выдавливания используем “объединение”, указываем глубину выдавливания, направление и нажимаем на кнопку “Ok”



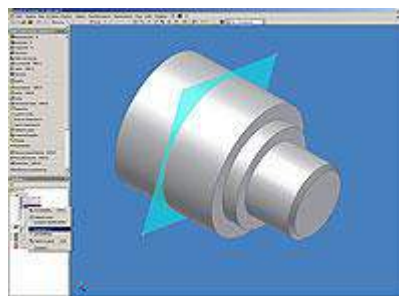
7. Аналогичным способом в соответствии с чертежом выполняем построение следующего конструктивного элемента.



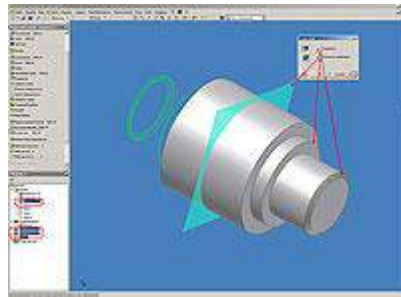
8. Для построения фаски необходимо нажать кнопку “фаска” в инструментальной палитре. В открывшемся диалоговом окне необходимо выбрать метод построения фаски (длина; длина и угол; две длины). В нашем случае используем метод “длина и угол”, для этого необходимо сначала указать грань, относительно которой будет отсчитываться угол фаски, а затем ребро, на котором она будет построена. После определения геометрических размеров фаски нажимаем кнопку “Ok”.



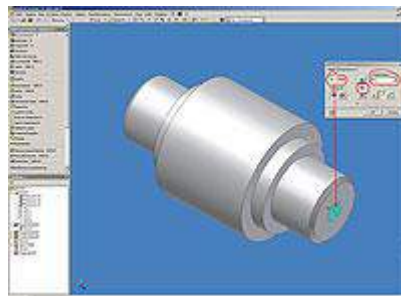
9. Так как деталь симметрична, выполним оставшиеся построения при помощи команды “Симметрия”. Для удобства выполнения этой операции сделаем видимыми некоторые вспомогательные элементы (в нашем случае это плоскость симметрии “Плоскость XY” в начале координат). Для этого в браузере модели щелкаем на значке плюс (+) перед папкой “Начало” и правой клавишей мышки на плоскости XY включаем команду “Видимость”



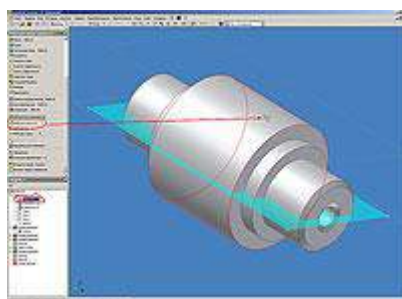
10. Выполняем операцию зеркального отображения. Для этого нажимаем кнопку “Симметрия” в инструментальной палитре. В открывшемся диалоговом окне указываем элементы для зеркального отображения (либо на самой модели, либо в браузере модели) и плоскость симметрии, нажимаем кнопку «Ок».



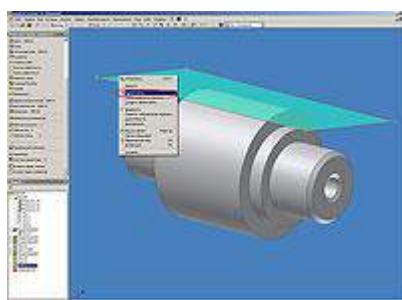
11. Для построения сквозного отверстия в детали воспользуемся командой “Выдавливание”. Для этого необходимо создать эскиз будущего отверстия, указать в качестве метода выдавливания “вычитание” и выбрать направление выдавливания – в тело детали. Отверстия можно строить и с помощью специальной команды расположенной в инструментальной палитре



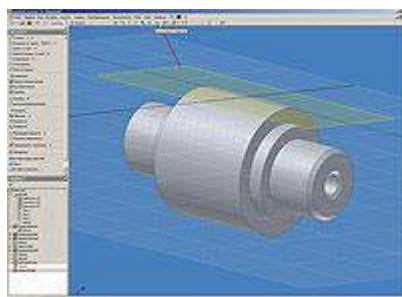
12. Для построения шпоночного паза предварительно построим вспомогательную рабочую плоскость, касательную к поверхности цилиндра. Для этого в браузере модели выделяем плоскость YZ в начале координат, затем нажимаем на кнопку “Рабочая плоскость” в инструментальной палитре, и указываем мышкой на поверхность цилиндра детали. Inventor предлагает автоматически построить плоскость касательную к цилиндру



13. Для построения нового эскиза паза на созданной плоскости нажимаем правой кнопкой мышки на грань плоскости и в контекстном меню выбираем пункт “Новый эскиз”.

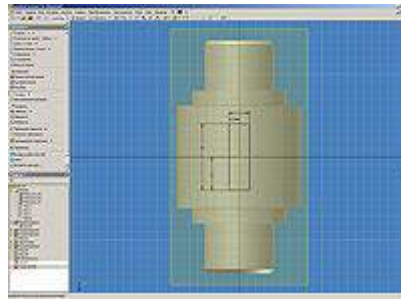


14. Для удобства построения эскиза меняем точку обзора. Для этого в основной панели инструментов выбираем команду “видимость на объект” и указываем на плоскость эскиза.

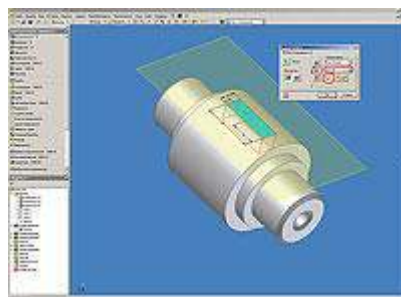


15. При помощи команды “Прямоугольник” выполняем построение геометрии будущего паза и назначаем размеры для полного определения

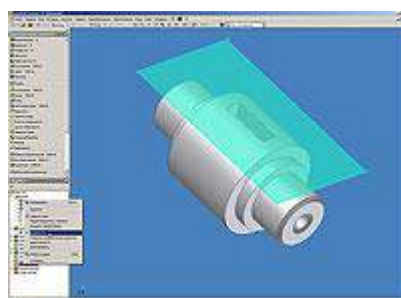
эскиза. Для привязки размеров эскиза используем проекцию базовой точки начала координат.



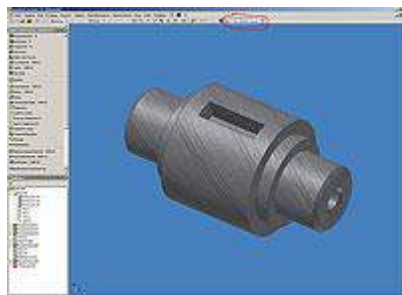
16. Окончательное построение паза выполняем командой “Выдавливание”, аналогично описанному выше.



17. Для удобства представления модели отключим видимость вспомогательных элементов (рабочей плоскости). Для этого в браузере модели выбираем вспомогательный элемент, и после нажатия правой кнопки мышки, снимаем флажок с пункта меню “Видимость”.



18. После того как модель детали готова, назначаем цвет детали. Для этого в основной панели инструментов выбираем предполагаемый материал, из которого будет изготавливаться деталь «валик» (в нашем случае - сталь)



Практическая работа №7

Выполнение модели при помощи операции вращения

Цель работы: познакомиться с процессом создания модели при помощи операции *Вращение*.

Порядок работы

В предыдущей практической работе мы создали деталь «Валик», используя конструктивный элемент «Выдавливание». Так как деталь представляет собой тело вращения, то в этой практической работе попробуем выполнить построение этой же детали путём вращения контура вокруг оси.

1. В качестве примера взят чертеж детали «Валик» (см. Урок 2). По чертежу в режиме эскиза детали выполняем набросок четвертиной части конструктива, т.к. деталь симметрична относительно двух осей (X и Y) и выполнение излишних построений нецелесообразно. Выполнение наброска, образмеривание, наложение зависимостей формы и расположения, проецирование вспомогательной геометрии было подробно описано в практической работе №5. После полного определения эскиза нажимаем кнопку «Возврат».

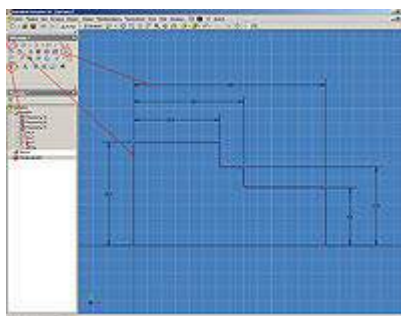
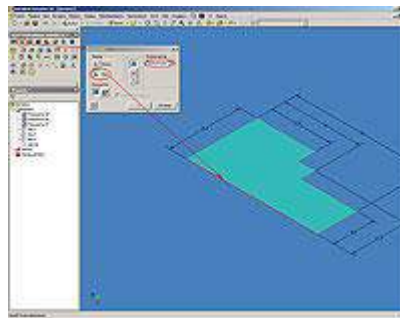


Рис. 1. Autodesk Inventor. Работа с конструктивными элементами (вращение)

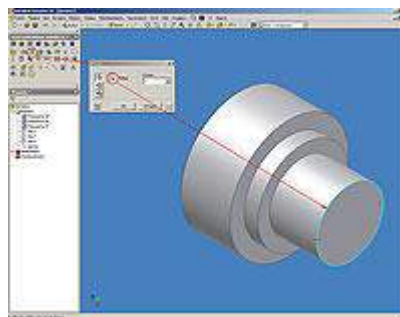
2. После нажатия кнопки «Возврат» попадаем в среду конструктивных элементов. В инструментальной палитре появляются кнопки для работы с трехмерной геометрией.

Для построения базового тела теперь уже нажимаем кнопку «Вращение». В открывшемся диалоговом окне определяем параметры

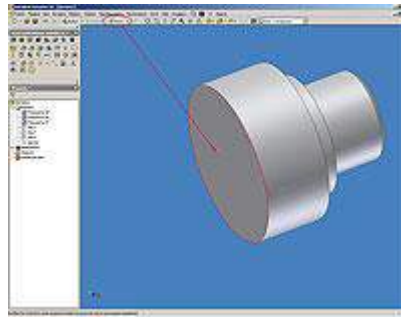
будущего конструктивного элемента. Так как эскиз простой и выполняется базовое построение, то эскиз выбирается автоматически и доступен только метод построения “Объединение”. Затем необходимо указать “Ось” относительно которой будет выполнено вращение, в качестве оси выбираем линию эскиза. Так как в нашем случае было выполнено построение половины эскиза в одной плоскости, то ограничение вращения оставляем на “полный круг”. Также существует возможность ограничить вращение по “углу”. После нажатия кнопки “Ok” Inventor выполняет необходимое построение



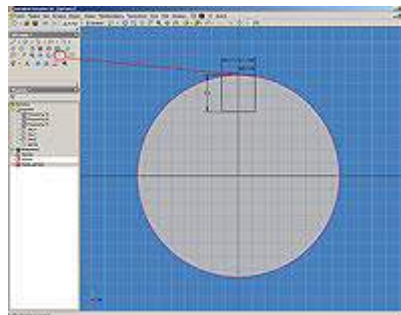
3. В соответствие с конструктивными требованиями накладываем фаску на ребро. Выполнение операции фаска было описано в практической работе №6.



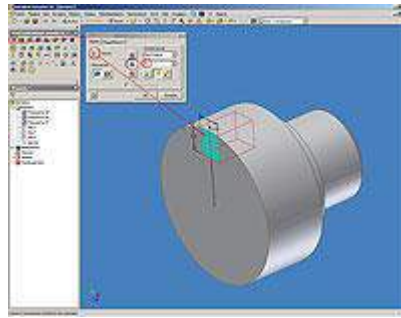
4. Теперь выполним построение паза, которое будет отличаться от его построения в практической работе №6. Нажимаем кнопку “Эскиз” и указываем на торец цилиндра детали.



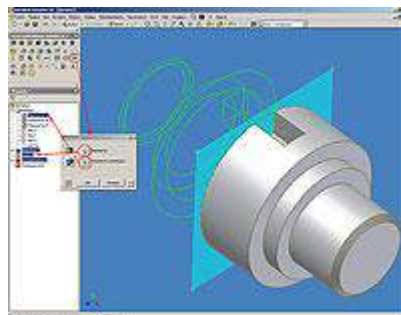
5. Попав в режим эскиза, видим, что автоматически спроецировалась геометрия образующей цилиндра детали и его центр. Строим форму будущего паза, проставляем определяющие размеры и необходимые зависимости формы и расположения (в нашем случае, касательность образующей цилиндра и верхней линии профиля паза). Нажимаем кнопку “Возврат”



6. Производим “выдавливание” паза из тела детали. В качестве эскиза выдавливания выбираем созданный нами профиль паза, метод построения – вычитание, выбираем направление построения и указываем расстояние выдавливания (в нашем случае – половину длины паза). Нажимаем кнопку “Ок”



7. Выполняем операцию зеркального отображения. Для этого нажимаем кнопку “Симметрия” в инструментальной палитре. В открывшемся диалоговом окне указываем элементы для зеркального отображения (либо на самой модели, либо в браузере модели) и плоскость симметрии. Так как деталь изначально создавалась в «нуле» системы координат, и привязка элементов эскиза осуществлялась к «точке центра», то в качестве вспомогательных элементов построения можно использовать плоскости в паке «Начало» браузера модели (в нашем случае Плоскость YZ). Нажимаем кнопку “Ok”



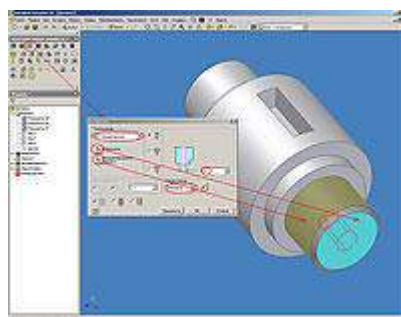
Такое построение оправдано при условии симметричности геометрии детали и по возможности последующей неизменности этого условия. В противном случае, рекомендуем прорисовывать всю геометрию детали в эскизе, для последующего получения тела вращения. Это необходимо для более быстрого и безболезненного изменения конструктива детали.

8. Теперь выполним построение отверстия. Для этого нажимаем кнопку “Отверстие” в инструментальной палитре. В открывшемся диалоговом окне

тип размещения отверстия указываем “Концентрично”. Затем указываем плоскость на которой хотим разместить отверстие (торцевую плоскость цилиндра) и концентрический объект (поверхность цилиндра). Помимо концентрического размещения отверстия, есть возможность выбора размещения: –“по эскизу” (когда создается новый эскиз и в нем делаются построения точек к которым можно привязать центра отверстий, причем, отверстий может быть несколько); –“лин. размеры” (когда центра отверстий можно задать с помощью размеров от ребер детали); –“в точке” (задается с помощью рабочей точки). Затем выбирается тип отверстия (обычное, цековка, зенковка), тип дна отверстия (плоское, конусное), ограничение по расстоянию (в нашем случае, насквозь), его направление и геометрические размеры (в нашем случае, только диаметр 5мм). Так же в диалоговом окне “отверстие” есть возможность создания резьбового отверстия с типом резьбы, её размером, обозначением, классом и направлением нарезки резьбы.

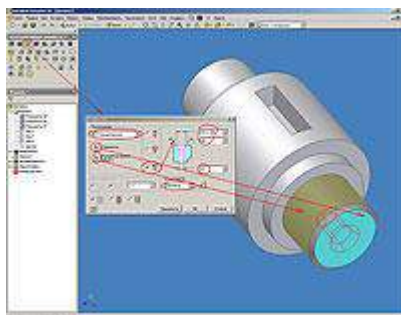
Причем, при последующем создании чертежных видов, резьба будет тоже графически показана.

После определения параметров отверстия нажимаем кнопку “Ok”

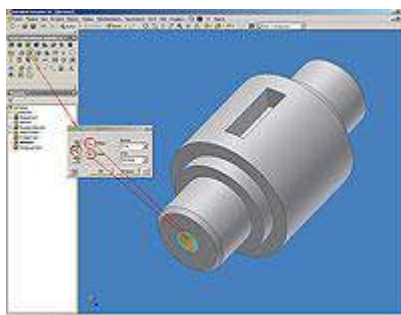


9. По чертежу детали “Валик” видим, что отверстие сквозное, но с зенковкой. Поэтому можно сразу в диалоговом окне “отверстие” задать размеры зенковки (диаметр и угол).

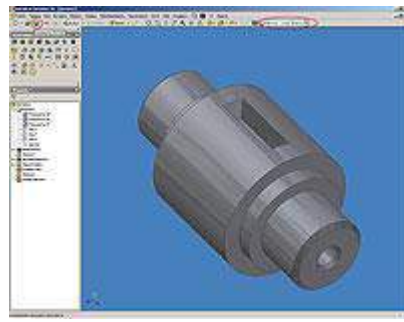
Но, как видим по чертежу, зенковка задана в виде фаски (по длине и углу), поэтому пересчитывать диаметр зенковки не очень удобно



10. Поэтому воспользуемся функцией “фаска” для создания соответствующей геометрии. Выбираем тип фаски – “по длине и углу”, указываем грань и ребро на которое хотим нанести фаску (подробнее – практическая №6) задаем длину и угол фаски, затем нажимаем кнопку “Ок”



11. После того как модель детали готова, назначаем цвет детали. Для этого в основной панели инструментов выбираем предполагаемый материал, из которого будет изготавливаться деталь «валик» (в нашем случае – сталь). Не забудем записать наше творение в файл, нажав кнопку “Сохранить” в панели инструментов или в основном меню.



Практическая работа №8

Создание элементов по траектории

Цель работы: познакомиться с операцией Сдвиг и Оболочка

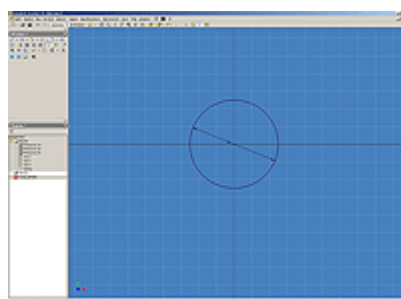
Порядок работы

Рассмотрим прием создания конструктивного элемента трубопровода путем построения сдвига и оболочки.

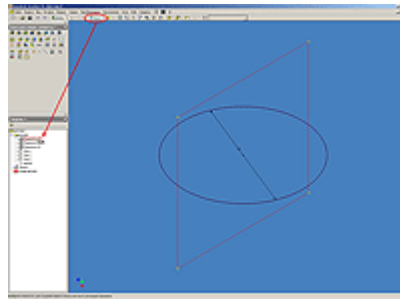
Элемент «Сдвиг» служит для создания конструктивных элементов путем перемещения эскизного контура вдоль плоской траектории. Эскиз должен представлять собой замкнутый контур (кроме тех случаев, когда строится поверхность).

Результатом этого урока должно явиться построение элемента трубопровода.

1. В начале необходимо создать эскиз контура будущей трубы. Для этого проецируем точку начала координат на плоскость построения (см. предыдущие уроки). С помощью команды «Окружность» строим исходный контур и определяем размеры. На этом работа с данным эскизом завершена. Нажимаем кнопку «Возврат».

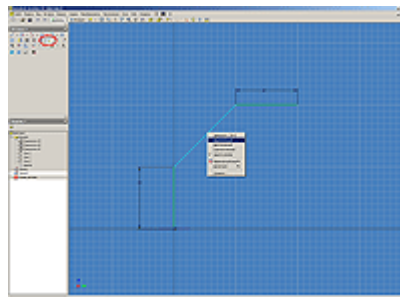


2. Приступаем к построению траектории сдвига. Для этого создаем новый эскиз в плоскости перпендикулярной эскизу контура трубы. Для этого указываем соответствующую плоскость YZ в начале координат.

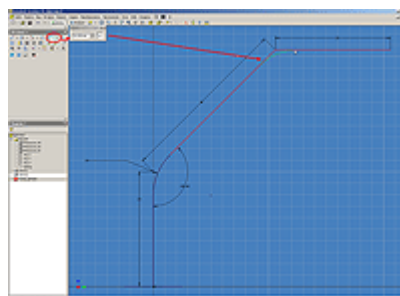


3. Выполняем построение траектории сдвига при помощи стандартных команд и определяем размеры. Для задания параллельного размера необходимо выбрать соответствующий отрезок и по нажатию правой кнопки мыши указать на соответствующий пункт меню.

Для точного определения координат начала траектории сдвига рекомендуем перед началом построения спроецировать центр окружности контура трубы на плоскость построения.



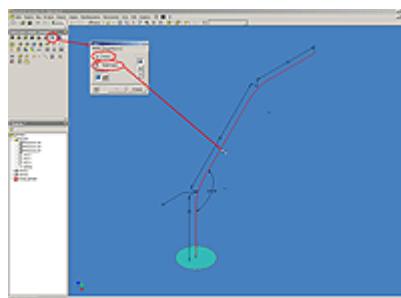
4. Для построения мест изгибов трубы используем стандартную команду «Сопряжение» и назначаем радиусы гибки трубы.



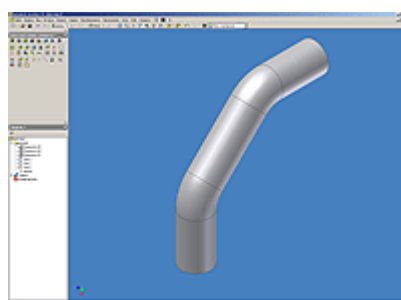
5. Работа с эскизами закончена. Переходим в режим построения конструктивных элементов, нажав кнопку «Возврат». Приступаем непосредственно к построению нашей трубы. Для этого нажимаем кнопку «Сдвиг» в инструментальной палитре.

В открывшемся диалоговом окне в качестве эскиза указываем контур трубы (т.к. замкнутый эскиз для сдвига один, Inventor выбирает его автоматически) и в качестве траектории – указываем построенную нами линию сдвига.

Можно выполнять построение как твердого тела так и поверхности. Причем, поверхность может иметь незамкнутый контур. Переключение режимов сдвига осуществляется кнопками «Результат». Если сдвиг производится с сужением или с расширением, то значение угла конусности можно ввести в поле «Угол конуса» на вкладке «Подробности».



6. После нажатия кнопки «Ок» выполняется построение сдвига.



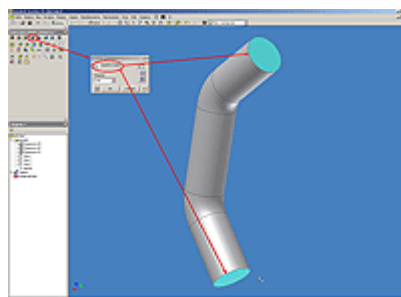
7. Следующим шагом в создании элемента трубопровода является построение полости внутри трубы с определенной толщиной стенки. Для этого используем команду «Оболочка».

Команда «Оболочка» удаляет материал из детали, смещая существующие грани и создавая новые грани внутри, снаружи, либо на обеих сторонах детали.

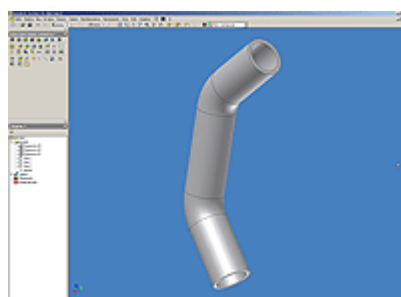
Для создания оболочки необходимо определить, какие грани будут удалены или смещены, и задать толщину стенки каждой грани детали.

Команда «Оболочка» вызывается из инструментальной палитры «Конструктивные элементы».

Существует возможность создания оболочки с различной толщиной стенок. Для этого в диалоговом окне «Оболочка» необходимо нажать кнопку «>>>», и щелкнув на строке «Добавить», выбрать грань, толщина которой будет отличаться от стандартной и указать соответствующее значение.



8. Окончательный вид элемента трубопровода.



Практическая работа №9

Создание элементов по сечениям

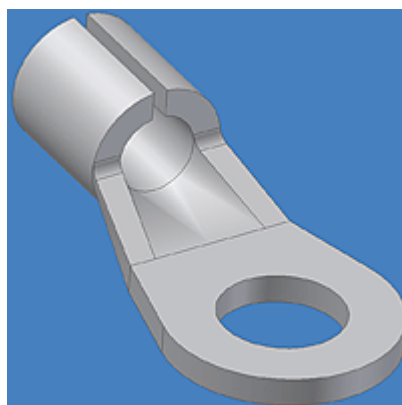
Цель работы: изучить процесс создания элементов по сечениям

Рассмотрим прием создания конструктивного элемента путем построения перехода между контурами.

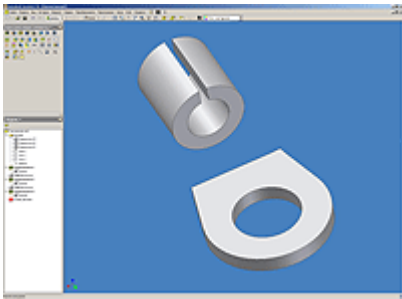
Порядок работы

Элементы по сечениям создаются путем построения переходов между контурами, расположенными на разных рабочих плоскостях или плоских гранях. В качестве контуров можно использовать 2М или 3М эскизы, ребра и контуры граней модели. Форма элемента по сечениям может уточняться с помощью направляющих и сопоставления точек. Команда "По сечениям" позволяет создавать как тела, так и поверхности.

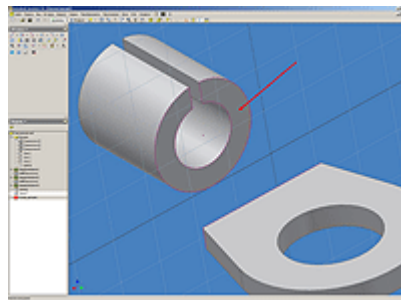
1. В результате выполнения практической работы должно появиться построение сложного элемента перехода в детали «наконечник для крепления электрических проводов».



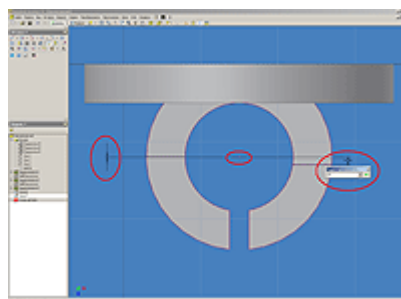
2. Построение показанных на рисунке элементов выполняется стандартными командами для построения конструктивных элементов, описанными в предыдущих уроках. В качестве плоскостей для построения эскизов выбраны взаимно-перпендикулярные плоскости.



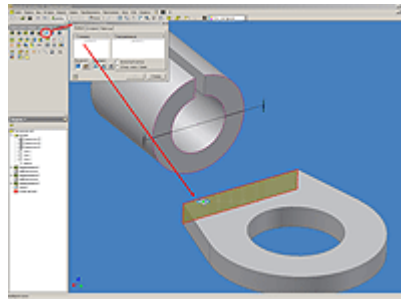
3. Для начала построения элемента «По сечениям» создаем новый эскиз на плоскости одного из элементов наконечника. Это необходимо потому, что в построении участвует не весь контур, спроецированный на плоскость построения, а только его часть.



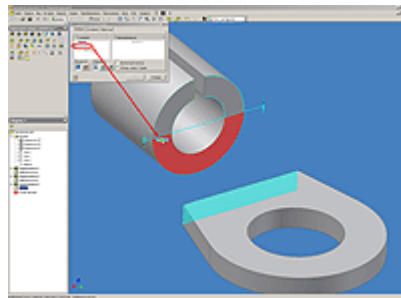
4. Строим линии образующие новый контур и ограничивающие его. Для полного определения эскиза необходимо задать дополнительные размеры. В качестве такого размера задаем расстояние равное «0» относительно точки центра.



5. После команды «Возврат» начинаем построение конструктивного элемента «По сечениям». Для этого выбираем в инструментальной палитре соответствующую команду. В открывшемся диалоговом окне определяем контуры для будущего построения. В качестве первого контура выбираем грань одного из элементов. Строить эскиз не обязательно, если контур строится по периметру грани.



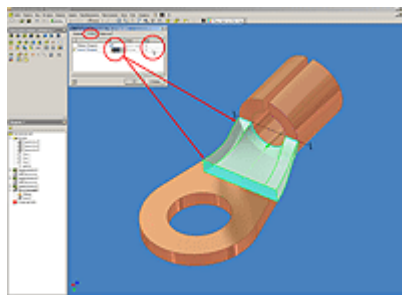
6. В качестве второго контура выбираем ранее созданный нами эскиз. Причём, указываем на ту часть эскиза, которая будет непосредственно участвовать в построении.



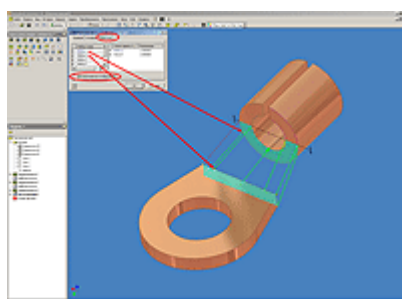
При построении «По сечениям» возможности по формированию тела детали во многом схожи с построением конструктивного элемента «Выдавливание», однако, имеется и ряд дополнительных возможностей. Флажок «Замкнутый контур» необходим для объединения начального и конечного контуров элементов по сечениям. Флажок «Объединение касательных грани» объединяет грани элемента «по сечениями» без создания ребра между смежными гранями элемента.

7. Переходим в закладку «Условия». Во вкладке «Условия» назначаются граничные условия для краевых сечений и направляющих. Граничные условия определяют форму элемента по сечениям в крайних точках. По умолчанию значения устанавливаются в «свободное положение», т.е. построение выполняется без граничных условий. В случае необходимости назначения угла между плоскостью контура и поверхностью для каждого сечения выбираем «Условие касательности». По умолчанию значение установлено в 90 градусов. Область допустимых значений угла от 0.0000001 до 179.99999 градусов. Для регулирования плавности построения элемента

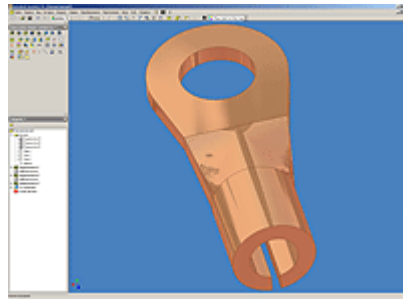
по сечениям используем безразмерную величину «Вес», которая управляет формой элемента по сечениям с учетом заданного угла. Большое значение дает в результате плавный переход, малое значение - резкий переход. Значения подбираются относительно размеров модели.



8. Переходим в закладку «Переход». При необходимости флажок «Автоматическое отображение» можно снять, изменив при этом предлагаемое сопоставление точек контуров. С помощью точек, направляющих и вершин можно назначить соответствие сегментов контуров, используемых для построения элемента по сечениям (рисунок 8). Для изменения соответствия необходимо указать на элементе списка. Соответствующие выбранному элементу списка точки отображаются на экране. Указываем новое положение точки в графической области. При этом элемент списка получает новое безразмерное значение: «0» – соответствует началу линии; «1» – концу линии. Промежуточному положению точек соответствуют десятичные значения.



9. Устанавливаем все необходимые значения и нажимаем на кнопку «Ок». Выполняется построение элемента «По сечениям».



Практическая работа №10

Создание элемента пружина

Цель работы: научиться строить конструктивные элементы типа Пружина

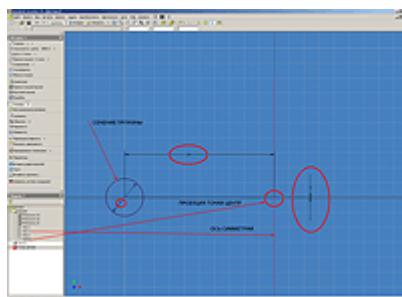
Порядок работы

Команда «Пружина» палитры «Конструктивные элементы» используется для создания элементов спирально-винтовой формы. Команда позволяет построить, например, винтовую пружину или резьбу.

1. Для построения пружины необходимо создать новый эскиз, представляющий сечение будущей пружины. Затем, проецируем ось «Y» начала координат в качестве оси симметрии будущей пружины.

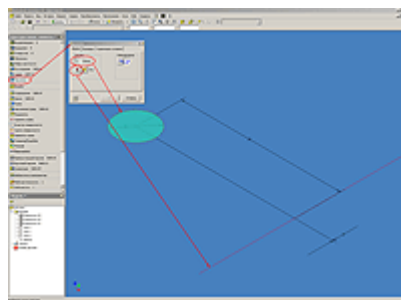
Так же в качестве оси симметрии можно использовать отрезок. Для облегчения дальнейшей работы с элементом, базовые построения и размеры рекомендуется привязывать к проекции точки центра координат (см. предыдущие уроки).

Далее выполняем построение сечения будущей пружины при помощи команды «Окружность». Размерами определяем диаметр пружины и диаметр сечения.



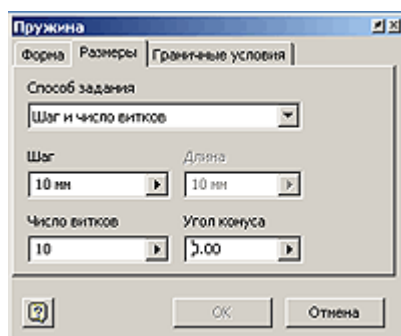
2. Переходим к построению самой пружины. Для этого нажимаем кнопку «Возврат» и попадаем в палитру конструктивных элементов. Вызываем

команду «Пружина». В качестве эскиза указываем сечение пружины, а в качестве оси – спроецированную координатную ось «Y» .

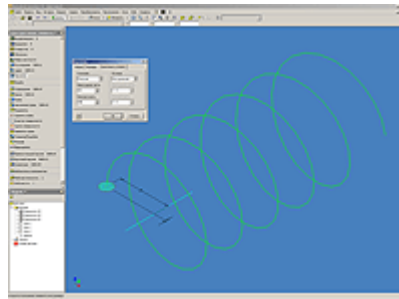


Так же в диалоговом окне «Форма» присутствуют кнопки «Направление». Они необходимы для выбора направления навивки пружины (Правое или левое).

3. В закладке «Размеры» доступны четыре способа задания пружины: Шаг и число витков; Число витков и длина; Шаг и длина; Спираль. При выборе того или иного способа задания Inventor активирует те или иные поля для ввода значений. При способе задания «Спираль» поле «Угол конуса» недоступно. Поле «Угол конуса» предназначено для построения конусных пружин.

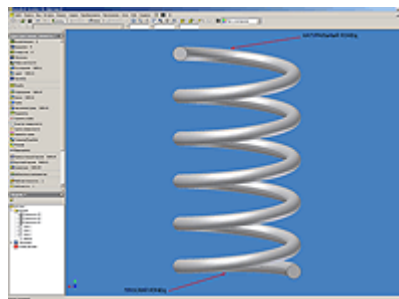


4. В закладке «Граничные условия» устанавливаются параметры построения начала и конца пружины: Плоская (Пружина плоская на одном или обоих концах, которая может вертикально стоять на плоской поверхности); Натуральная (Концы пружины не имеют переходной части).



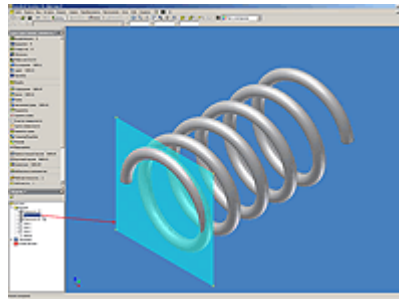
Длина переходного участка указывается в градусах. Как правило, устанавливается значение, меньшее полного витка. Длина плоского участка так же указывается в градусах. Плоский участок следует после переходного участка, на нем шаг между витками равен нулю. Он используется для построения плоского торца пружины.

5. После задания всех параметров пружины нажимаем кнопку «Ok» и выполняем построение элемента.



6. Часто возникает необходимость построения пружины с подрезанными торцами. Команда «Пружина» из палитры конструктивных элементов Inventor не позволяет выполнять подобные построения. Ниже рассмотрим порядок построения подрезанных торцов пружины.

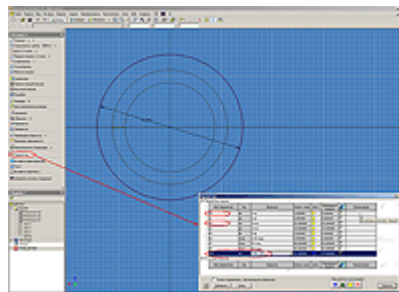
Первым шагом необходимо выбирать плоскость построения для нового эскиза. В нашем случае используем стандартную плоскость «XZ», которая проходит через центр сечения первого витка.



Проекция точки центра и привязка к ней всех базовых размеров и построений, сделанные в начале построения пружины (см. выше), позволяет нам использовать стандартные плоскости, не прибегая к дополнительным построениям. Если есть необходимость выполнить подрезку торца пружины не по центру сечения первого витка, то необходимо выполнить построение дополнительной рабочей плоскости, смещенной от стандартной плоскости «XZ» на необходимое расстояние.

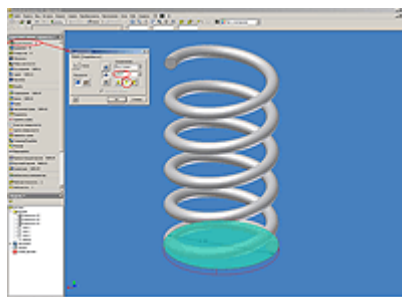
7. Создаем эскиз на выбранной плоскости. Для удобства построения переходим в каркасный режим отображения модели. Проецируем точку начала координат и строим относительно неё окружность, определяющую диаметр подрезки пружины. Диаметр окружности должен быть не меньше диаметра пружины плюс диаметр сечения пружины.

Задать диаметр окружности удобнее используя таблицу параметров.

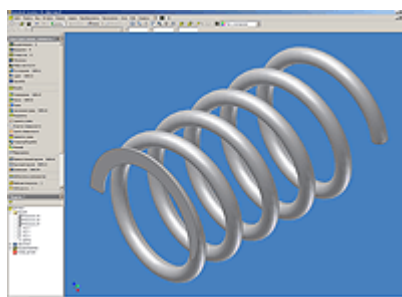


В таблице параметров задаем диаметр окружности подрезки (d_{12}) равным двум радиусам пружины ($2 \cdot d_2$) плюс диаметр сечения пружины (d_0). После закрытия окна параметров необходимо нажать кнопку «Обновить» в панели инструментов, чтобы выполненные изменения вступили в силу.

8. Для выполнения подрезки торца пружины используем конструктивный элемент «Выдавливание». В параметрах элемента определяем эскиз, направление и тип построения – вычитание. Глубина выдавливания формируется исходя из параметров модели, и в нашем случае равна половине диаметра сечения пружины.



9. Выполняем построение подрезки торца пружины нажав на кнопку «Ок».



Используя предложенный подход при построении пружины с подрезкой, Вам не придется в дальнейшем вручную перестраивать её геометрию в случае изменения её параметров. При изменении размеров пружины все параметры подрезки будут меняться автоматически.

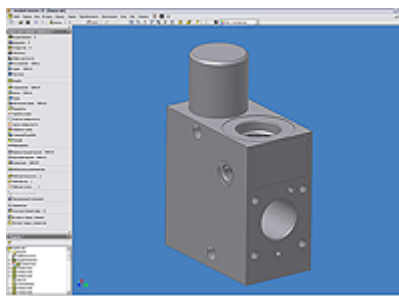
Практическая работа №11

Создание рельефа и маркировки на модели

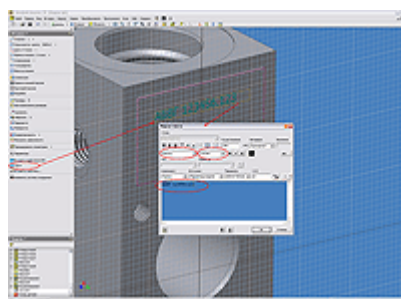
Цель работы: изучить приемы нанесения рельефа и маркировки на элементы детали.

Команда «Рельеф» палитры «Конструктивные элементы» используется для создания рельефных элементов на деталях. Команда позволяет построить элемент, который может либо выступать или быть вырезан в грани на заданную глубину и в заданном направлении. Так же грань рельефного элемента может использоваться для нанесения маркировки или рисунка.

1. Для примера используем ранее построенную модель детали «Корпус».



2. Для начала необходимо построить эскиз на плоскости, на которой должен быть размещен рельеф. Затем, выбрав команду «Текст» указываем область размещения надписи. В открывшемся диалоговом окне вводим текст надписи и определяем её параметры (например, шрифт, высоту надписи и т.д.). Задание параметров текста аналогично таким приложениям как Autocad или MS Word. Для более точного расположения и направления текста можно использовать стандартные команды палитры инструментов (Размеры; Перенести; Повернуть).



3. После завершения создания текста нажимаем кнопку «Возврат» и переходим в палитру конструктивных элементов, в которой выбираем команду «Рельеф». В открывшемся диалоговом окне в качестве эскиза выбираем созданный ранее эскиз текста. Для удобства выбора используем колесико на мышке или стрелки выбора эскиза. Этот режим автоматически активируется при неподвижном указателе мыши на эскизе.

Существуют три способа построения рельефного элемента. Необходимо выбрать один из следующих способов:

- выступ на грани;
- вырез на грани;
- выступ/вырез от плоскости. При этом способе построения материал добавляется и удаляется по одну или обе стороны от плоскости построения эскиза. По обе стороны материал удаляется и добавляется в зависимости от ориентации контура детали.

Также в диалоговом окне присутствуют кнопки определяющие направление построения рельефа. Направление нужно изменять в том случае, когда плоскость построения эскиза рельефного элемента смещена относительно грани, на которую он будет нанесен. Флажок «Искривление» доступен только для следующих способов построения:

- выступ на грани;
- вырез на грани.

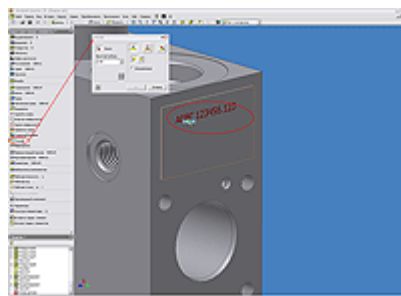
Если флажок установлен, рельефный элемент принимает форму грани, на которой он строится. Построить рельефный элемент можно лишь на одиночной грани, но не на гранях, соединенных швом.

Грани могут быть только плоскими или коническими, но не сплайновыми.

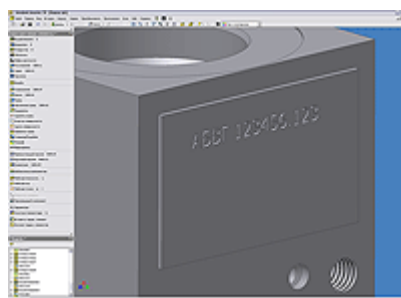
Если не установить этот флажок, контур рельефного элемента проецируется на грань.

При проецировании контура на искривленную грань возможны искажения.

Если грань, на которую наносится рельефный элемент, перпендикулярна плоскости построения его эскиза, построение элемента по форме грани невозможно.



4. Для завершения построения рельефа нажимаем на кнопку «ОК». Вид детали после проведения построения показан на рисунке.

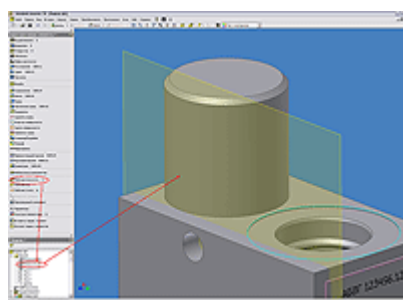


Аналогичным образом выполняются построения рельефа на цилиндрической поверхности. Отличие состоит в том, что исходный эскиз

строится на дополнительной плоскости (например, касательной к цилиндрической поверхности).

Ниже рассмотрим нанесение маркировки на цилиндрическую поверхность.

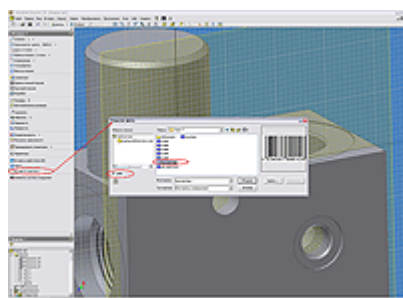
5. Для нанесения маркировки на цилиндрическую поверхность строим дополнительную рабочую плоскость, касательную к поверхности цилиндра используя при этом одну из плоскостей начала координат (метод построения касательной плоскости описан в одном из предыдущих уроков).



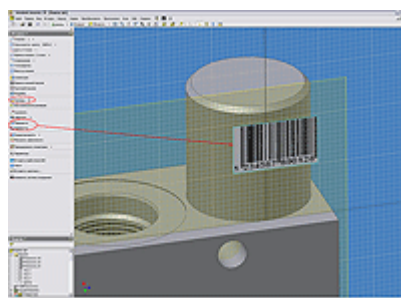
6. Создаем новый эскиз на построенной рабочей плоскости и нажимаем на кнопку «Вставить рисунок». В открывшемся диалоговом окне находим место расположения файла картинки (можно использовать пример картинки ниже).



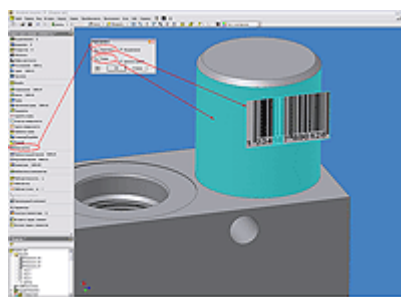
Для связи конструктивного элемента «Маркировка» с оригиналом файла картинки предназначен флажок «Link».



7. Далее размещаем картинку на плоскости эскиза. Для более точного расположения и направления картинки используем стандартные команды палитры инструментов (Размеры; Перенести; Повернуть).



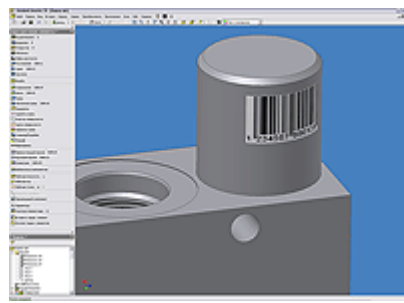
8. Для завершения построения эскиза нажимаем кнопку «Возврат». В палитре конструктивных элементов выбираем команду «Маркировка». В открывшемся диалоговом окне указываем картинку и грань, на которую будем наноситься маркировка.



Если установлен флажок «Искривление», то производится искривление изображения при его наложении на грань. Если флажок снят, изображение проецируется на грань.

Если установлен флажок «Цепочки граней», то происходит нанесение маркировки на смежные грани.

9. Нажимаем кнопку «Ок». Результат операции построения маркировки показан на рисунке.



Практическая работа №12

Создание сборок в Autodesk Inventor

Цель работы: ознакомиться с процессом создания сборок в Inventor.

Создание сборок (часть 1)

Существуют два подхода к созданию сборок изделий в Inventor.

Первый подход «Снизу вверх» заключается в том, что в файл изделия вставляются уже имеющиеся детали и узлы, а затем компоненты изделия позиционируются с помощью наложения зависимостей (совмещение, вставка и т.д.).

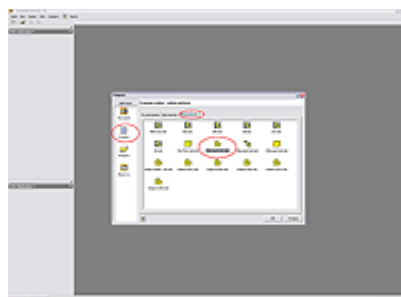
Второй подход «Сверху вниз» заключается в том, что сначала задаются конструктивные критерии, а затем создаются соответствующие им компоненты.

Традиционный подход к проектированию – первый. Его мы и используем в данном уроке для изучения работы со сборками.

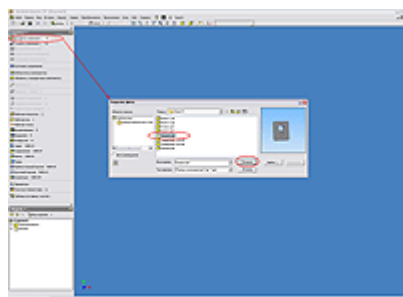
В данном уроке в сборке участвует деталь «Валик-1», которую Вы создали в одном из предыдущих уроков. Остальные детали для сборки «Шестеренный насос» прилагаются к данному уроку.

Порядок работы

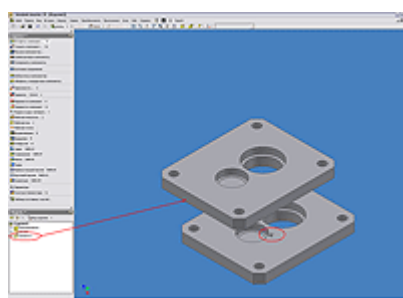
1. Для начала создаем файл сборки изделия (*.iam). Для этого выбираем в меню «Файл» команду «Создать». В открывшемся окне выбираем закладку «Метрические» и шаблон «Обычный (мм).iam» и нажимаем на кнопку «ОК».



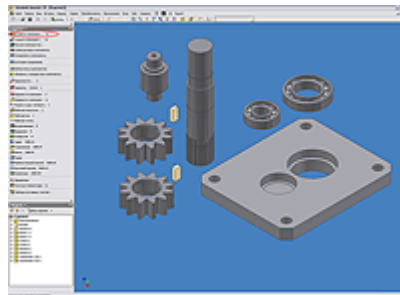
2. Построение сборки начинаем с базовой детали «Крышка», так как относительно нее позиционируются все остальные детали конструкции. Для того чтобы вставить деталь – компонент сборки необходимо в палитре инструментов «Изделие» нажать на кнопку «Вставить компонент» и в открывшемся диалоговом окне выбрать необходимый файл и нажать кнопку «Открыть».



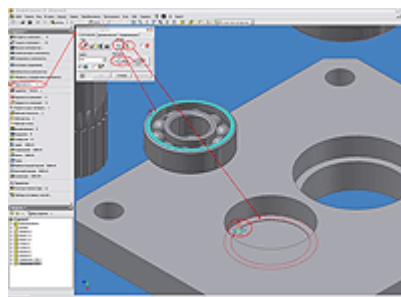
3. После нажатия на кнопку «Открыть» Inventor автоматически вставляет базовую деталь, позиционируя её в начале координат изделия. Если в сборке присутствует несколько одинаковых деталей, то их вставка может быть осуществлена сразу после вставки первой детали нажатием левой кнопки мышки без повторения операции «Вставка компонента» Первая деталь в сборке назначается базовой автоматически. Об этом свидетельствует наличие особого значка (канцелярская кнопка) напротив названия детали в браузере модели. Базовая деталь не имеет ни одной степени свободы. В изделии может быть сколько угодно базовых компонентов. Деталь можно сделать не базовой – щелкнув правой кнопкой мыши на детали в браузере модели и сняв флажок «Базовый».



4. Аналогично вставляются и другие компоненты сборки. Дополнительные (уже не базовые) компоненты можно размещать в изделии, щелкая мышью в графическом окне. Курсор расположен в центре масс компонента.

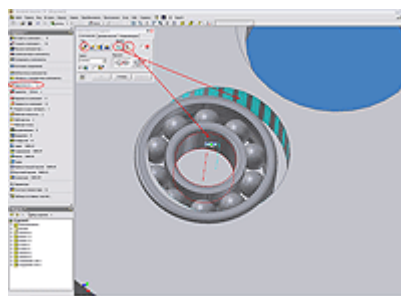


5. Приступаем непосредственно к сборке, которая осуществляется путем наложения зависимостей. Зависимости служат для установки положения компонента в изделии и моделирования механических взаимоотношений между компонентами. Для этого нажимаем кнопку «Зависимости» в палитре инструментов. В открывшемся окне выбираем тип статической зависимости «Совмещение» и указываем совмещаемые плоскости двух деталей. Существуют два варианта совмещения - навстречу и заподлицо. Мы выбираем первый вариант. Для удобства указания элементов для совмещения можно использовать колесико мышки или стрелки выбора (влево-вправо), которые автоматически появляются при неподвижном удержании указателя мыши на элементе. Так же детали можно передвигать в пространстве модели простым перетаскиванием их указателем мыши. После указания элементов для совмещения детали автоматически меняют расположение в сборке в соответствии с наложенными зависимостями. Что бы изменения вступили в силу – нажимаем на кнопку «Применить».



Зависимость совмещения - позиционирование компонентов с совмещением граней или с выравниванием граней заподлицо. Зависимость данного типа устраняет одну поступательную и две вращательные степени свободы между плоскими поверхностями.

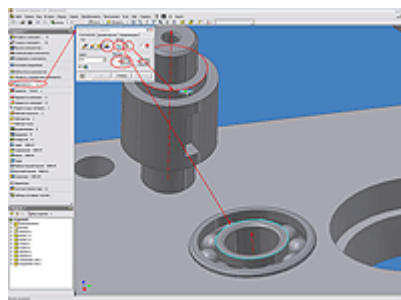
6. Для позиционирования подшипника соосно с отверстием в крышке, не выходя из диалогового окна, используем ту же самую зависимость «Совмещение», только выбираем не плоскости, а цилиндрические поверхности деталей. Совмещение проводится по осям выбранных цилиндрических поверхностей. Нажимаем кнопку «Применить».



Деталь «Подшипник» после наложения необходимых зависимостей имеет только одну степень свободы – вращение.

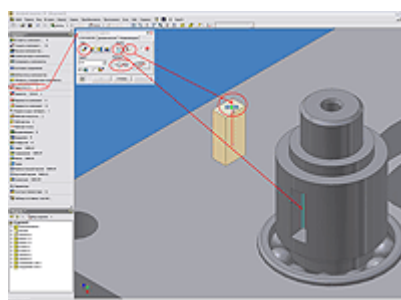
7. Для позиционирования детали «Валик-1» относительно детали «Подшипник» можно воспользоваться описанным ранее способом, т.е. применить две зависимости совмещения. Однако, более целесообразно для цилиндрических деталей применить тип зависимости «Вставка». Для этого выбираем соответствующий значок в диалоговом окне «Зависимости в изделии», указываем грани цилиндрических поверхностей, по которым будет

осуществлено совмещение плоскостей и осей. Выбираем вариант вставки (противоположное или параллельное).

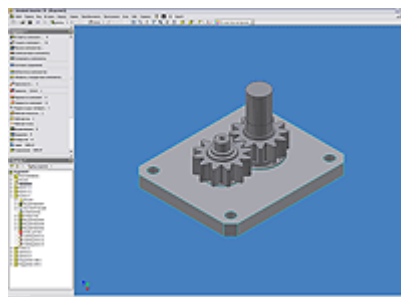


Зависимость «Вставка» - комбинация зависимостей совмещения между плоскими гранями и между осями двух компонентов. Зависимость этого типа используется, например, для позиционирования болта в отверстии с совмещением осей болта и отверстия, а также с выравниванием головки болта заподлицо с плоской гранью. Такая зависимость оставляет только вращательную степень свободы.

8. Следующим шагом позиционируем деталь «Шпонка» внутри шпоночного паза детали «Валик-1». Для этого применяем статическую зависимость «Совмещение» по граням сопрягаемых деталей. Такой вариант позволяет позиционировать элемент используя всего две зависимости совмещения по граням вместо трех зависимостей совмещения по плоскостям. Для первой зависимости используем длинную грань шпонки и внутреннюю длинную грань шпоночного паза. Для второй зависимости совмещения используем короткую грань шпонки и внутреннюю короткую грань шпоночного паза.

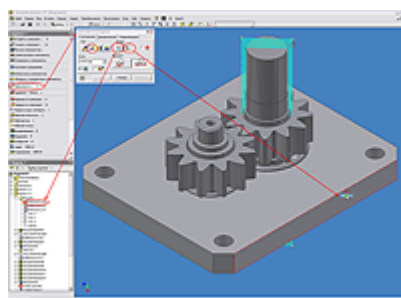


9. Аналогично производим наложение статических зависимостей на оставшиеся детали сборки.



10. Переходим к рассмотрению оставшихся двух типов зависимостей «Угол» и «Касательность».

Зависимость «Угол» предназначена для позиционирования ребер или плоских граней двух компонентов под заданным углом друг к другу вокруг оси. Зависимость данного типа устраняет одну вращательную степень свободы и две степени свободы углового вращения между плоскими поверхностями.



Для наложения зависимости «Угол» выбираем в качестве объектов привязки плоскость начала координат детали «Валик-2» и боковую плоскость базового элемента «Крышка» и назначаем угол поворота, в нашем случае 0 градусов.

11. Для наложения зависимости «Касательность» указываем две сопрягаемых поверхности зубьев.

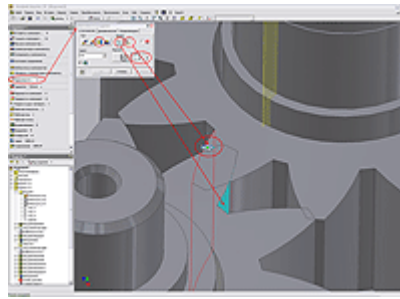


Рис. 11

Зависимость «Касательность» - позиционирование граней, плоскостей, а также цилиндрических, сферических и конических поверхностей по касательной. Касание может осуществляться как с внешней, так и с внутренней стороны кривой, в зависимости от выбранного направления нормали. Зависимость данного типа устраняет одну поступательную (между цилиндром и плоскостью), одну линейную и одну вращательную степень свободы.

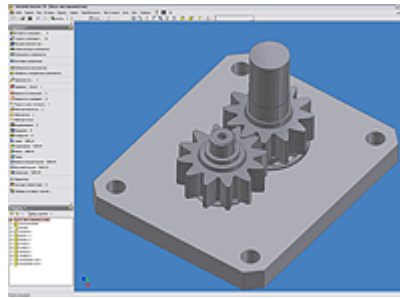
Создание сборок (часть 2)

Первый подход к созданию сборок был рассмотрен в первой части работы.

Во второй части мы рассмотрим второй подход «Сверху вниз».

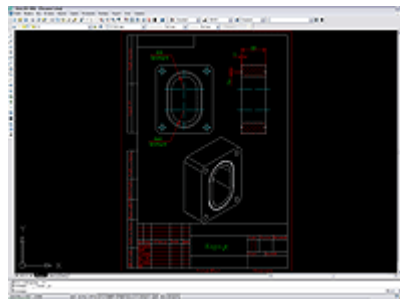
В разработанной на предыдущем уроке сборке шестеренного насоса не хватает детали «Корпус», которую мы создадим в составе сборки с использованием заимствованной геометрии детали «Крышка».

1. Для начала работы открываем файл сборки изделия (Насос шестеренный.iam), созданный на предыдущем уроке.

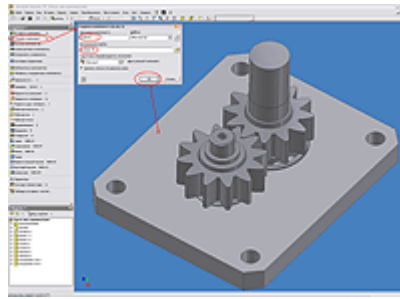


2. Чертеж (файл Корпус ШН.dwg) будущей детали «Корпус», разработанный в программе Autocad приведен на рисунке.

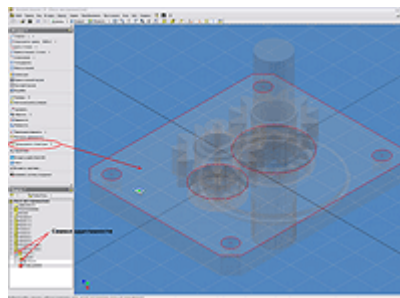
Как видно, на чертеже присутствуют не все размеры, определяющие геометрию детали. Геометрические размеры детали и расположение мест крепления необходимо заимствовать с детали «Крышка».



3. Для создания детали «Корпус» в инструментальной палитре изделия нажимаем кнопку «Создать компонент». В открывшемся диалоговом окне назначаем имя компонента и место расположения на жестком диске. Все остальные настройки параметров компонента определяются в шаблоне «Обычный.ipt». После нажатия кнопки «Ок» Inventor предлагает указать плоскость расположения эскиза нового компонента, в нашем случае это - плоскость крышки, и автоматически переходит в режим построения эскиза.



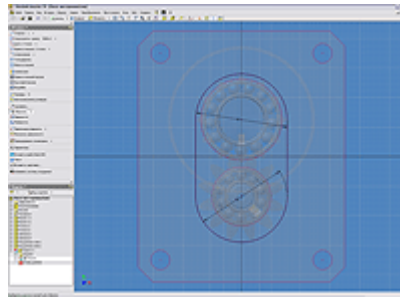
4. Для заимствования геометрии детали «Крышка» при построении детали «Корпус», нажимаем кнопку «Проецировать геометрию» и указываем на плоскость крышки.



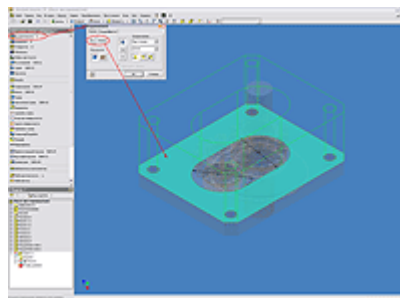
Если необходимо спроецировать геометрию конкретного элемента детали (грань или окружность отверстия) то необходимо выбрать указателем мыши именно этот элемент. При указании мышкой на тело детали проецируются все элементы детали, определяющие её геометрию (как в нашем случае).

Автоматически в браузере модели рядом с названием детали и эскиза появляется специальный символ, указывающий на то, что деталь и эскиз адаптивны. Элементы нового эскиза будут связаны с заимствованной геометрией исходной детали, т.е. при изменении геометрии детали «Крышка» изменится вместе с ней и связанная геометрия детали «Корпус».

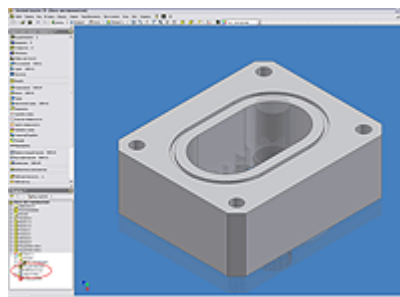
5. Производим построение недостающих элементов геометрии эскиза детали «Корпус», используя стандартные команды палитры «2-М эскиз».



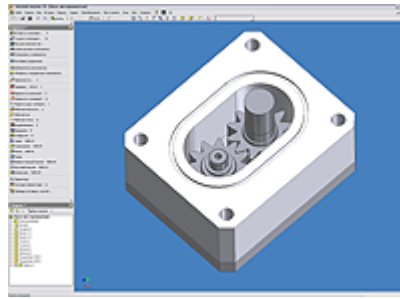
6. Переходим из режима редактирования эскиза в режим работы с конструктивными элементами нажав кнопку «Возврат» и производим выдавливание формы детали «Корпус».



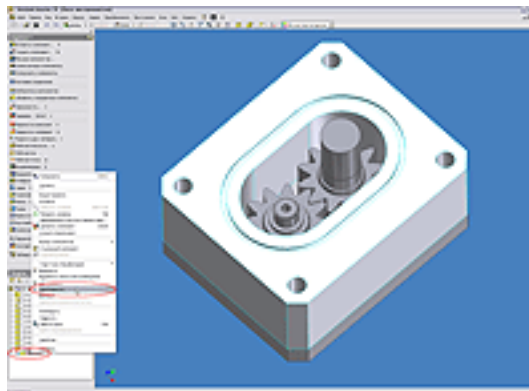
7. Используя типовые операции работы с эскизами и конструктивными элементами производим построение недостающих элементов детали – уплотнительных пазов.



8. Нажав кнопку «Возврат» переходим в режим работы со сборками и получаем окончательный вид нашего изделия.



9. Теперь при изменении определяющей геометрии детали «Крышка» автоматически будет пересчитана геометрия детали «Корпус». Для того, чтобы геометрия детали «Корпус» была независима от геометрии детали «Крышка» необходимо снять символ адаптивности в браузере модели, нажав правой клавишей мыши на названии детали, и отключить соответствующий флажок.



Практическая работа №13

Создание и оформление чертежей модели в Autodesk Inventor

Цель работы: научиться оформлять чертежи в соответствии с ЕСКД средствами программы Autodesk Inventor.

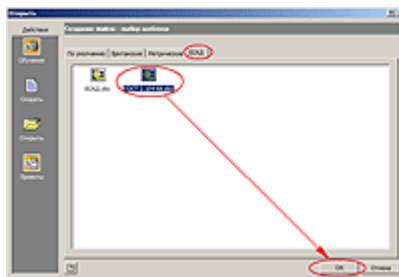
На примере созданной в практической работе №12 сборки шестеренного насоса рассмотрим создание чертежных видов в Autodesk Inventor.

Порядок работы

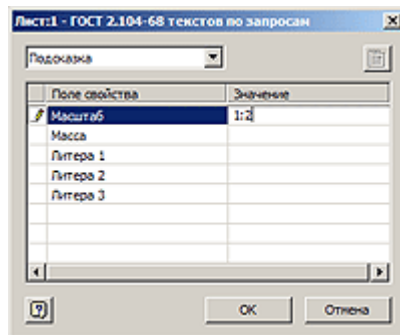
1. Откроем в Inventor сборку Шестеренный насос.iam, созданную в работе №8.

Проведем предварительную подготовку: загрузим (перепишем) шаблон чертежа (ГОСТ 2.104-68.idw), затем создадим папку «ЕСКД» по месту установки Inventor на локальном диске Вашего компьютера (по умолчанию – c:\Program Files\Autodesk\Inventor 10\Templates\ЕСКД\)) и перепишем в нее файл шаблона.

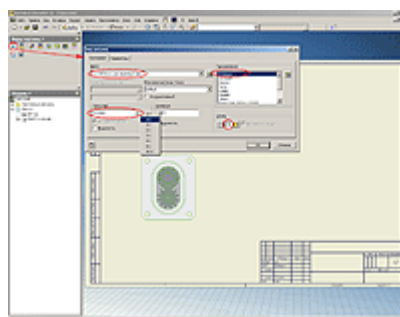
Затем нажмем кнопку «Создать» в панели инструментов или в основном меню Inventor. В открывшемся диалоговом окне переходим на вкладку «ЕСКД», выбираем шаблон ГОСТ 2.104-68.idw и нажимаем кнопку «ОК».



2. Открывается диалоговое окно с заполнением полей штампа чертежа в части масштаба, массы и поля «Литера». Указываем масштаб (например, 1:2) и нажимаем кнопку «ОК».

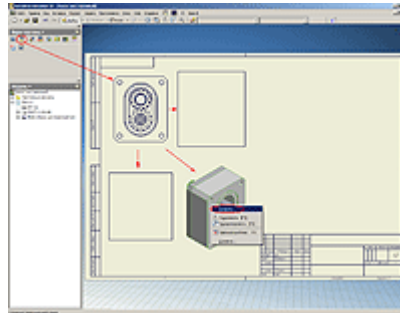


3. После этого попадаем в среду создания чертежных видов, со своим полем формата чертежа и соответствующим браузером и инструментальной палитрой. Создадим главный вид, нажав соответствующую кнопку в инструментальной палитре «Главный вид». Открывается окно настройки параметров главного вида. Если файл модели или сборки уже открыт в Inventor, то путь к файлу автоматически подставляется в поле его расположения, при необходимости можно задать расположение файла вручную, нажав кнопку «Обзор» справа от поля месторасположения файла. Затем выбрать направление вида из предложенного списка, задать масштаб (из стандартных или определить пользователем вручную), ввести название вида и определить стиль представления вида (с невидимыми линиями, без невидимых линий или тонирование). После определения параметров главного вида нажать кнопку «ОК» или кликнуть левой кнопкой мыши на виде в поле чертежа.

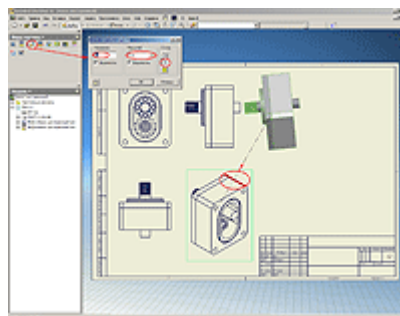


4. Теперь создадим проекционные виды, нажав кнопку «Проекционный вид» в инструментальной палитре. Затем, указав, курсором мыши на главный вид, ведем мышью в направлении создаваемого вида и кликая левой кнопкой

мыши на месте расположения вида в поле чертежа. После предварительного расположения нескольких проекционных видов, нажимаем правой кнопкой мыши в поле чертежа и выбираем команду «Создать» в открывшемся контекстном меню. Создаются проекционные виды.



5. При необходимости можно создать дополнительные виды, нажав кнопку «Дополнительный вид» в инструментальной палитре и указав на вид (главный или проекционный) с которого необходимо получить дополнительный вид. В открывшемся диалоговом окне задается название вида, масштаб и стиль представления вида. Затем, необходимо указать линию, относительно которой будет создан дополнительный вид и расположить его в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.

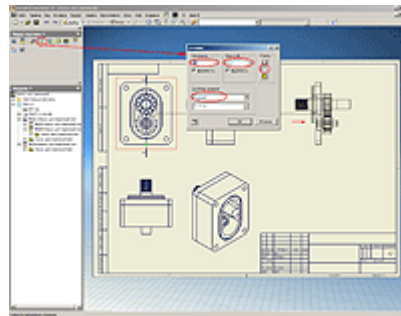


6. Создадим сечение вида, нажав кнопку «Разрез» в инструментальной палитре, и указав на вид (главный или проекционный), с которого необходимо получить сечение. Затем необходимо провести линию сечения вида, используя стандартные привязки (например, середина линии, центр отверстия и т.п.).

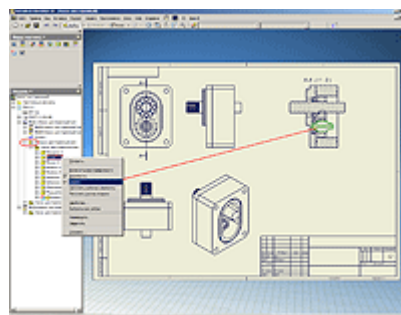
Линия сечения должна заведомо перекрывать границы вида, иначе разрез будет не полным.

Линия сечения может иметь как простую прямолинейную форму, так и сложную ступенчатую.

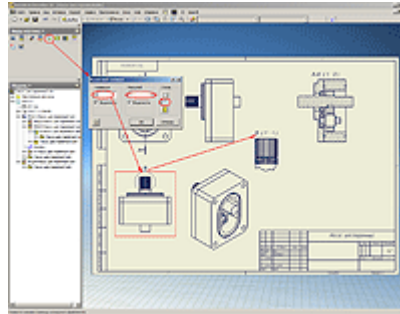
После того как линия сечения проведена, по нажатию правой кнопки мыши, выбираем пункт «Далее» контекстного меню. В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления, а также глубину сечения (либо – полное, либо – на определенное расстояние, указываемое в соответствующем поле). Далее указываем место расположения разреза в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши. Формируется разрез.



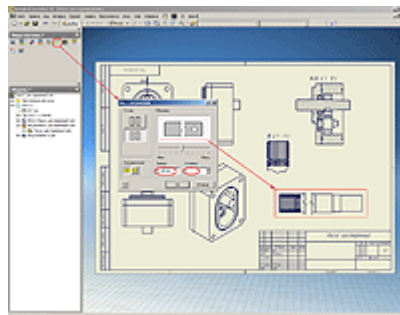
7. При необходимости, детали, которые не должны попадать в разрез (например, такие как валы) можно выключить из сечения. Для этого в браузере чертежа необходимо в текущем виде найти деталь, которую необходимо исключить из разреза и правой кнопкой мыши снять флажок с пункта меню «Разрез».



8. Для создания выносного элемента, необходимо нажать кнопку «Выносной элемент» в палитре инструментов. Затем указать вид, с которого необходимо получить выносной элемент, а также указать область выносного элемента ограниченного кругом (Inventor предлагает указать эту область). В открывшемся диалоговом окне необходимо задать название вида, его масштаб, стиль представления и указать место расположения вида в поле чертежа, нажав левую кнопку мыши.



9. Чтобы создать вид с разрывами, необходимо нажать кнопку «Вид с разрывами» и указать на вид, на котором условно должна быть удалена часть детали или элемента. Затем на виде задаются начальное и конечное положение разрыва, а в открывшемся диалоговом окне параметры разрыва (стиль представления, величина зазора и интервала, его направление). Нажимаем кнопку «ОК».



Если делать разрыв на любом из видов чертежа (главный, проекционный, дополнительный или сечении), то разрыв автоматически генерируется и на всех связанных видах. Поэтому рекомендуется вставлять в

чертеж еще один главный вид изделия или сборки, на котором необходимо показать вид с разрывами.

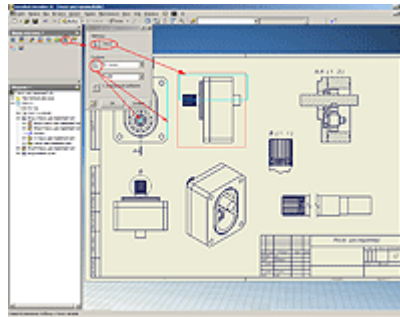
10. Для создания местного разреза на виде, необходимо предварительно создать эскиз, связанный с базовым видом, на котором будет показан местный разрез. Поэтому выделяем левой кнопкой мыши необходимый вид (он становится подсвеченным штриховым прямоугольником), а затем нажимаем кнопку «Эскиз». В режиме создания эскиза рисуем замкнутый контур, определяющий положение местного разреза на виде (для этого используем стандартные команды рисования – линия, прямоугольник, круг и т.д.). Используя размеры и стандартные зависимости при эскизировании, определяем положение контура местного разреза и нажимаем кнопку «Возврат». Нажимаем кнопку «Местный разрез» палитры инструментов и указываем вид, на котором будет создан местный разрез. В открывшемся диалоговом окне указываем созданный эскиз и глубину разреза (в нашем случае – указанием левой кнопкой мыши от одной точки до другой, например, от центра точки оси вала и до крайней грани корпуса на главном виде).

Также предусмотрена возможность выбора и других вариантов задания глубины местного разреза:

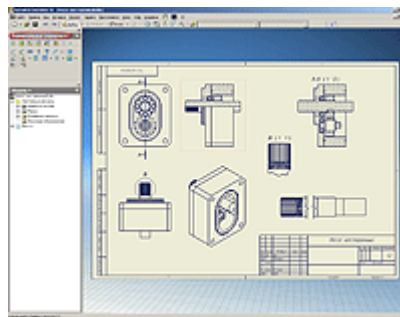
От точки - задает числовое значение глубины местного разреза.
До эскиза - для задания глубины местного разреза использует геометрию эскиза, связанного с другим видом.
До отверстия - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.
Через деталь - для задания глубины местного разреза использует оси отверстия на виде.

Задание числового значения глубины местного разреза доступно только при выборе типа глубины «От точки».

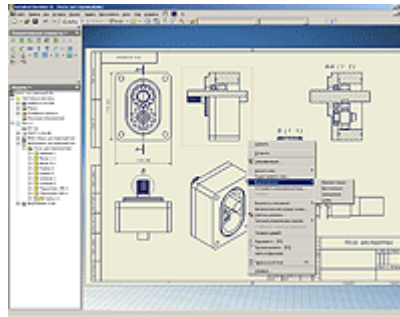
После нажатия кнопки «ОК» - формируется местный разрез.



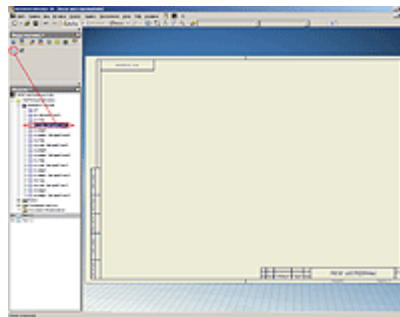
11. После создания всех необходимых видов чертежа, можно приступить к его оформлению. Для этого необходимо переключиться из режима «Виды чертежа» инструментальной палитры в режим «Пояснительные элементы». Используя стандартные команды (проставка размеров, баз, шероховатостей, допусков и т.п.) можно оформить чертеж в соответствии с предъявляемыми требованиями.



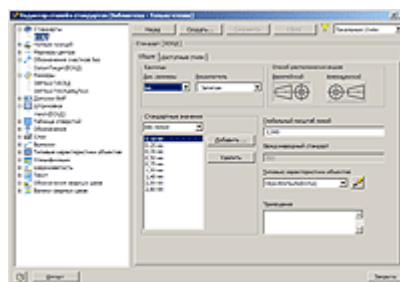
12. Для удобства размещения видов на чертеже и управления прочими функциями работы с видами, можно воспользоваться контекстным меню, которое вызывается нажатием правой кнопки мыши на выбранном виде. Например, можно включить или выключить выравнивание позиционных видов относительно главного вида, удалить или повернуть какой-либо из видов, автоматически нанести осевые линии, показать или скрыть резьбу и т.д.



13. Для того чтобы создать второй (третий, четвертый и т.д.) лист, необходимо нажать кнопку «Создать лист» в инструментальной палитре или выбрать нужную форматку в браузере чертежа. Переключение между листами можно осуществлять по двойному клику левой кнопкой мыши на листе в браузере чертежа. Переносить виды с одного листа на другой можно также используя браузер чертежа. Для этого необходимо, удерживая левой кнопкой мыши вид в браузере, перетащить его на другой лист.



14. Настроить стили оформления чертежа можно в редакторе стилей и стандартов, который вызывается из главного меню «Формат» – «Редактор стилей». Можно создать, как свой пользовательский стиль оформления, так и отредактировать и сохранить уже существующий.



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



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ
И САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

по дисциплине «Информационные технологии»

для специальности

15.02.04 Специальные машины и устройства

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией информационных технологий

Протокол от «13» ноября 2022 г. № 6

Председатель цикловой комиссии



И.В.Миляева

Автор: Веселова А.В., преподаватель Технического колледжа
им. С.И. Мосина ТулГУ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1 Основные этапы твердотельного моделирования в SolidWorks.....	4
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2 Создание детали с использованием инструментов «Повернутая бобышка», «Бобышка по траектории».....	13
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3 Создание детали с использованием инструментов «Бобышка по сечениям», «Бобышка по траектории».....	22
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4 Создание твердотельной модели детали с помощью моделирования поверхностей без эскиза	29
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5 Создание чертежа детали с построением сложного разреза	36
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6 Создание чертежа детали с построением сечений....	40
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7 Создание чертежа детали с построением местных видов.....	44
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8 Создание сборки из номенклатуры изделий организации ОПК	46
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9 Поверхностное моделирование в SolidWorks.....	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Тема: Основные этапы твердотельного моделирования в SolidWorks

Цель работы:

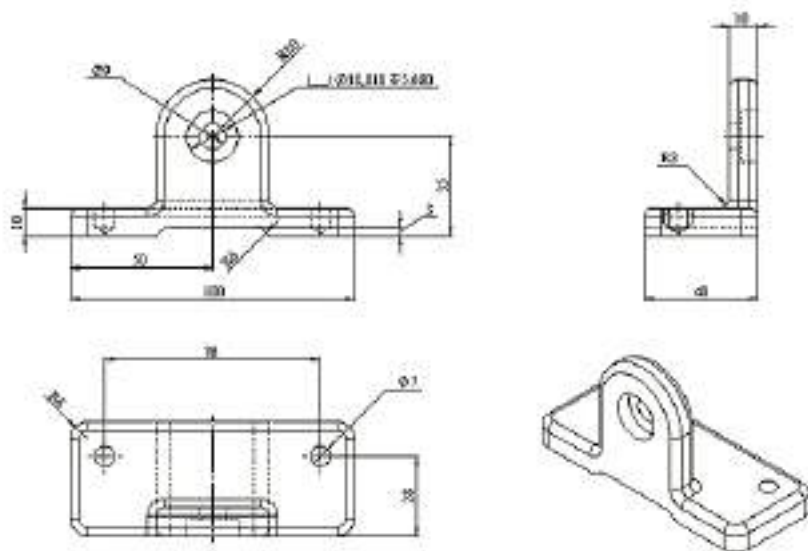
- получить навыки построения геометрических объектов: угловой прямоугольник, окружность, дуга, отрезок;
- ознакомиться с правилами построения тел или их элементов с помощью инструментов «Вытянутая бобышка», «Вытянутый вырез»;
- изучить требования к эскизам для построения «Вытянутой бобышки» и «Вытянутого выреза»;
- ознакомиться с понятием «Взаимосвязи» и получить навыки по установке взаимосвязей между объектами для получения определенного эскиза;
- научиться использовать библиотеку отверстий («Отверстие под крепёж»), а именно: устанавливать размеры отверстий и место их расположения;
- получить сведения о выборе материала детали и её цвете, установки внешней сцены;
- по заданному чертежу детали построить её трехмерную модель и сохранить документ.

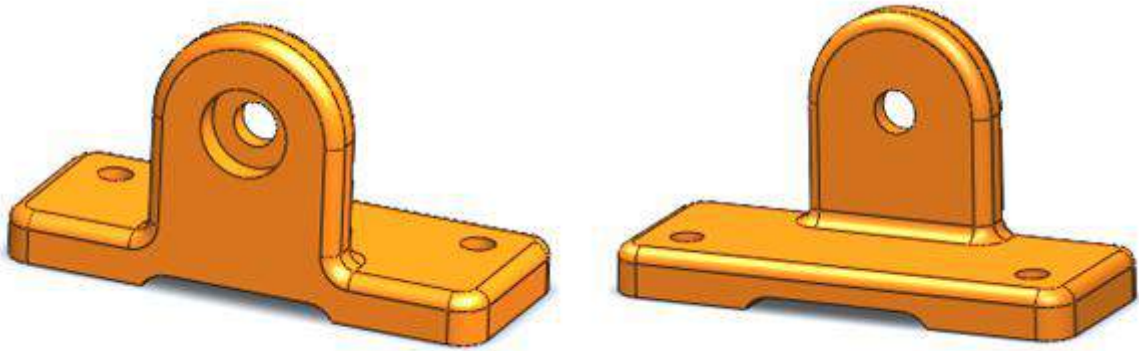
Задание. Выполнить модель детали: с использованием основных операций: «Вытянутая бобышка»; «Вытянутый вырез».

Порядок выполнения

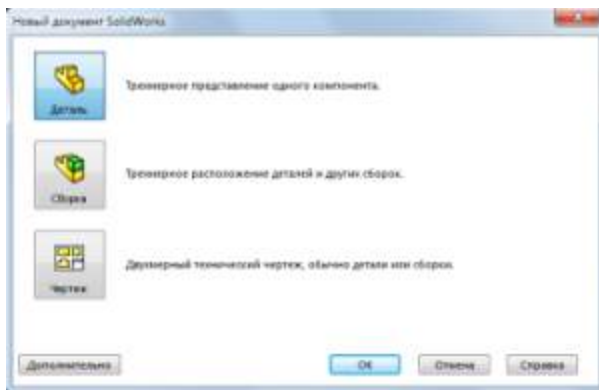
- по чертежу воссоздать форму детали;
- определиться с проектом построения модели;
- ознакомиться с материалами лекций в части создания модели детали с использованием инструментов SolidWorks;
- построить модель по предлагаемому в лабораторном практикуме алгоритму, сохранить детали;
- ответить на контрольные вопросы.

Последовательность выполнения работы

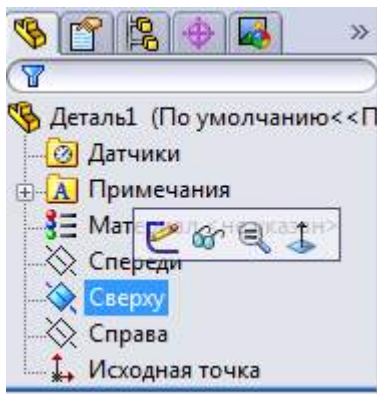







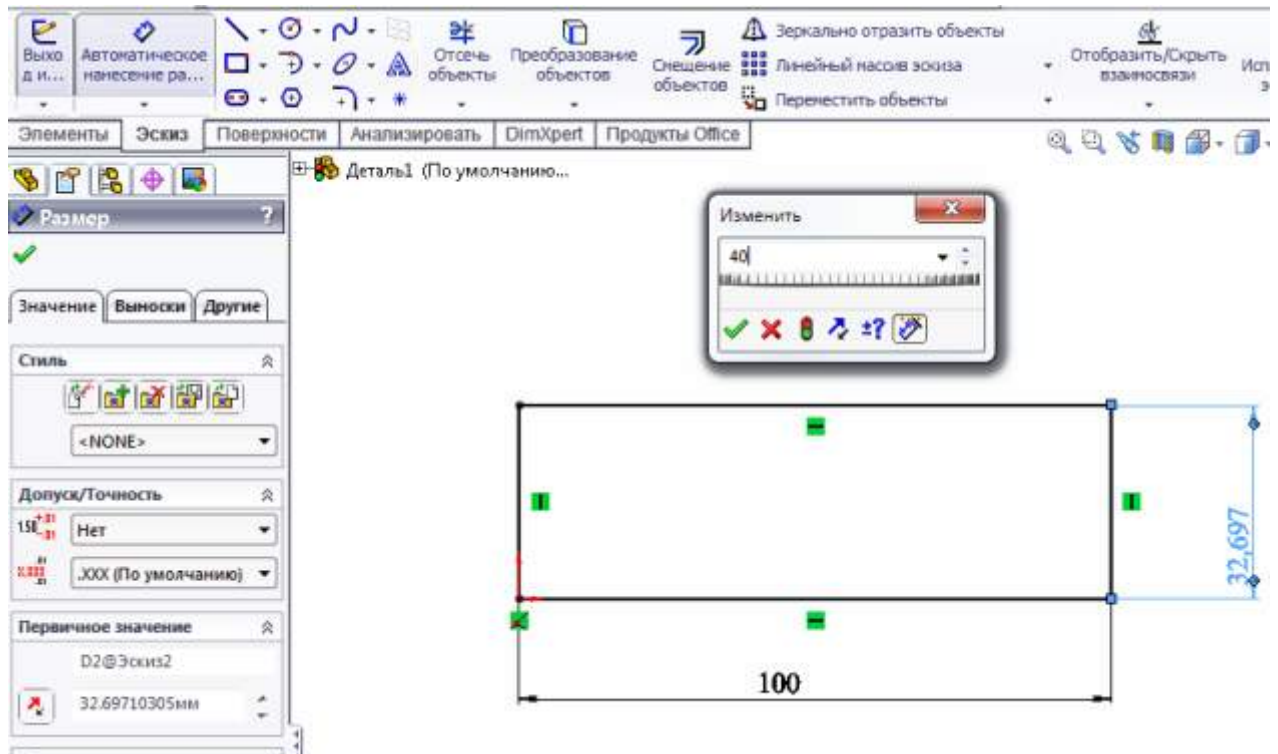
- 1 Проанализируйте деталь: деталь симметрична, состоит из двух параллелепипедов («бобышек»): горизонтально и вертикально расположенных относительно известных плоскостей проекций; в детали имеются отверстия («вырезы») глухие (симметрично расположенные относительно вертикальной плоскости) и сквозные; рёбра «бобышек» имеют скругления.
- 2 Для создания детали необходимо создать новый документ «Деталь» и сохранить его, например, как: «Лабораторная работа_1» или «Основание».




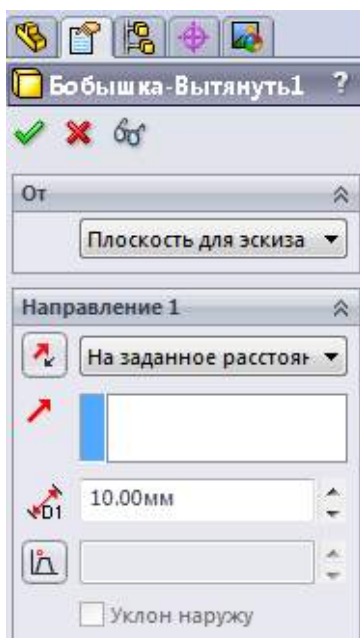
- 3 С целью получения горизонтально расположенной бобышки для построения первого эскиза выберите горизонтальную плоскость (**Сверху**). Для чего в **Дереве конструирования** (FeatureManager) необходимо указать плоскость **Сверху** и щелкнуть на кнопке **Эскиз** в появившейся плавающей панели.



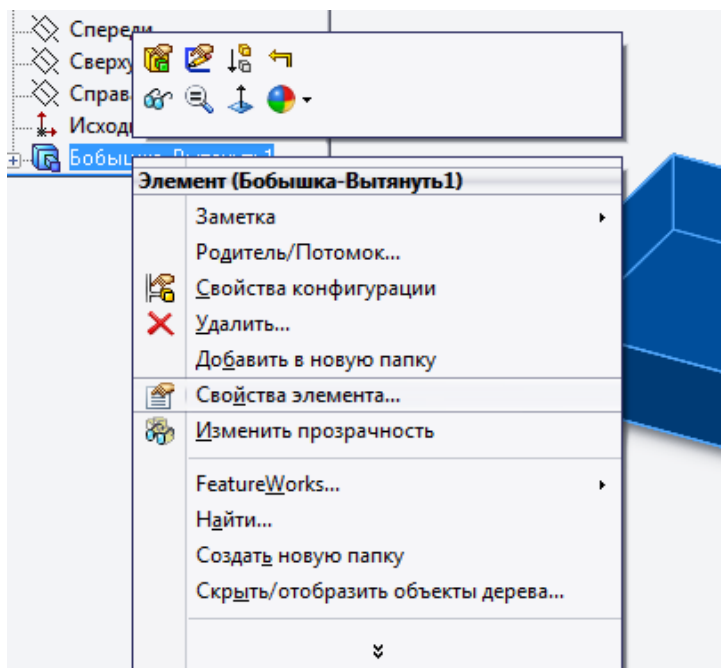
- 4 С помощью инструмента **Угловой прямоугольник** , расположенного на панели инструментов Эскиз, создайте прямоугольник, зафиксировав его вершину в начале координат. Проставьте размеры прямоугольника (**100x40 мм**), щелкнув по кнопке **Автоматическое нанесение размеров** . После простановки размеров эскиз будет полностью определен. Завершите выполнение команды Угловой прямоугольник, нажав — **ОК** .




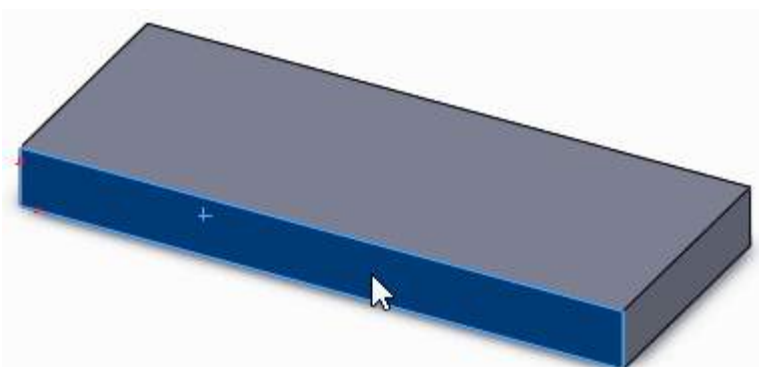
- 5 Выйдите из Эскиза и создайте «Вытянутую бобышку» высотой **10 мм** с помощью инструмента **Вытянутая бобышка** , расположенного на панели инструментов Элементы. Для чего в Дереве конструирования (FeatureManager) необходимо нажать — **ОК**.

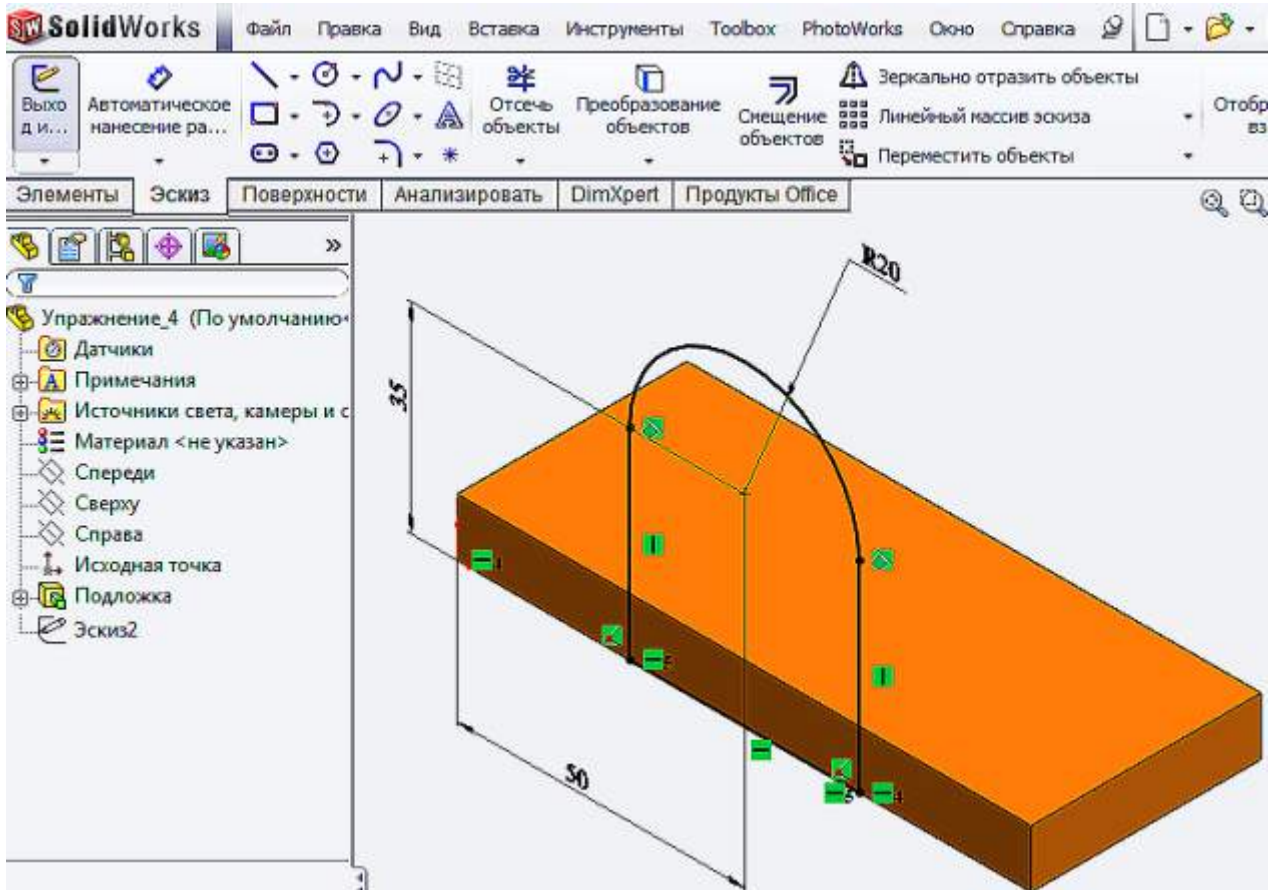



- 6 Любой элемент в Дереве конструирования (помимо самой детали), можно переименовывать. Переименование элементов помогает при поиске и редактировании элементов на более поздних этапах создания модели. Для этого необходимо выделить элемент в Дереве конструирования и, нажав правую кнопку мыши, выйти в контекстное меню. Выбрать **Свойства** элемента и присвоить необходимое имя. После чего в Дереве конструирования имя элемента «Бобышка – Вытянуть1» изменится на введенное, например, «Подложка».

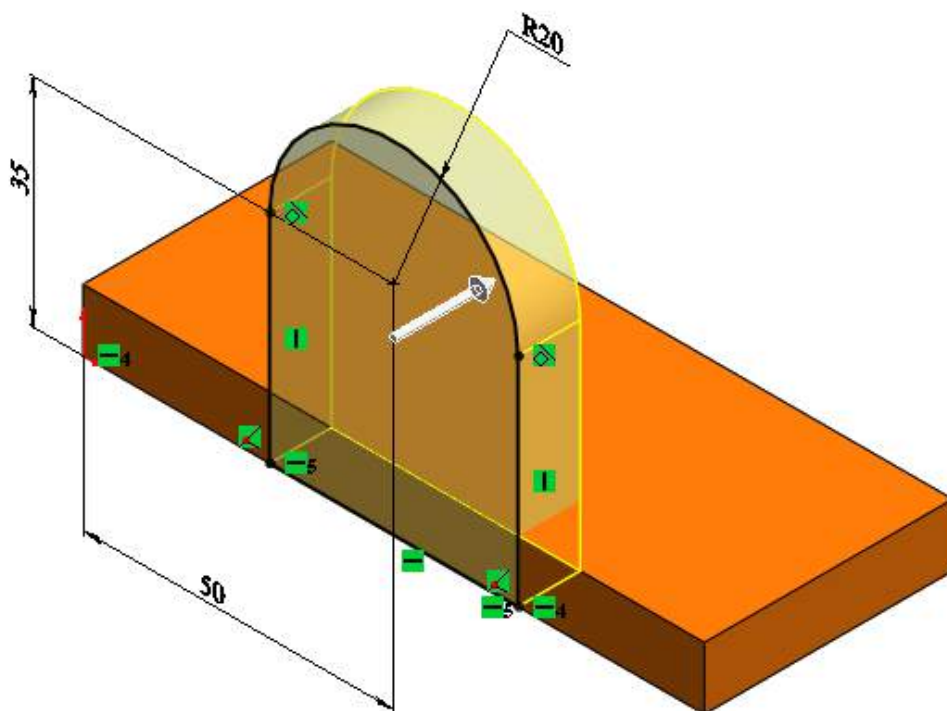



- 7 Создайте второй эскиз по известным размерам, используя в качестве эскизной плоскости переднюю грань «Подложки» (выделена на рисунке ниже). Чтобы эскиз был полностью определен, проставьте размеры и добавьте необходимые взаимосвязи с помощью команды **Добавить взаимосвязь** :

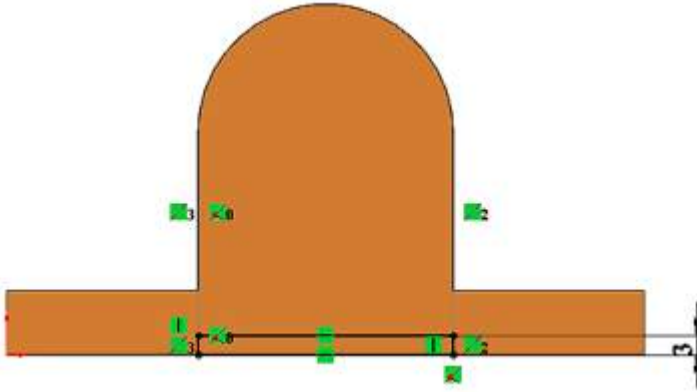






- 8 Выйдите из Эскиза и выдавите его на **10 мм** с помощью инструмента **Вытянутая бобышка** , расположенного на панели инструментов **Элементы**. После чего в Дереве конструирования (FeatureManager) нажмите — **ОК**.

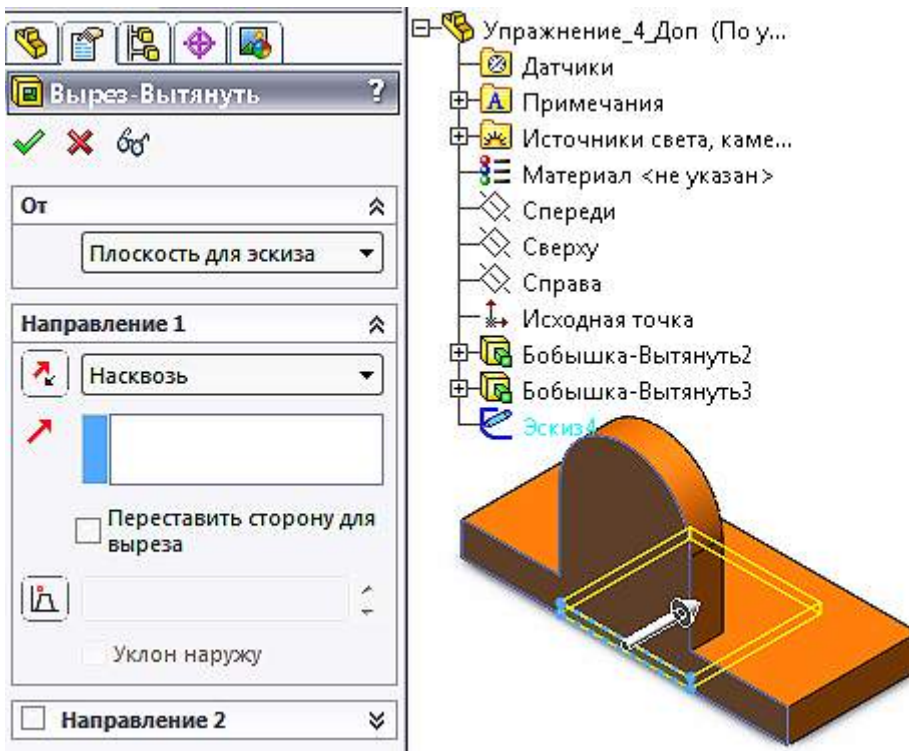



- 9 Для создания выреза в «Подложке» в качестве эскизной плоскости следует выбрать переднюю грань детали. Для создания эскиза нажмите на клавишу **Пробел**, появится окно **Ориентация**, дважды щелкните **Спереди**. Создайте эскиз прямоугольника на передней грани с помощью инструмента **Угловой прямоугольник** .



- 10 Добавьте взаимосвязи: вертикальных сторон прямоугольника и вертикальных кромок вертикальной бобышки, используя команду **Добавить взаимосвязь** : **Коллинеарный** . Для полного определения эскиза нанесите размер прорези, равный **3 мм**, и выйдите из эскиза.

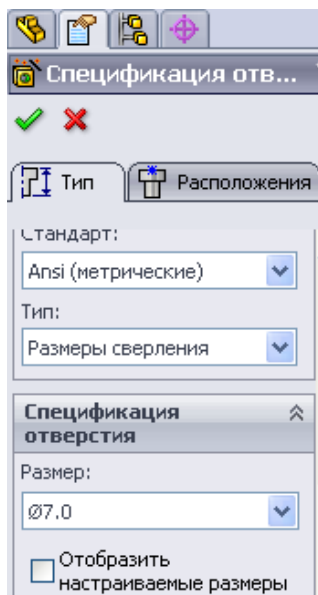
- 11 С помощью команды **Вытянутый вырез**  создайте сквозное отверстие в «Подложке»:





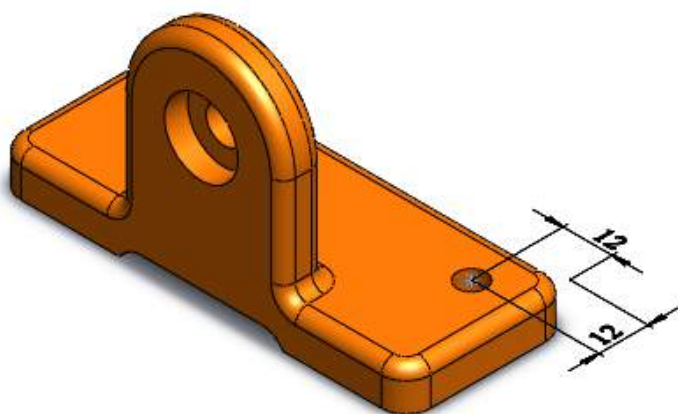
- 12 Выполните два отверстия под крепеж в «Подложке». Для этого следует использовать инструмент **Отверстие под крепеж**. С его помощью можно создавать специальные отверстия (простые, конусообразные) в твердотельном элементе. Найти инструмент можно в Главном меню: **Вставка**⇒**Элементы**⇒**Отверстие под крепеж**, — или на панели инструментов **Элементы: Отверстие под крепеж** . Для создания отверстия необходимо

выбрать грань, на которой оно будет располагаться, задать параметры отверстия, и указать его местоположение.

На вкладке **Тип** задайте свойства отверстия как указано на рисунке, **Конечное условие** — *Насквозь*.




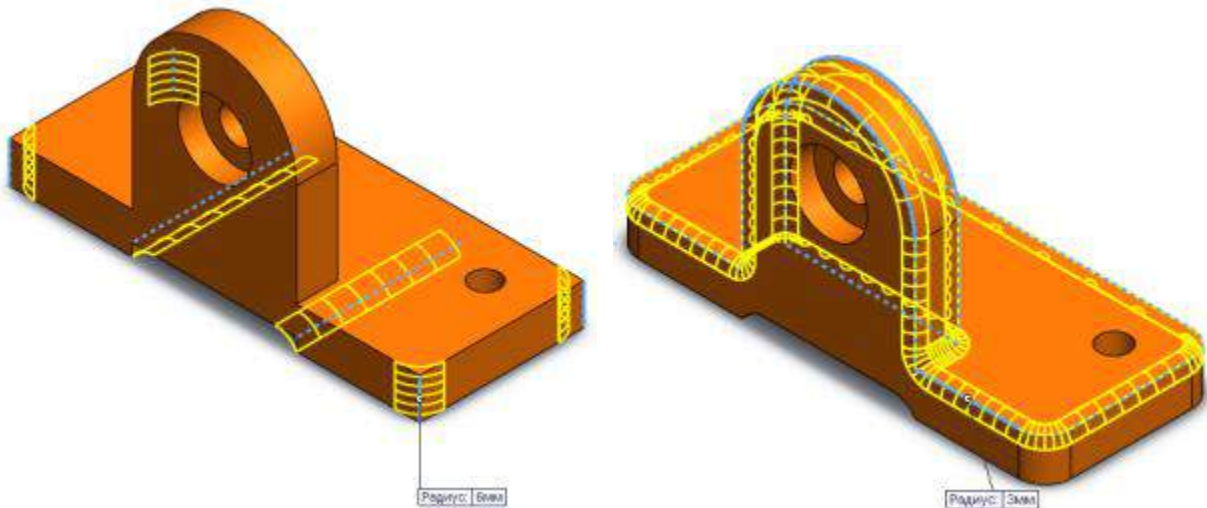
- 13 Перейдите на вкладку **Расположения**. Выберите верхнюю плоскую грань «Подложки». На выбранной грани отобразится предварительный вид и положение отверстия. Нанесите таким же образом второе отверстие. После чего добавьте размеры привязки отверстий к кромкам (граням) «Подложки». Выберите команду **Добавить взаимосвязь**  и укажите **Горизонтальность**  между центрами отверстий.




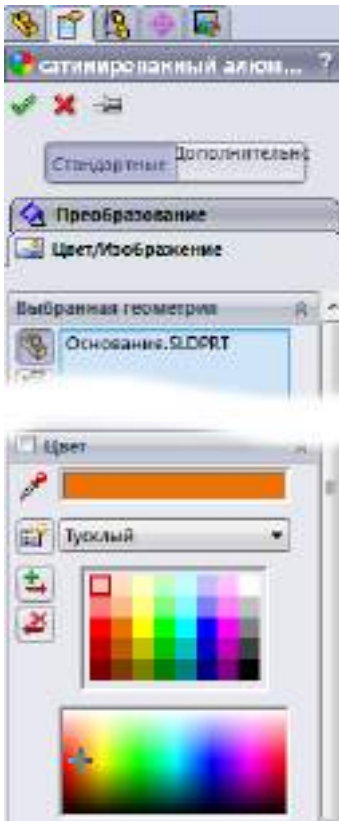
- 14 Аналогично создайте отверстие в вертикальной бобышке. Выберите переднюю вертикальную грань. В Дереве конструирования (FeatureManager) перейдите на вкладку **Тип отверстия**, задайте следующие параметры, указанные на рисунке с **Конечным условием** — *Насквозь*.



- 15 Выполните скругление кромок. Для этого необходимо воспользоваться инструментом **Скругление** , которое можно выбрать на панели инструментов **Элементы** или через Главное меню: **Вставка**⇒**Элементы**⇒**Скругление**. В Дереве конструирования FeatureManager укажите, какие кромки и каким радиусом необходимо скруглить. Чтобы выделить кромки, необходимо щелкнуть по ним в рабочем окне построения модели.



- 16 Для создания внешнего вида детали «Основание» нажмите правой кнопкой мыши на элемент верхнего уровня и выберите **Внешние виды** . Выберите из стандартных цветов любой, который хотите придать детали, и нажмите **ОК**.



17 Используя приложение **PhotoView** можно придать детали фотореалистичный вид. PhotoView 360 является добавлением SolidWorks, позволяющим создавать фотореалистичные изображения моделей SolidWorks. Отрисованное изображение содержит внешние виды, освещение, сцены и надписи модели. PhotoView 360 доступно в SolidWorks Professional и SolidWorks Premium.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: Создание детали с использованием инструментов «Повернутая бобышка», «Бобышка по траектории».

Цель работы:

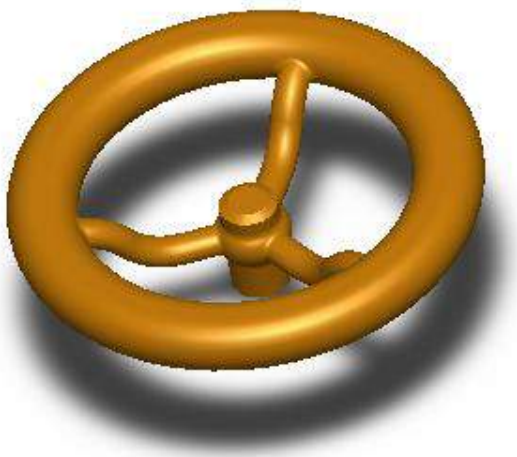
- ознакомиться с правилами построения тел или их элементов с помощью инструментов «Повернутая бобышка», «Повернутый вырез», «Бобышка по траектории»;
- изучить требования к эскизам для построения «Повернутой бобышки», «Повернутого выреза», «Бобышки по траектории»;
- получить навыки по выполнению эскизов профиля и траектории под «Бобышку по траектории»;
- получить сведения о выборе материала детали и её цвете, установки внешней сцены;
- по заданным размерам элементов детали и наглядному её изображению детали построить её трехмерную модель и сохранить документ.

Задание. Выполнить модель детали: с использованием основных операций: «Вытянутая бобышка»; «Вытянутый вырез».

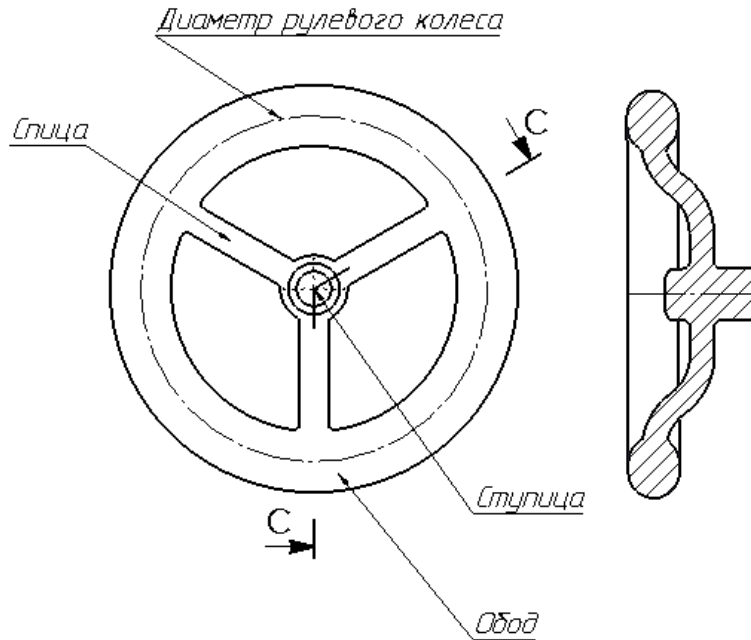
Порядок выполнения



- по эскизу воссоздать форму детали;
- определиться с проектом построения модели;
- ознакомиться с материалами лекций в части создания модели детали с использованием инструментов SolidWorks;
- построить модель по предлагаемому в лабораторном практикуме алгоритму, сохранить детали.



Последовательность и пример выполнения работы

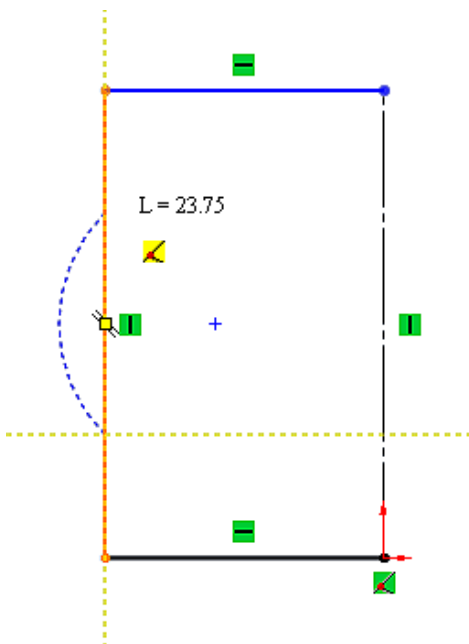



- 1 Проанализируйте деталь «Рулевое колесо»: центром детали является «Ступица», являющаяся поверхностью вращения; вторая деталь также представляет поверхность вращения и соосна «Ступице» – «Обод»; первые две детали будут созданы с помощью операции «Повернутая бобышка»; «Ступицу» и «Обод» объединяют три «Спицы», которые необходимо построить с помощью команды «Бобышка по траектории».





2. Создайте документ Деталь. Сохраните документ под именем «Рулевое колесо». Для создания Ступицы выберите правую плоскость: **Справа**. Из точки начала координат создайте прямоугольник с размерами **50x30** мм с помощью команды **Угловой прямоугольник** . После чего выделите правую вертикальную сторону и нажмите **Вспомогательная геометрия** . Тип линии изменится: сплошная толстая линия станет штрихпунктирной.


Постройте на левой стороне прямоугольника дугу с помощью команды **Дуга через три точки** , а затем отсекуте ненужные отрезки инструментом **Отсечь объекты** .

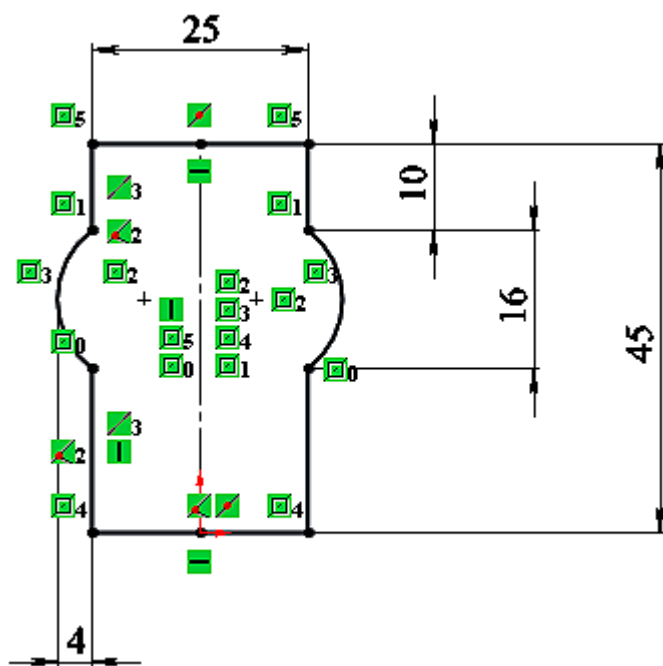



- 3 С помощью инструмента Зеркально отразить объекты можно отразить объекты относительно линии симметрии с целью сокращения времени на построение таких же объектов. Выполните простановку размеров известным инструментом **Автоматическое нанесение размеров** .

Эскиз «Ступицы» будет полностью определен. Завершите выполнение эскиза: **ОК** . Выйдите из Эскиза и перейдите на панель **Элементы** для создания **Повернутой бобышки** .

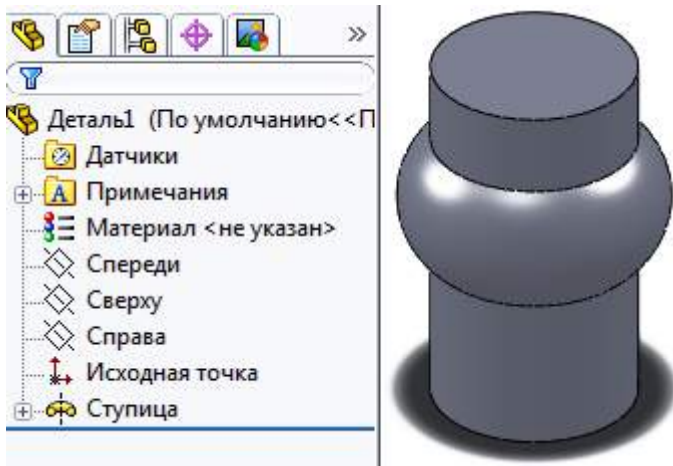
Для простановки размера от касательной к дуге до вертикальной линии следует:


выбрать инструмент **Автоматическое нанесение размеров**  и при нажатой клавише **Shift** указать на дугу, выбрав не центр дуги, а кромку, и вертикальную линию.





- 4 Выберите инструмент **Повернутая бобышка** , расположенную на панели инструментов **Элементы** в Дереве конструирования (FeatureManager) укажите осевую линию, относительно которой эскиз при повороте на **360°**, образует тело поверхности вращения. Этому элементу в Дереве конструирования присвойте имя «Ступица».

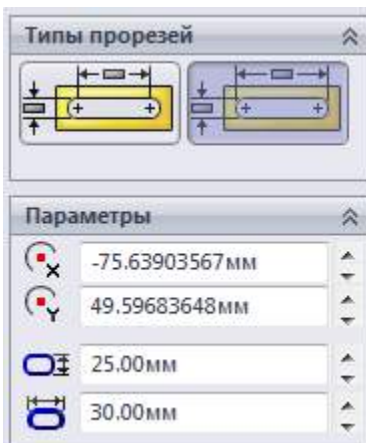
Требования к эскизу: эскиз не должен пересекать ось вращения. Если эскиз разомкнутый, то будет создан тонкостенный объект.




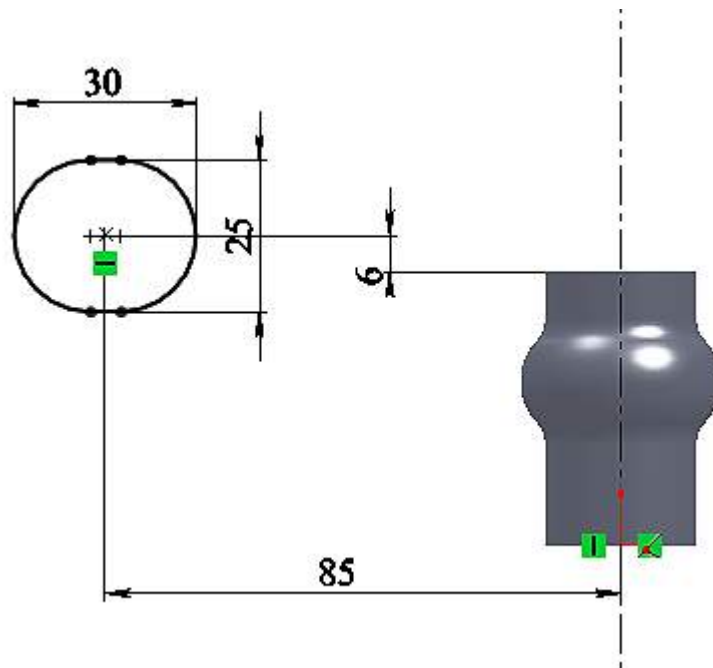
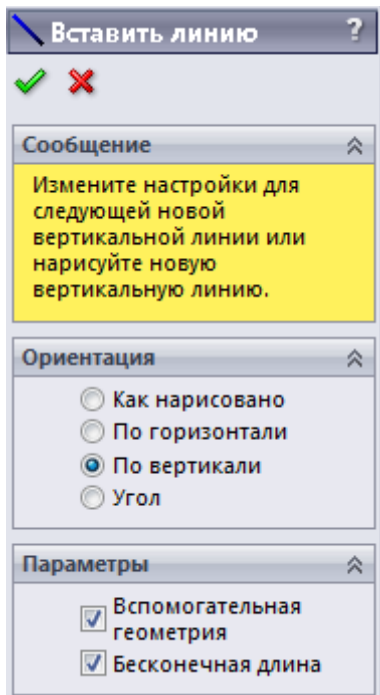
- 5 Выполните скругления двух рёбер (кромки) радиусом **5 мм** инструментом **Скругление** .




- 6 «Обод» «Рулевого колеса» создается с помощью инструмента **Повернутая бобышка**  путем поворота на **360°** профиля «Обода». Для этого в плоскости **Справа** необходимо создать эскиз профиля «Обода» с использованием инструмента **Прямая прорезь через центральную точку** .



- 7 Постройте **Осевую** **линию**  **По вертикали** и **Бесконечной** **длины**. Выполните простановку необходимых размеров. Эскиз станет полностью определен. Закройте эскиз и перейдите на панель инструментов **Элементы**.





- 8 С помощью инструмента **Повернутая бобышка**  путем поворота на **360°** профиля выполните построение «Обода», после чего в Дереве конструирования необходимо присвоить этому элементу имя «Обод».

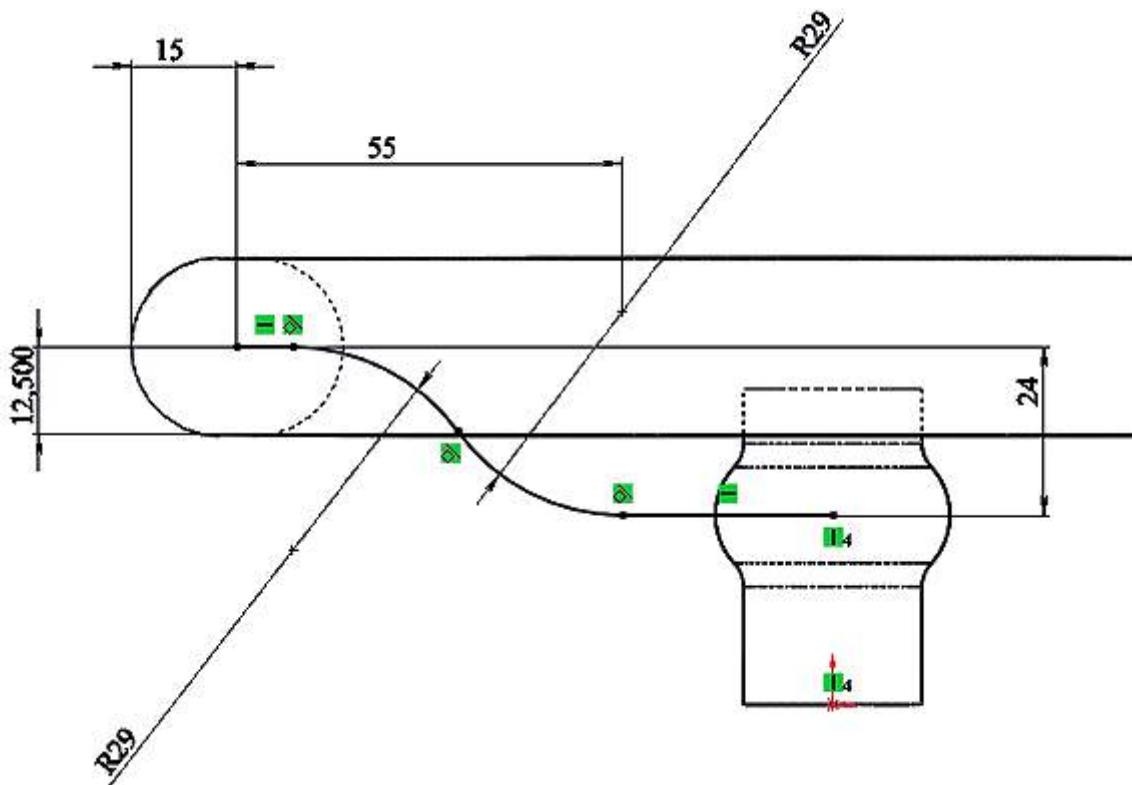



- 9 С помощью элемента «Спица» ранее построенные «Ступица» и «Обод» будут объединены в единый твердотельный объект. Для этого необходимо в плоскости **Справа** создать эскиз траектории «Спицы», а в плоскости **Спереди**, перпендикулярной к плоскости Справа, выполнить эскиз профиля «Спицы». После чего инструментом **Бобышка по траектории** создать элемент «Спица». Эскиз траектории представлен двумя отрезками прямой и двумя касательными дугами.

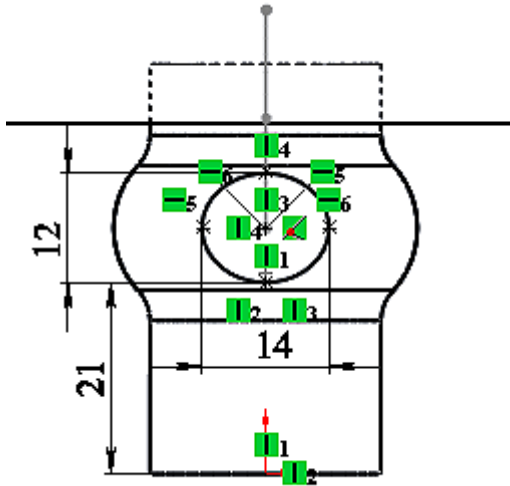
Создайте в плоскости **Справа** эскиз:


- проведите нижний отрезок с помощью инструмента **Линия** ;
- создайте первую касательную дугу с помощью команды **Касательная дуга** , начиная построение из последней точки нижнего отрезка;
- далее, не отменяя команды **Касательная дуга**, в том же направлении выполните вторую касательную дугу;
- из крайней точки второй дуги проведите верхний отрезок;
- перетащите левую конечную точку верхнего отрезка на точку, принадлежащую эскизу «Обода»;
- выполните аналогичную операцию с нижним отрезком;
- выполните простановку необходимых размеров;
- эскиз станет полностью определенным.

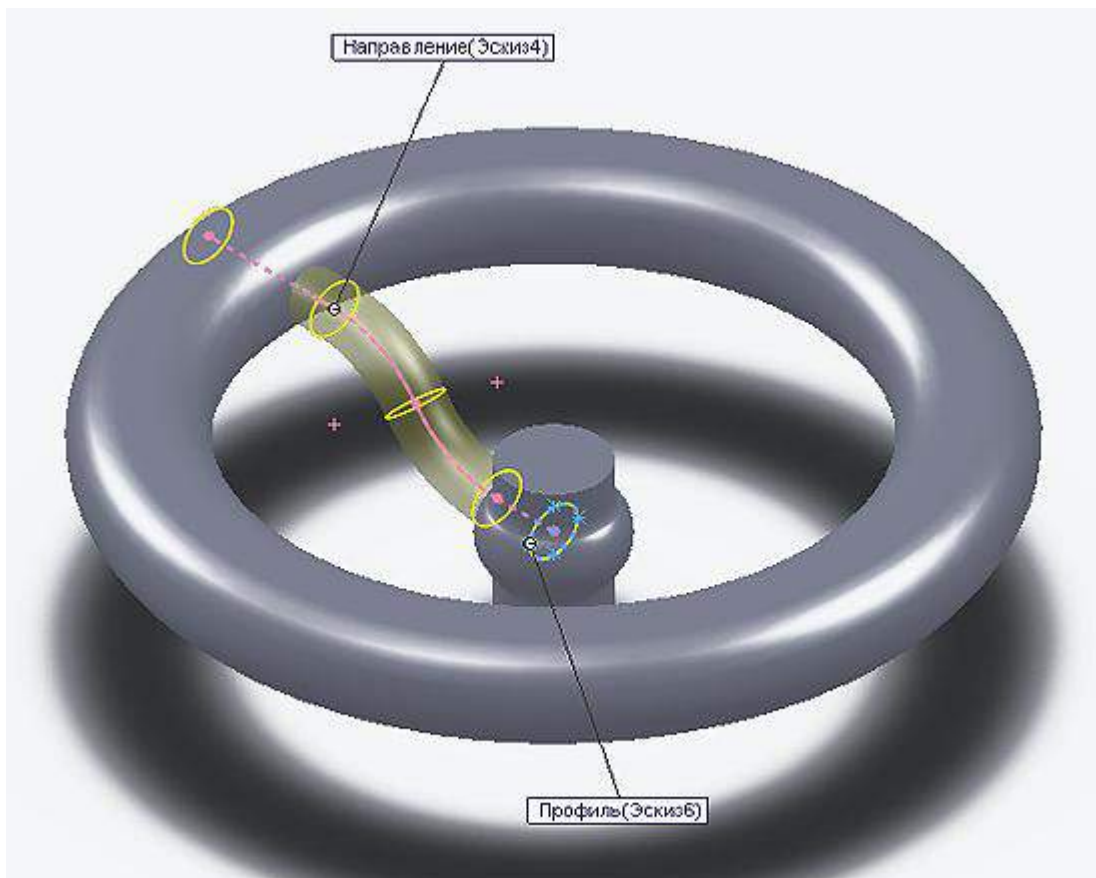
Выйдите из эскиза.



- 10 Для создания профиля «Спицы» используйте плоскость **Спереди**. Создайте новый эскиз с использованием инструмента **Эллипс**  с размерами осей 12 и 14 мм. Центр эллипса должен совпадать с крайней точкой ранее построенного эскиза траектории «Спицы». После простановки необходимых размеров эскиз будет полностью определен. Выйдите из эскиза.





- 11 На панели инструментов **Элементы** найдите кнопку **Бобышка по траектории** . С помощью этой команды, определив в Дереве конструирования (FeatureManager) эскизы траектории и профиля будет выполнено построение «Спицы».

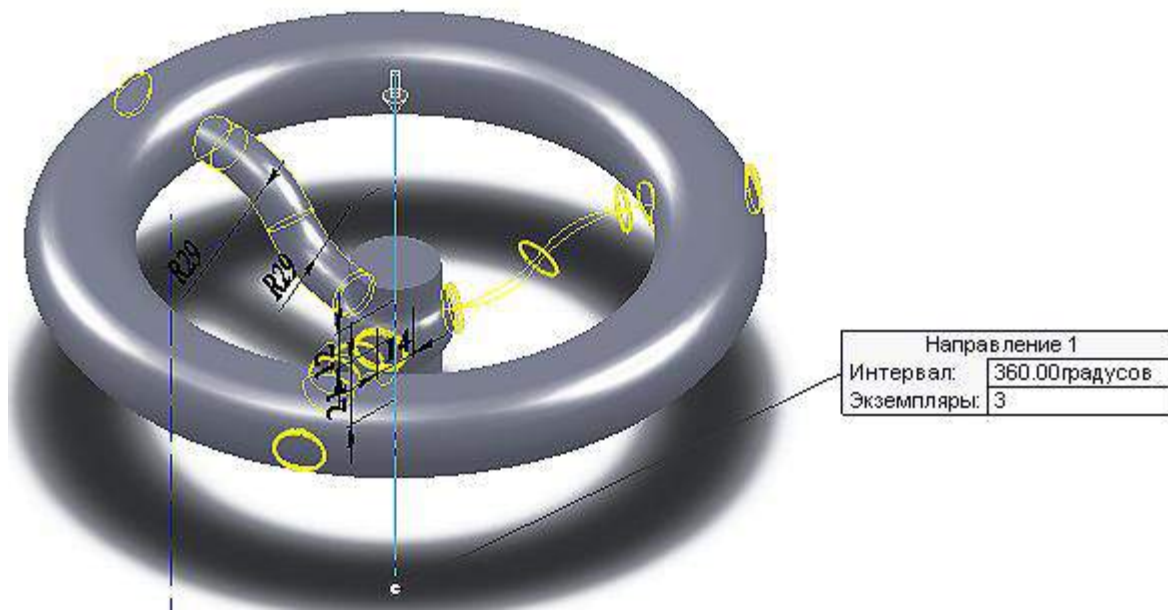



- 12 Для создания 2-х «Спич» воспользуемся инструментом **Круговой массив** .

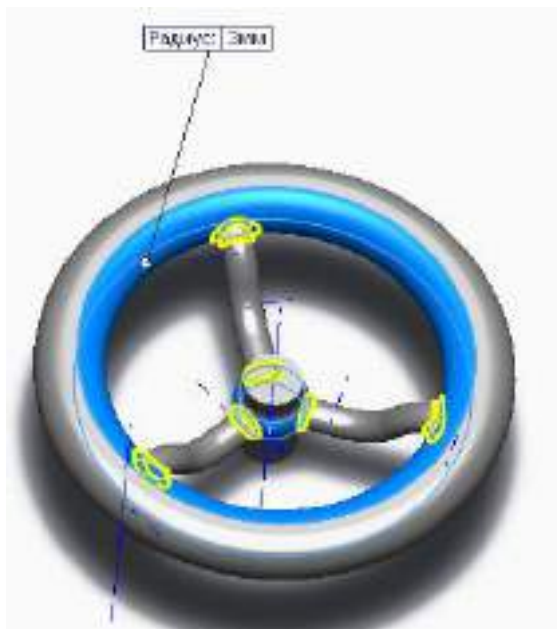
К команде **Круговой массив** можно обратиться через Главное меню: **Вставка**⇒ **Массив/Зеркало**⇒**Круговой массив** или через инструмент, расположенный на панели **Элементы**.

Перед тем, как будут созданы дополнительно две «Спицы», необходимо отобразить **Временные оси** , которые следует сделать активными, подключив их во вкладке **Вид** на Главном меню.

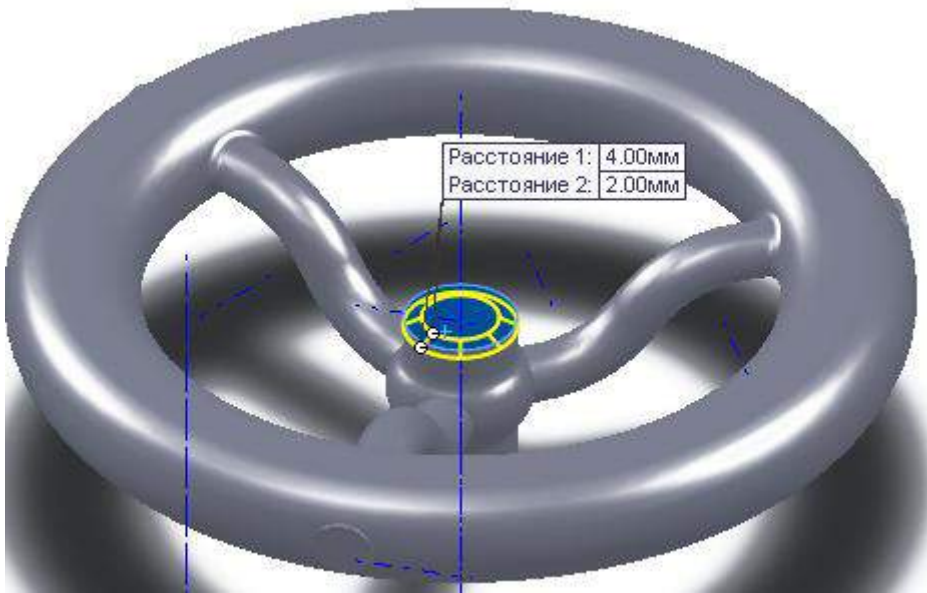
В Дереве конструирования (FeatureManager) укажите: копировать элементы – Спица; реверс направления — центральную временную ось; количество экземпляров **3**, расположенных с равным шагом. Нажмите  — **ОК** для создания объектов.





Для того, чтобы добавить скругления шести кромок, необходимо при выполнении команды **Скругление**  выделить две грани «Обода» и «Ступицы», с которыми пересекаются «Спицы». Таким образом, произойдет скругление радиусом **3 мм** всех 6-ти кромок сразу.



13 Выполните **Фаску**  размером **4x2 мм** на элементе «Ступица»:



14 Завершите выполнение «Рулевого колеса» выбором материала и цвета детали, воспользовавшись параметром **Внешние виды** . Для выбора цвета следует во вкладке **Стандартные: Цвет** установить желаемый цвет, а во вкладке **Дополнительно** можно найти характерную для проектируемого объекта структуру.

С помощью параметра **Сцена**  можно задать фон, на котором будет представлен объект. Используя приложение PhotoView, как и в предыдущем примере, можно придать детали фотореалистичный вид. Сохраните и закройте документ.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: Создание детали с использованием инструментов «Бобышка по сечениям», «Бобышка по траектории»

Цель работы:

- получить навыки построения сложных геометрических объектов эскиза;
- ознакомиться с правилами построения тел или их элементов с помощью инструментов «Бобышка по сечениям», «Бобышка по траектории»;
- изучить требования к эскизам для построения «Бобышки по сечениям», «Бобышки по траектории»;
- освоить инструмент «Взаимосвязи»;
- получить устойчивые навыки построения вспомогательных справочных плоскостей и осей;
- освоить инструмент «Оболочка»;
- научиться использовать временные оси;
- по заданным размерам и наглядному изображению детали «Воронка» построить её трехмерную модель и сохранить документ.

Задание. Выполнить деталь с использованием основных операций: «Бобышка по сечениям», «Бобышка по траектории».

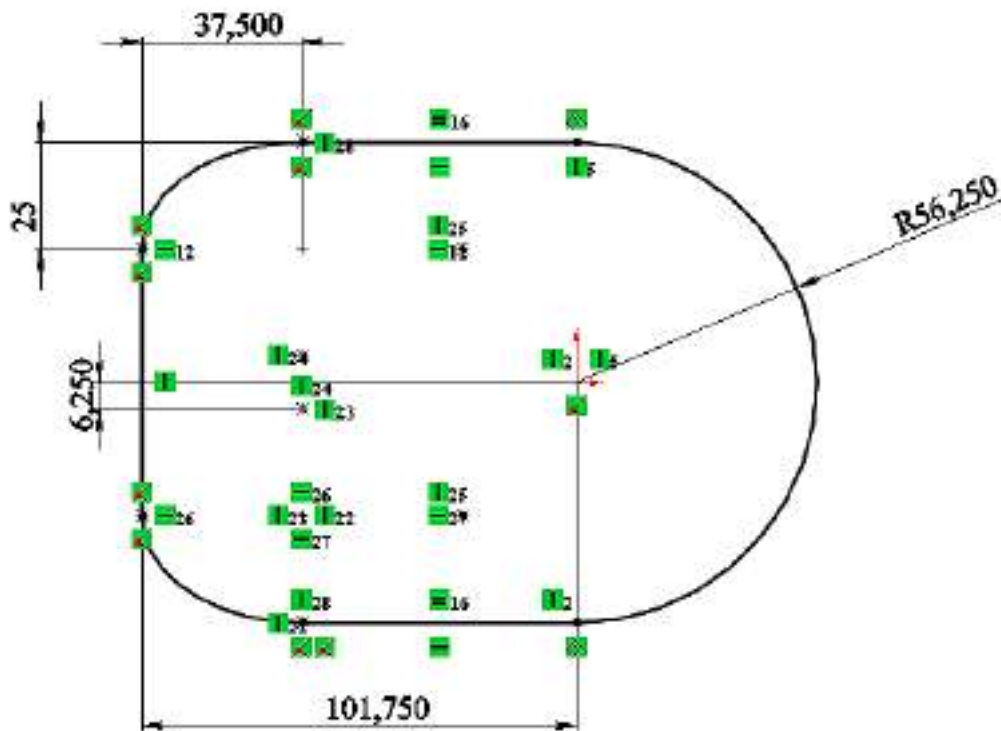
Порядок выполнения


- по чертежу воссоздать форму предмета посуды;
- определиться с проектом построения модели;
- ознакомиться с материалами лекций в части создания модели детали с использованием инструментов SolidWorks;
- построить модель по предлагаемому в алгоритму, сохранить модель.

Последовательность и пример выполнения работы

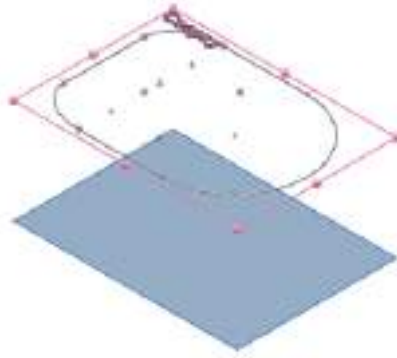
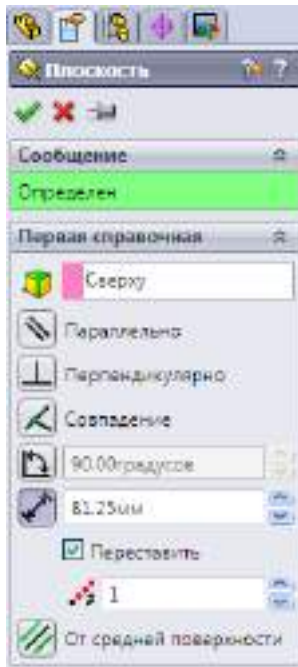





- 1 Откройте новый документ «Деталь», сохраните его под именем «Воронка». Создайте эскиз в справочной плоскости **Сверху** в соответствии с размерами, представленными на рисунке.

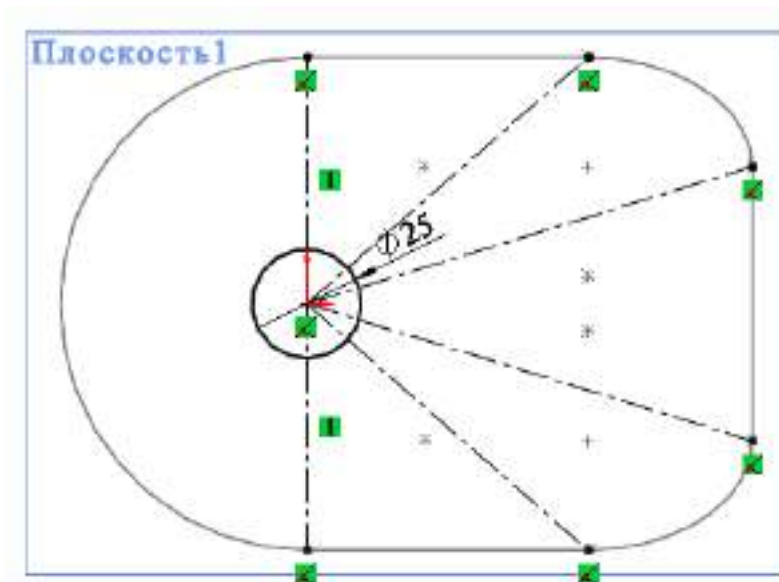





Перед тем, как выйти из эскиза убедитесь, что он полностью определен (эскиз должен быть выполнен в черном цвете). Если этого не произошло, щелкните правой кнопкой мыши в любом месте рабочего окна и выберите из контекстного меню инструмент **Полностью определить эскиз**. В Дереве конструирования (FeatureManager) укажите: Все объекты эскиза. Нажмите  — **ОК**. Эскиз будет полностью определен, после чего выйдете из эскиза.

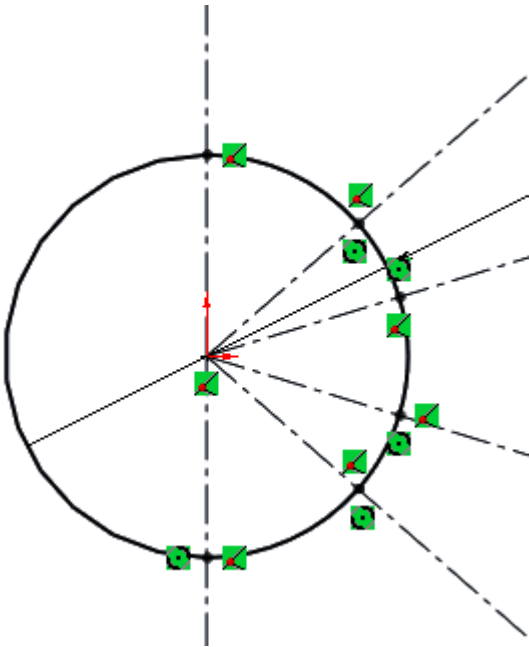
- 2 Создайте новую плоскость, параллельную и отстоящую вниз от плоскости **Сверху** на определенном расстоянии, используя инструмент **Справочная геометрия: Плоскость**, находящийся на панели «Элементы». В Дереве конструирования (FeatureManager) укажите: **Первая справочная плоскость – Сверху** (плоскость, параллельно которой будет построена новая справочная плоскость); расстояние – **81,25 мм**; количество плоскостей — **1**; если плоскость будет построена не в том направлении, это можно исправить, поставив флажок **Переставить**. После указания всех необходимых параметров нажмите — **ОК**. Будет создана Плоскость 1. Ей можно дать название «Плоскость воронки нижняя». Обратите внимание на Дереве конструирования: всем элементам, эскизам, плоскостям присвоены имена, чтобы проще было отыскать необходимый объект, скажем для редактирования.




- 3 Во вновь построенной Плоскости воронки нижней с помощью инструмента Окружность  постройте окружность диаметром **25 мм**. Чтобы эскиз был полностью определен, необходимо добавить взаимосвязь : центр окружности соединить с началом координат взаимосвязью **Совпадение** . Соедините центр окружности с шестью точками, лежащими в первом эскизе, осевыми линиями. Это позволит разбить окружность на дуги и показать на ней 6 точек.

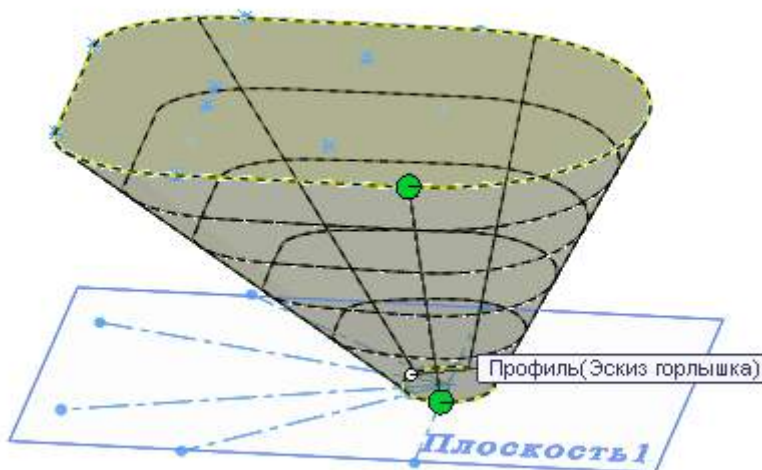



- 4 Выберите в Главном меню на вкладке **Инструменты**⇒**Инструменты эскиза**⇒**Разбить объект**  и добавьте **6** точек на дугу. Чтобы обеспечить совпадение каждой из 6-ти точек осевой линии, воспользуйтесь инструментом **Добавить взаимосвязь** : **Совпадение** .

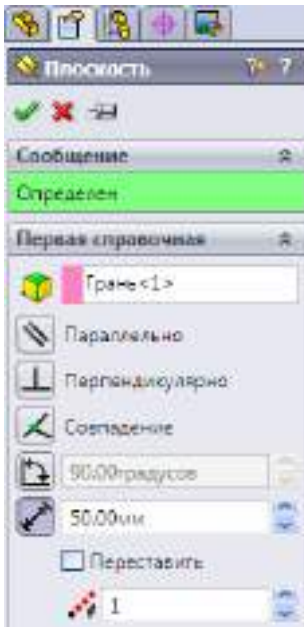



- 5 Выйдите из эскиза и с помощью инструмента **Элементы**⇒**Бобышка по сечениям**  создайте первый элемент по сечениям.



В Дереве конструирования (FeatureManager) необходимо во вкладке **Профили** указать первый («Верхняя плоскость») и второй («Эскиз горлышка») эскизы, а также во вкладке **Параметры** отразить: **Объединить смежные грани**. При создании объекта по построенным эскизам 2-х сечений достаточно соединить (указать при выборе профиля) 2 крайние точки. После чего нажать  — ОК. Первый элемент, построенный по сечениям готов. Присвойте ему имя «Воронка».

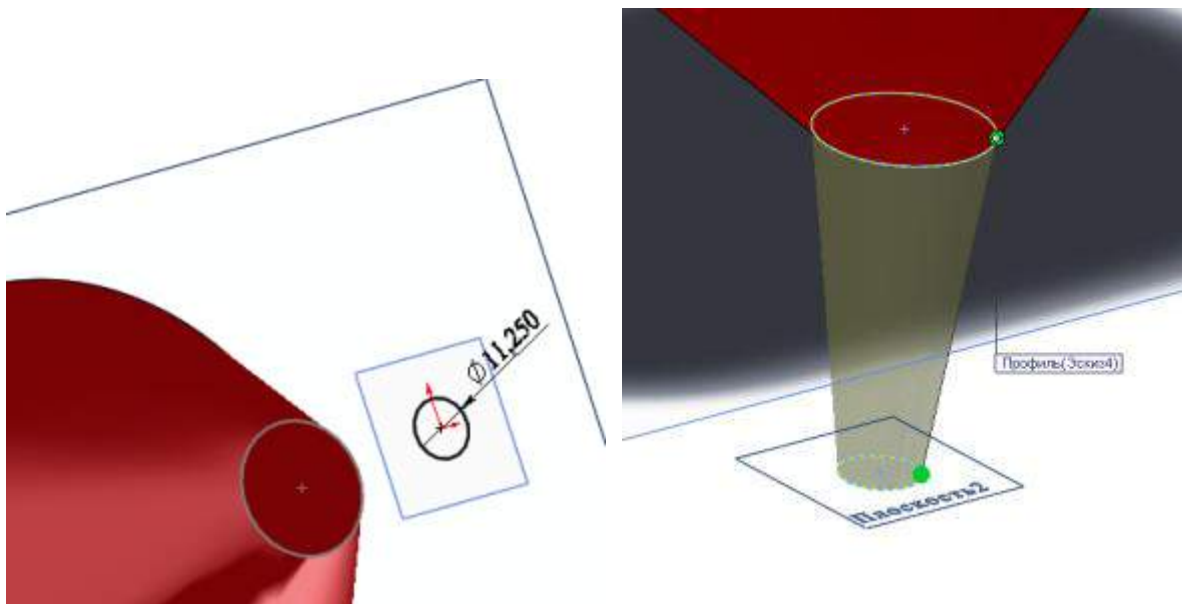



- 6 Посредством уже известного инструмента **Элементы** ⇒ **Справочная геометрия** ⇒ **Плоскость** , постройте дополнительную справочную плоскость, отстоящую на **50 мм** от плоскости, в которой построен эскиз горлышка. Дайте название плоскости: Плоскость горлышка.




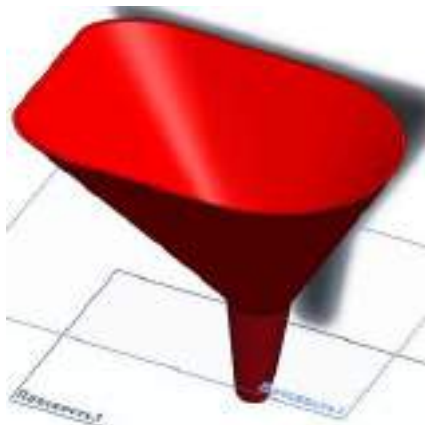
- 7 С помощью двух окружностей необходимо построить Горлышко с использованием инструмента **Бобышка по сечениям**. Переверните Воронку и на её торцевой плоскости постройте окружность. Определите взаимосвязь **Корадиальный**  между этой окружностью и круговой кромкой Воронки.


Во второй справочной плоскости (Плоскость горлышка) постройте окружность диаметром **11,25 мм**. Для выравнивания профилей добавьте взаимосвязь **Вертикальный** . Выйдите из эскиза. После чего с помощью инструмента **Бобышка по сечениям**  создайте элемент Горлышко.

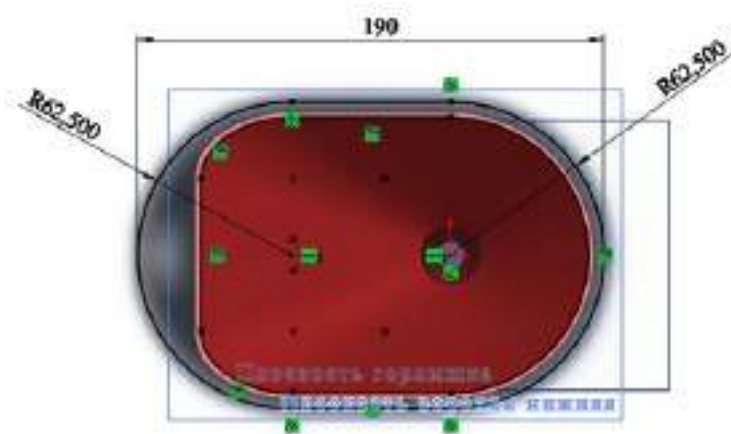


- 8 Создайте тонкостенную деталь с использованием инструмента **Оболочка** . Для этого в Дереве конструирования (FeatureManager) необходимо указать верхнюю грань Воронки и

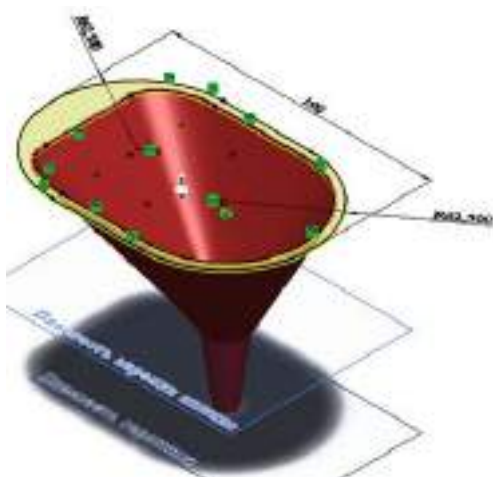
нижнюю грань Горлышка, а также толщину стенки, равную **1,5 мм**. После чего нажать  — **ОК**.




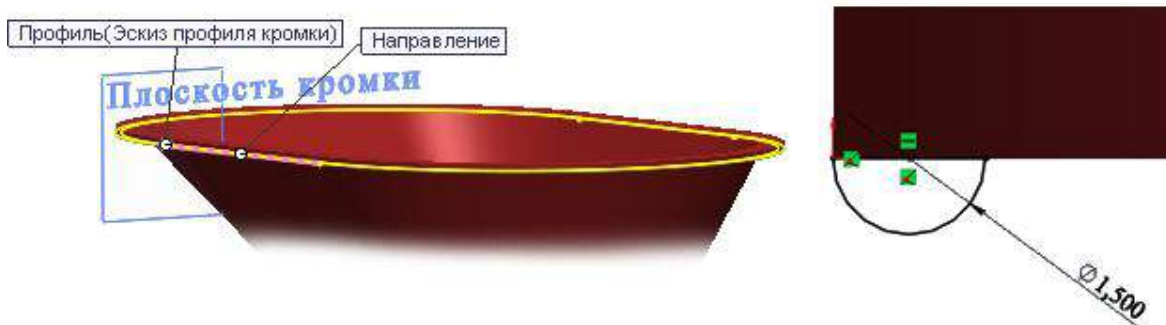
- 9 Для построения Обода Воронки необходимо в верхней плоскости Воронки (в плоскости **Сверху**) построить эскиз внешнего контура Обода по указанным размерам. Для создания внутреннего контура необходимо использовать команду **Преобразование объектов** , выделив при этом первоначальный эскиз Воронки, построенный в плоскости Сверху.






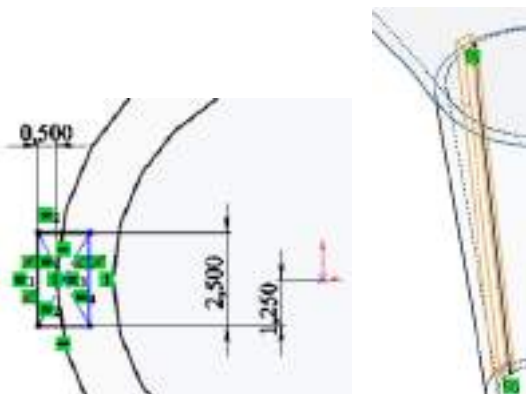
- 10 С помощью инструмента **Вытянутая бобышка**  постройте Обод толщиной **1,5 мм**.





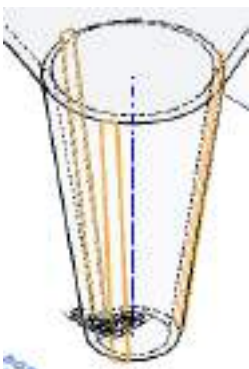
- 11 Для изгиба нижней кромки Обода необходимо создать эскиз: полуокружность диаметром **1,5 мм**, и с помощью инструмента **Бобышка по траектории**  создать элемент Кромка. Для создания эскиза необходимо ввести новую **Справочную плоскость** кромки, перпендикулярную траектории создаваемого элемента. В качестве направления траектории следует использовать кромку обода:





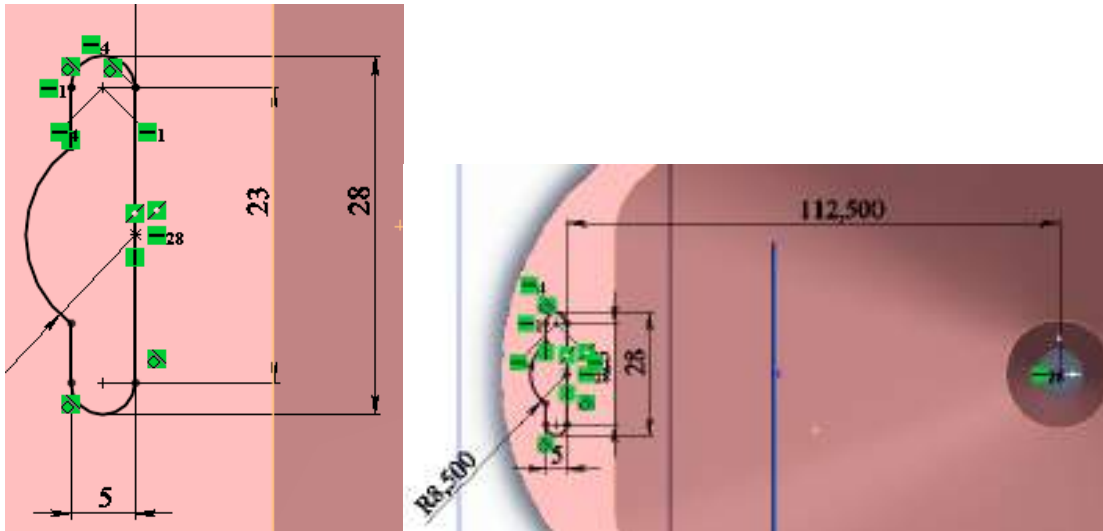
12. Создайте на горлышке Воронки 3 ребра. Для чего необходимо в основании Горлышка создать профиль Ребра с указанными размерами. Затем инструментом **Бобышка по траектории**  создать Ребро, используя в качестве направления траектории отрезок прямой, выполненный на внутренней поверхности Горлышка. Для создания такой траектории следует с помощью инструмента **Линия**  начертить отрезок на внутренней поверхности Горлышка и добавить взаимосвязь **Точка пронзания** .



13. Для создания двух других ребер используйте инструменты **Круговой массив**  и подключенные **Временные оси** .



- 14 Выполните **Вытянутый вырез**  *Насквозь* в Ободе, создав предварительно эскиз в плоскости Обода по предлагаемым размерам. Воспользовавшись инструментом **Внешние виды** , придайте желаемый цвет Воронке, сохраните и закройте документ.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: Создание твердотельной модели детали с помощью моделирования поверхностей без эскиза

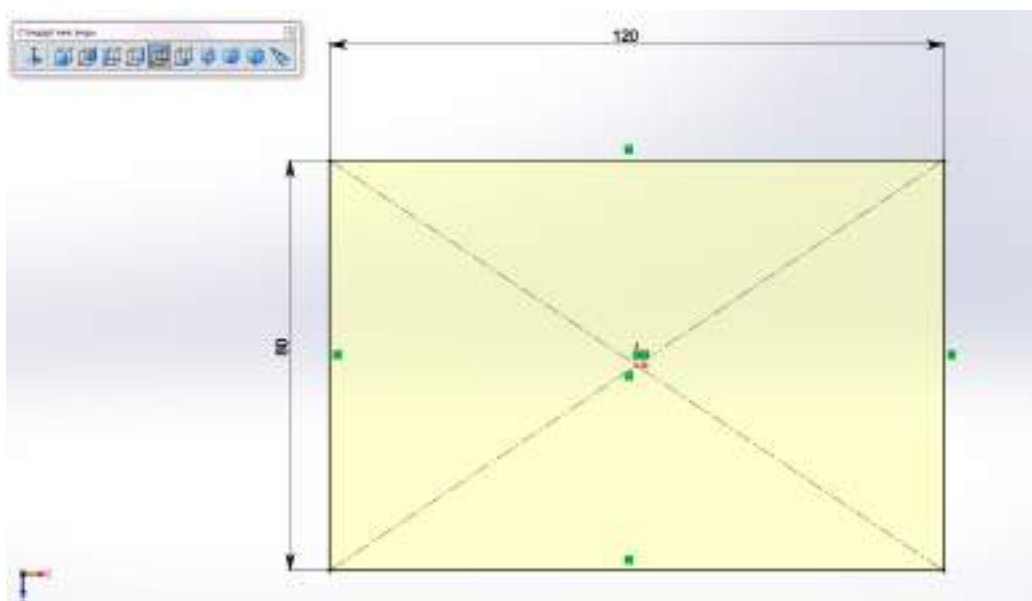
Цель работы:

- создать твердотельную модель детали с помощью моделирования поверхностей без эскиза.

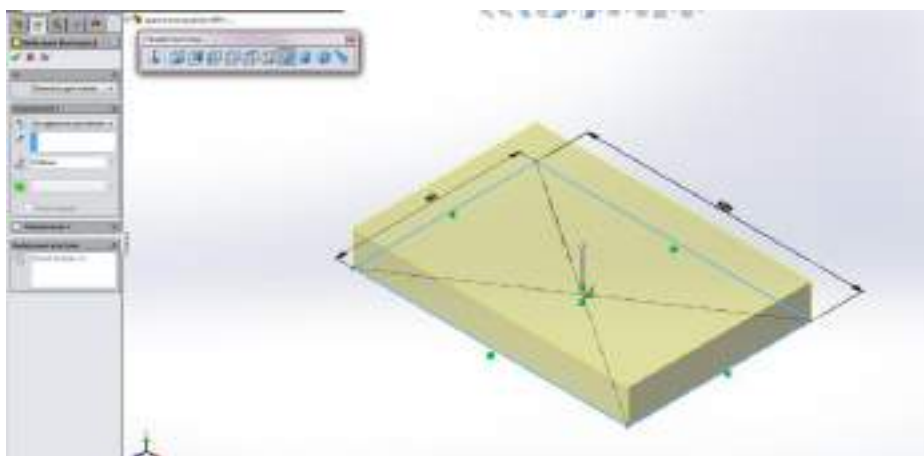
Задание. Создать твердотельную модель детали с помощью моделирования поверхностей без эскиза.

Последовательность выполнения работы

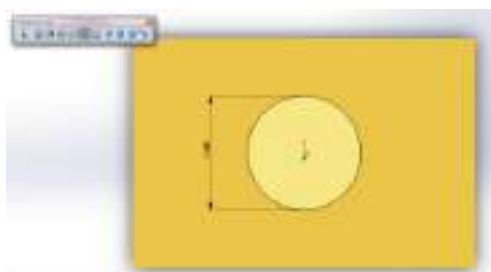
- В плоскости *Сверху* построить эскиз основания – прямоугольник по центру и вершине.



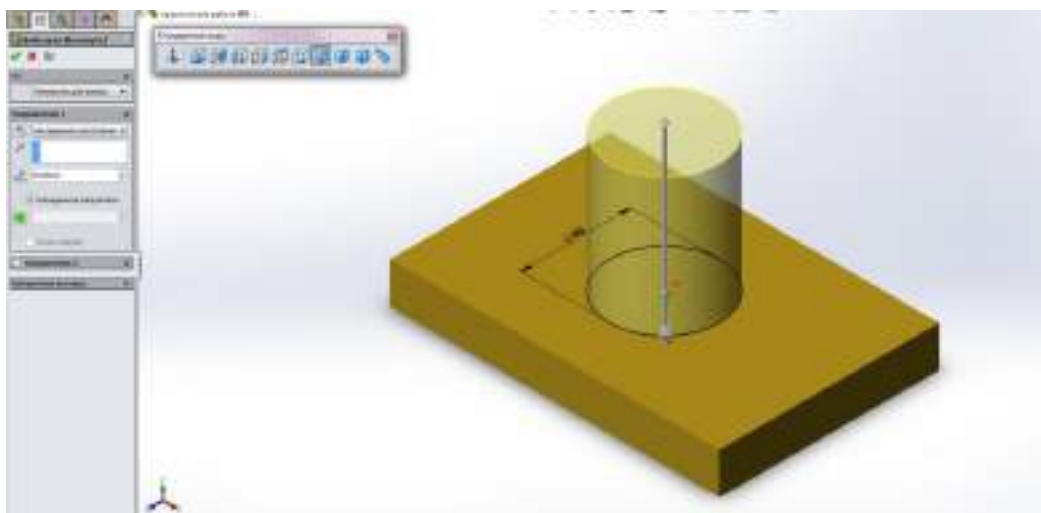
- 2 Затем операцией Вытянутая бобышка/Основание выдавливаем эскиз на 15 мм



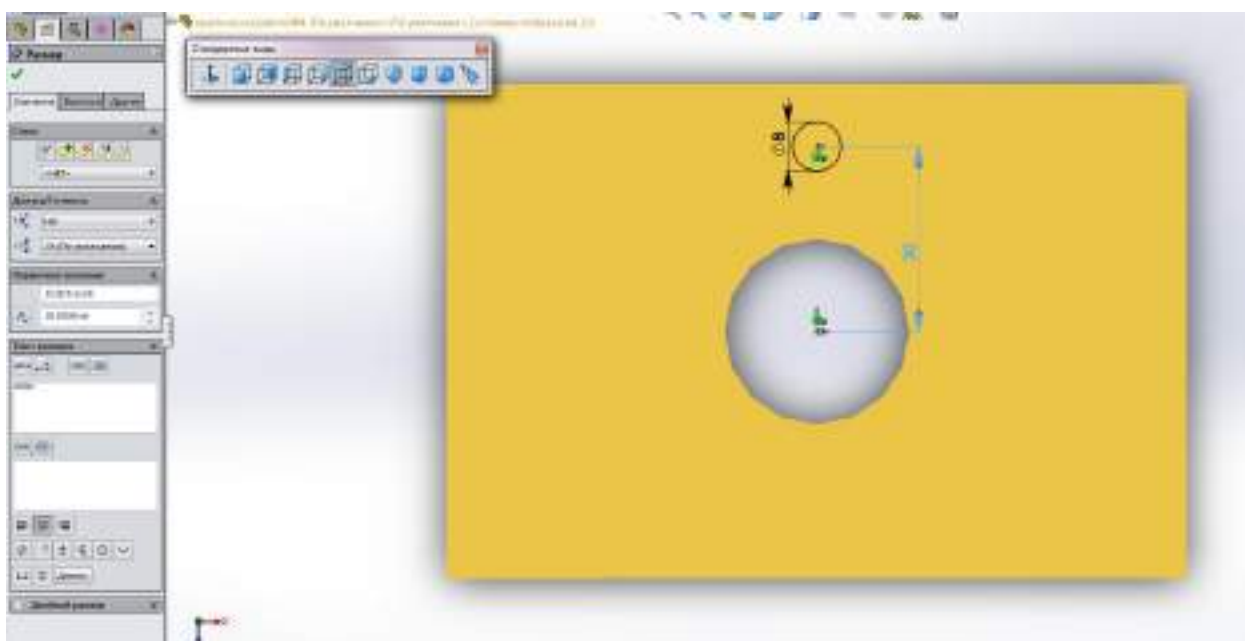
- 3 Выделяем верхнюю грань, создаем на ней эскиз – окружность диаметром 40 мм.



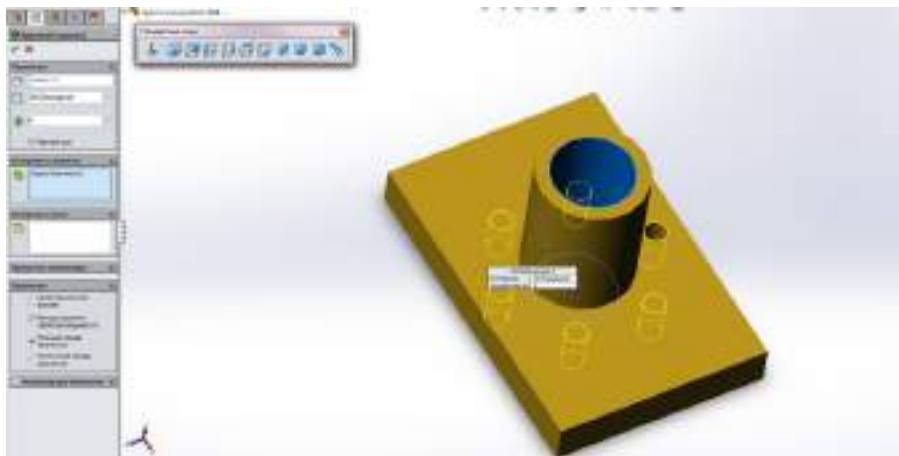
- 4 Выдавливаем эскиз на 50 мм.



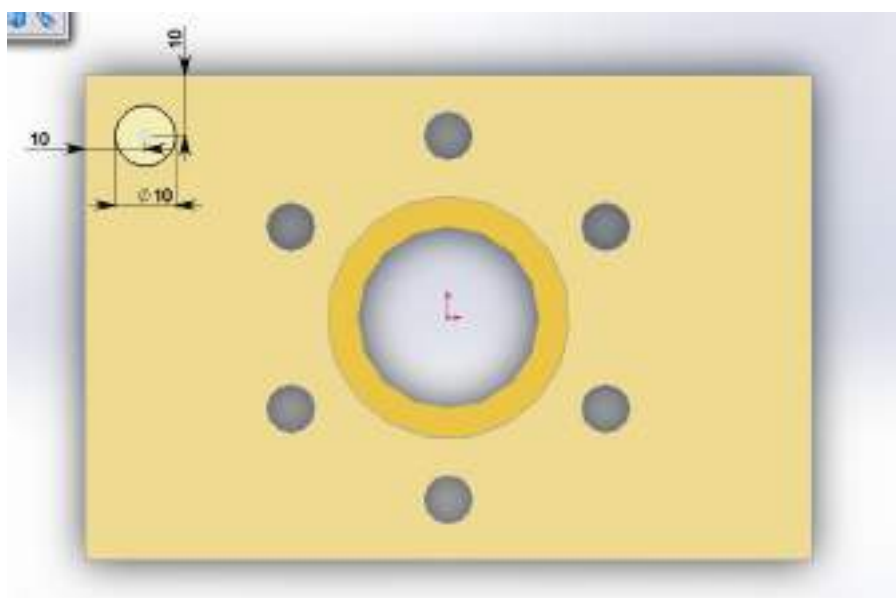
- 5 На верхнем основании цилиндра создаем эскиз отверстия диаметром 35 мм, вырезаем отверстие насквозь.
- 6 На основании создаем эскиз отверстия диаметром 8 мм, вырезаем эскиз.



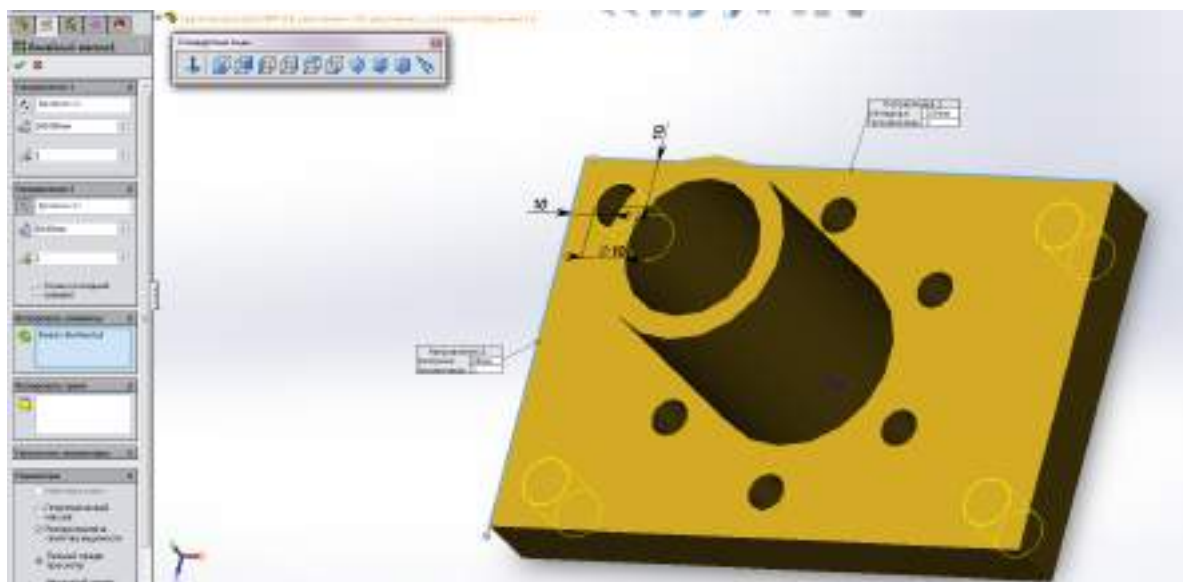
- 7 Операцией Круговой массив создаем 6 копий окружности диаметром 8 мм.



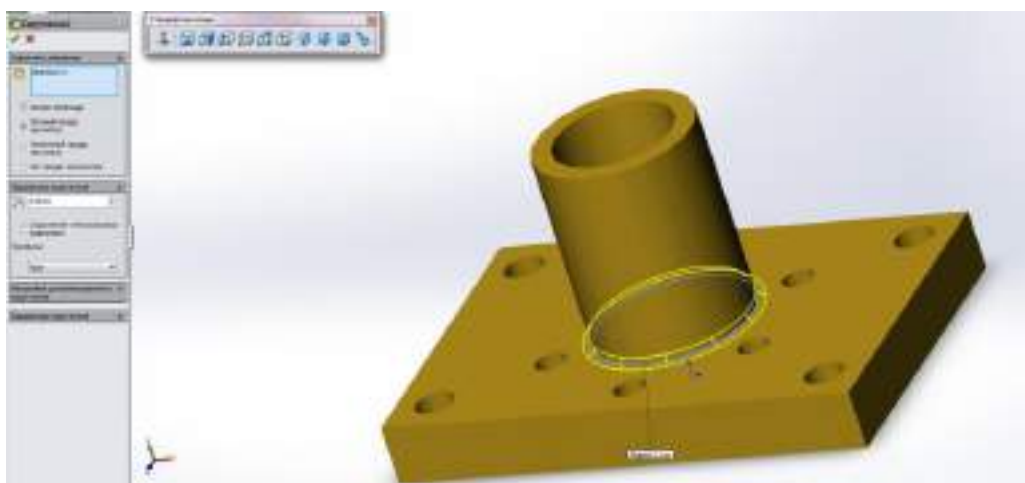
8 Создаем следующее отверстие



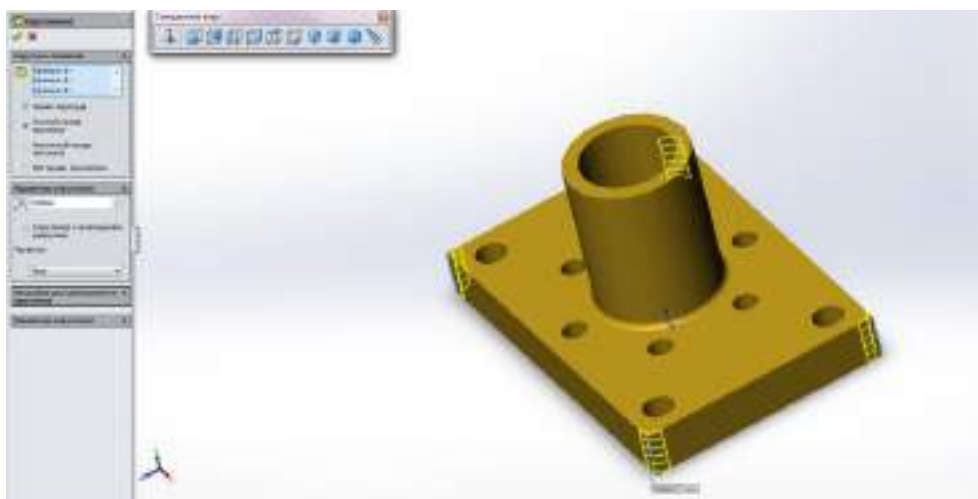
9 Операцией Линейный массив создаем 4 копии отверстий диаметром 10 мм.



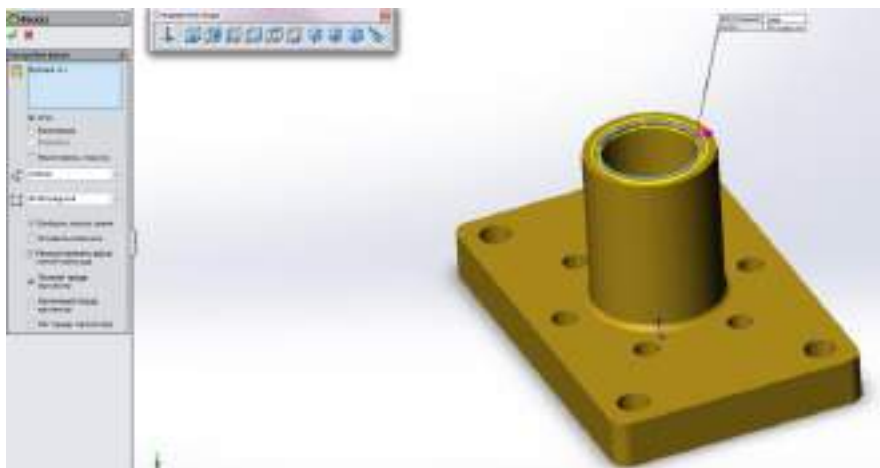
10 Добавляем скругление радиусом 2 мм.



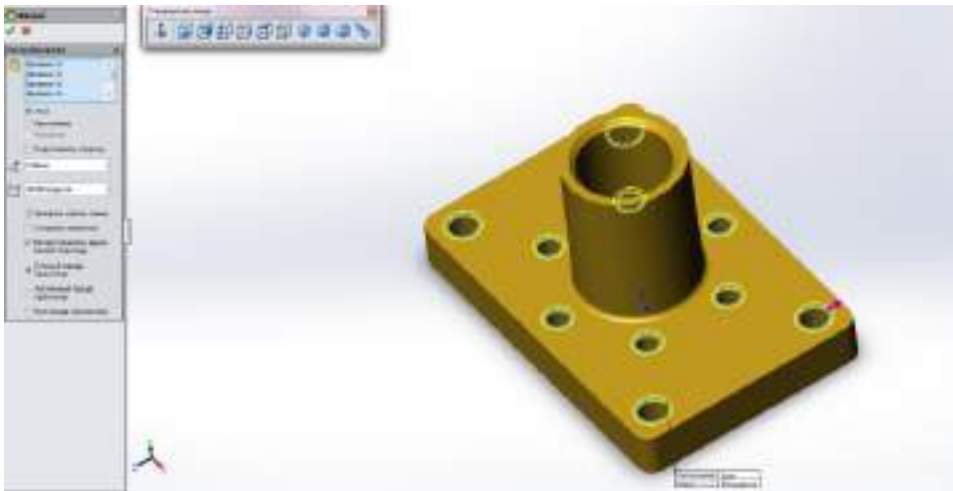
11 Создаем скругления радиусом 5 мм на ребрах основания.



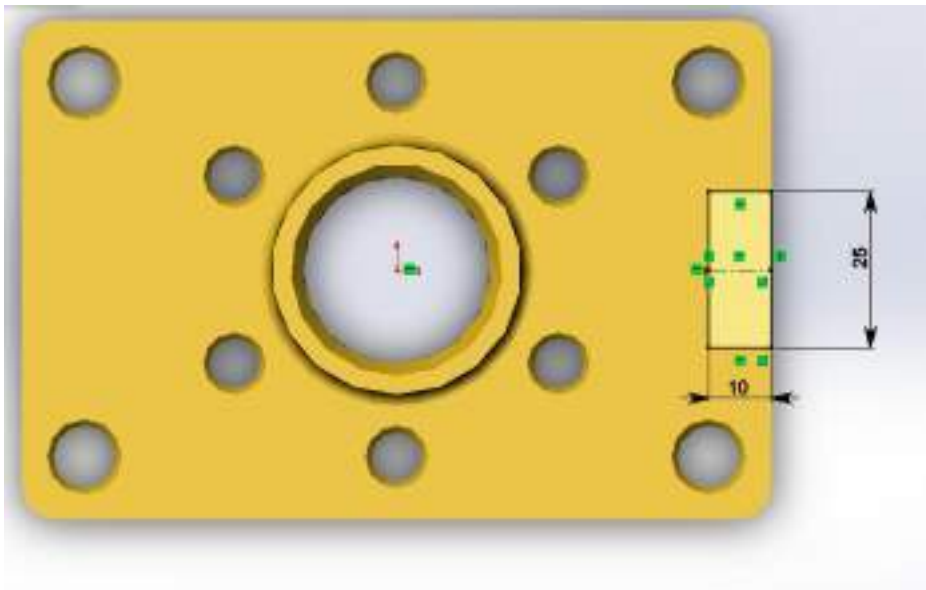
12 Добавляем фаску 2*45°



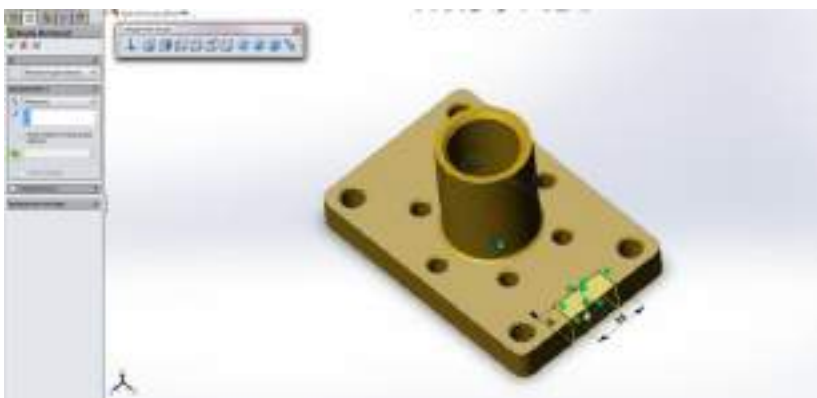
13 И 10 фасок 1*45°



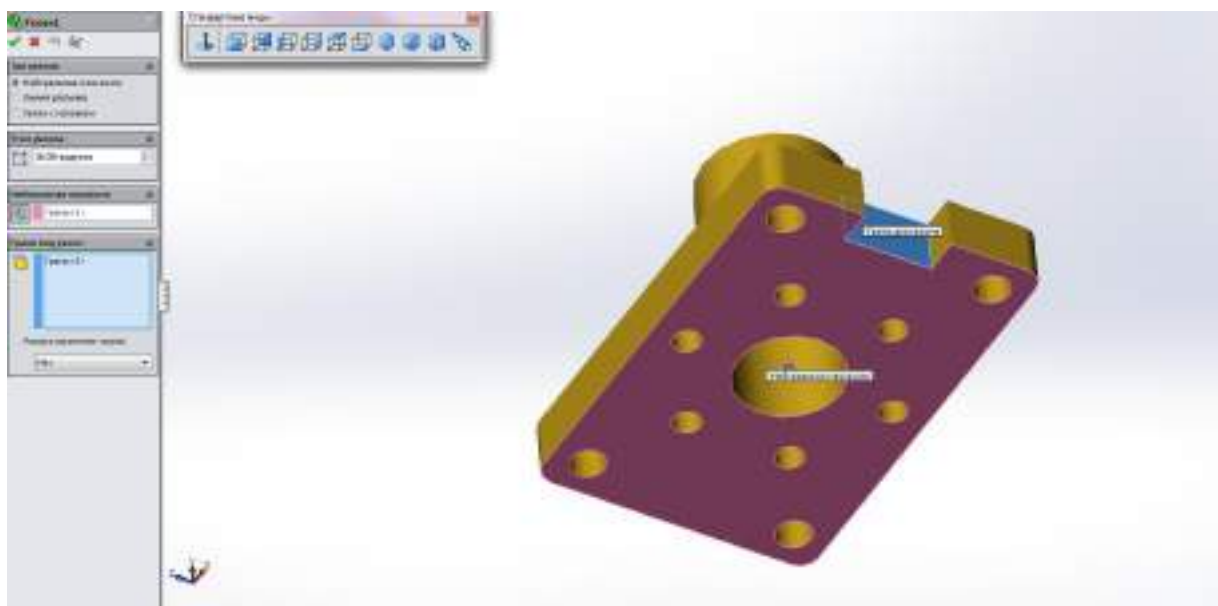
14 Создаем эскиз выреза.



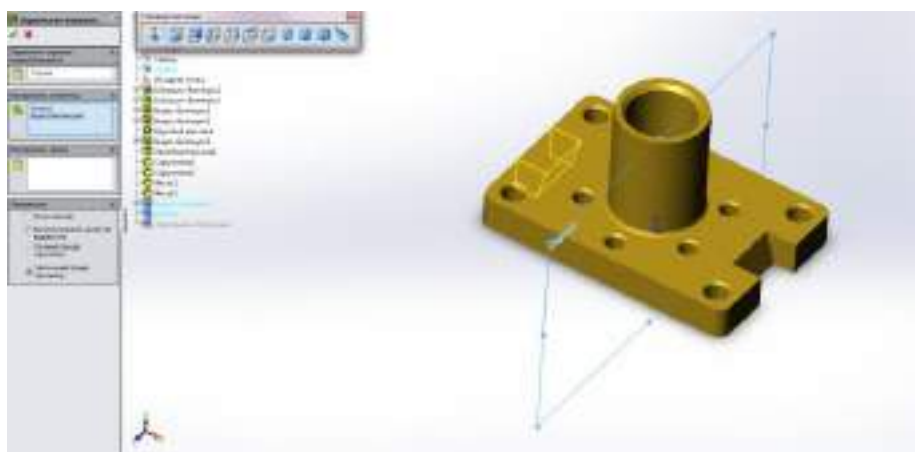
15 Вырезаем эскиз.



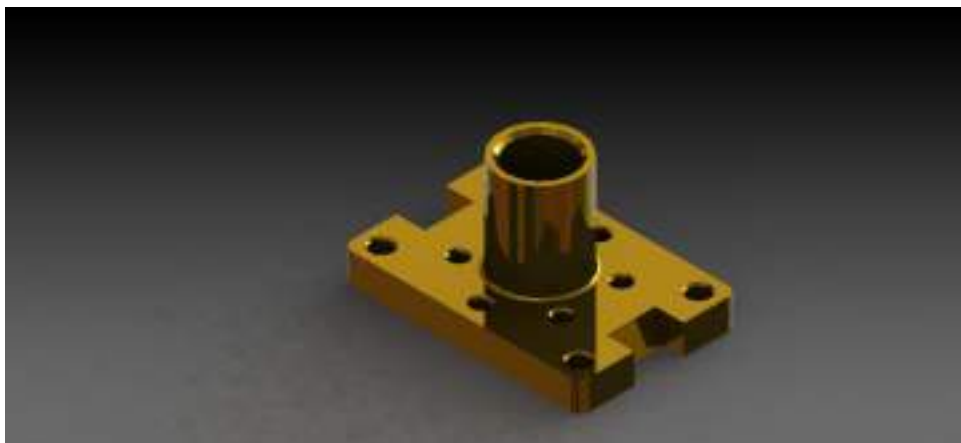
16 Создаем уклон 16° одной из граней выреза операцией Уклон



17 Создаем зеркальное отражение выреза, элементы для отражения выбираем в дереве построения. Плоскость для отражения – Справа.



18 Используя приложение PhotoView 360 самостоятельно назначить материал, настроить внешний вид и сцену для создания фотореалистичного отображения детали.



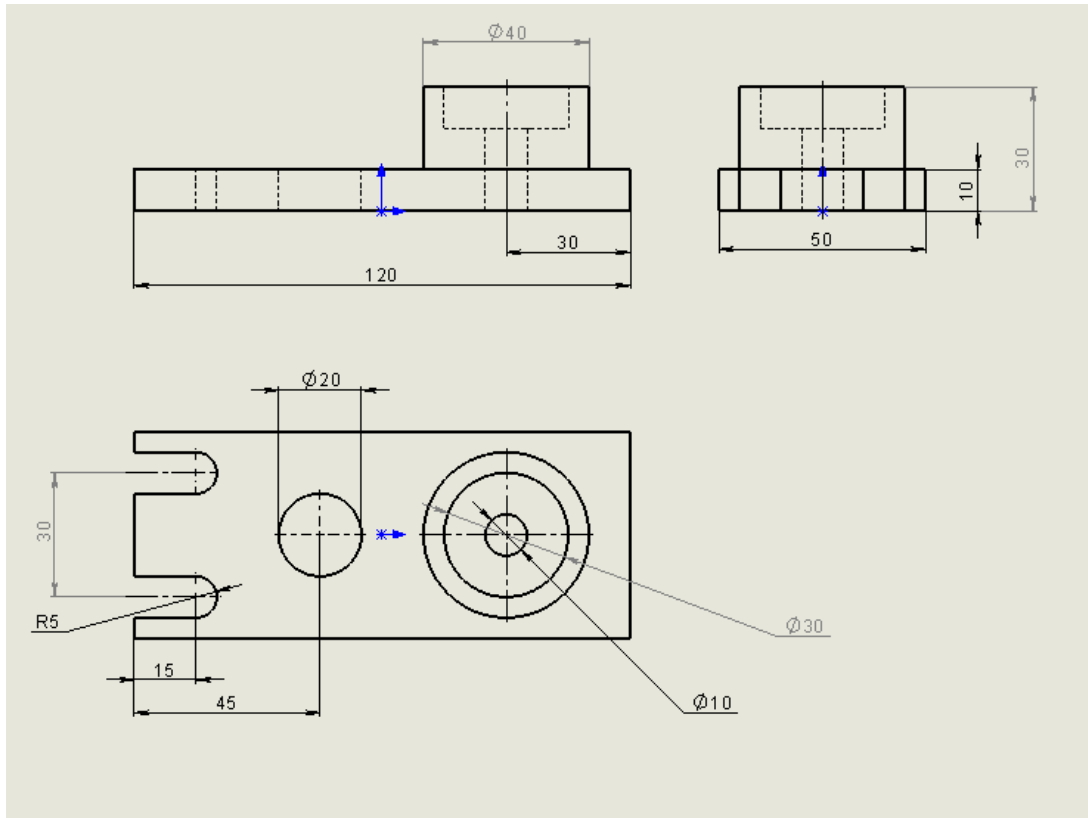
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Тема: Создание чертежа детали с построением сложного разреза

Цель работы:

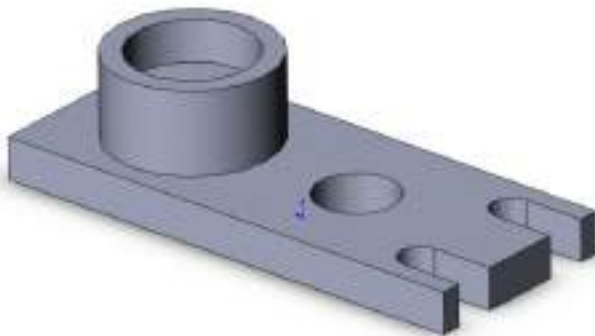
- научиться создавать чертежи деталей по предварительно созданным 3d моделям,
- научиться создавать сложный разрез на чертеже, оформлять его по ЕСКД.

Задание. Создать модель детали, изображенной на рисунке, затем получить ее комплексный чертеж с достаточным количеством видов, выполнить необходимый сложный разрез.

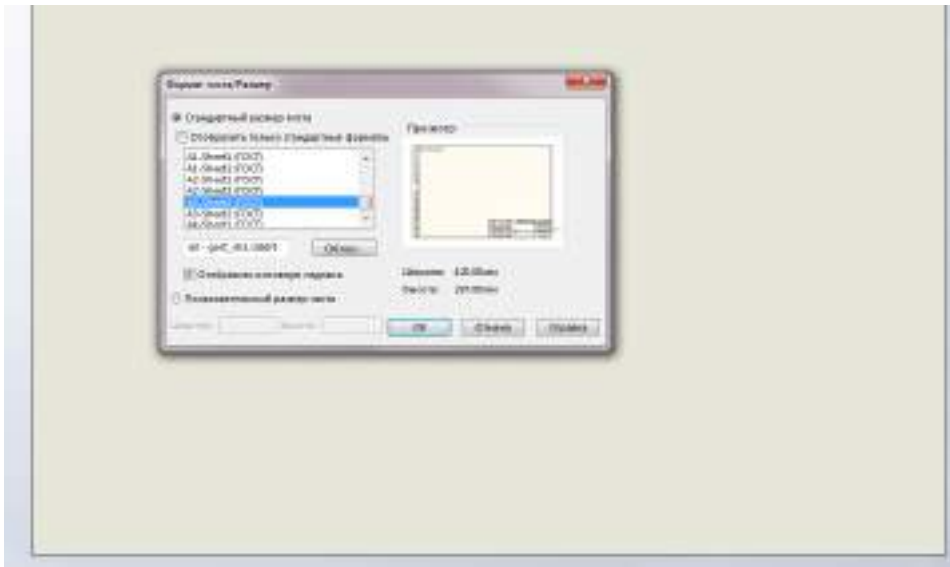


Последовательность выполнения работы

- 1 Строим модель самостоятельно. Задаем материал – сталь.



- 2 Создаем новый чертеж. Выбираем стандартный формат листа А3



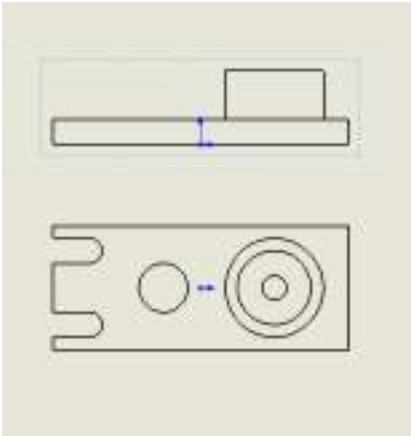
- 3 Выбираем модель.



- 4 Создаем несколько видов – спереди и сверху (необходимое и достаточное количество для понимания формы детали).

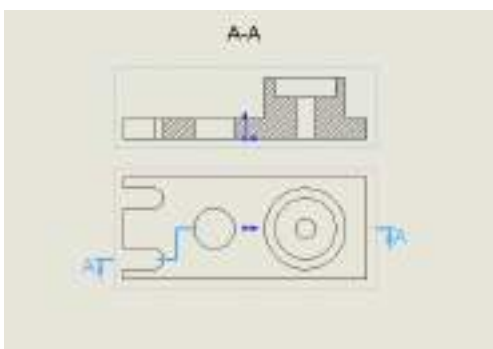
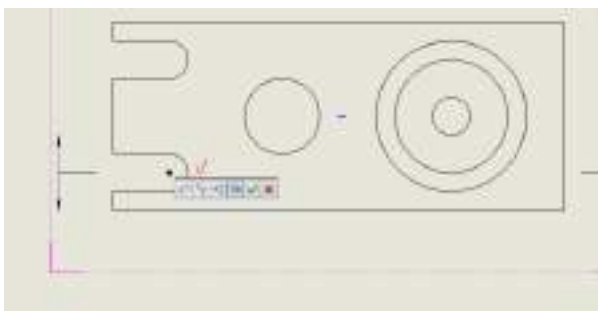


5 Получили заготовку чертежа.

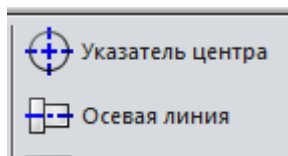


6 Переходим к созданию сложного ступенчатого разреза. Разрез будет фронтальным, поэтому вид спереди удаляем.

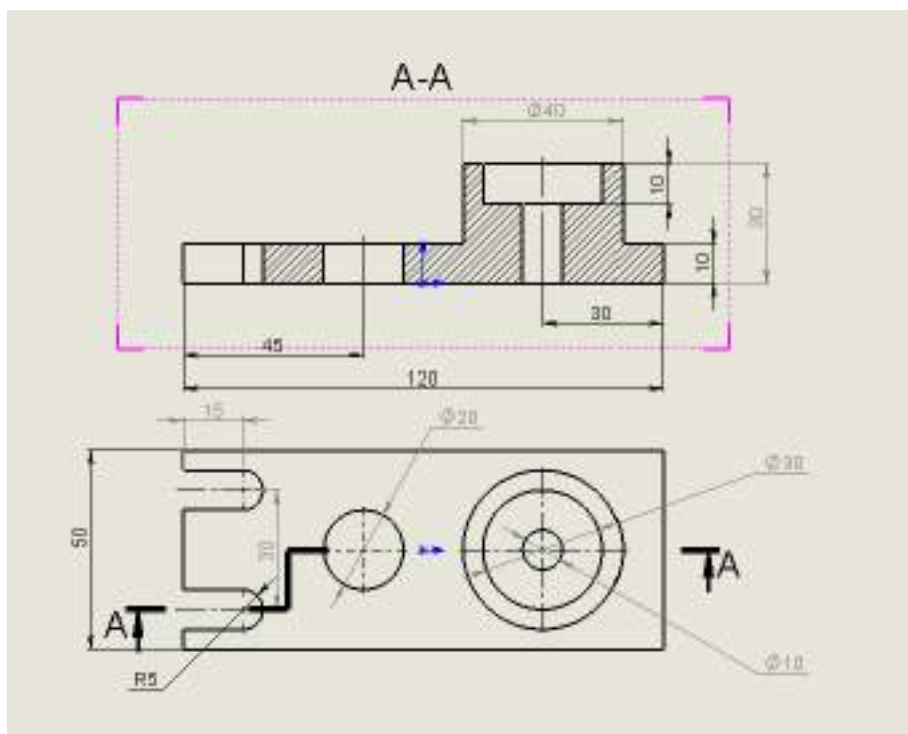
Во вкладке Расположение вида нажимаем кнопку Разрез. Выбираем горизонтальную линию разреза. Создаем линию разреза.



7 Во вкладке Примечания выбираем команды построения осевых линий.



8 Наносим размеры



9 Щелкаем правой кнопкой мыши, выбираем команду Редактировать основную надпись.

Заполняем штамп.



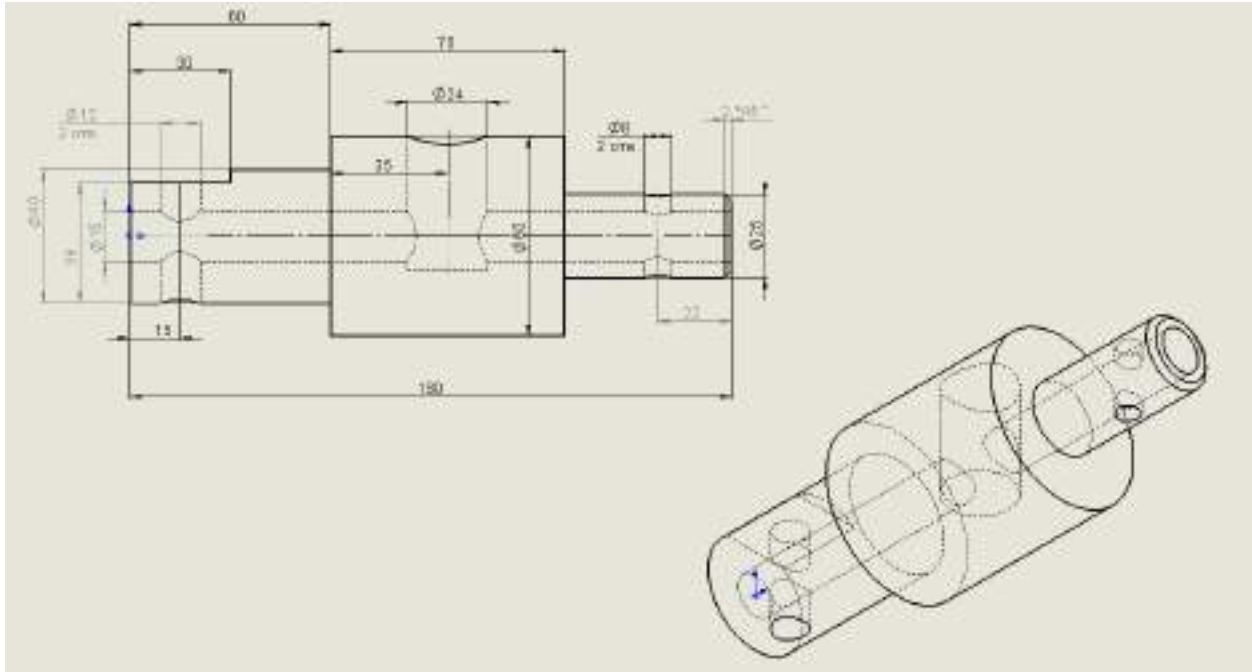
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

Тема: Создание чертежа детали с построением сечений

Цель работы:

- научиться создавать чертежи деталей по предварительно созданным 3d моделям,
- научиться создавать сечения на чертеже, оформлять его по ЕСКД.

Задание. Создать модель детали, изображенной на рисунке, затем получить ее комплексный чертеж с достаточным количеством видов, выполнить необходимые сечения.



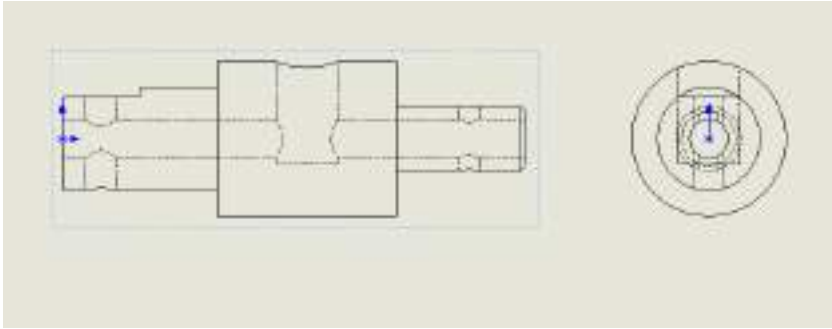
Последовательность выполнения работы

- 1 Создаем 3d модель вала самостоятельно.



- 2 Открываем новый документ – чертеж – формат А3.

Добавляем на чертеж виды – главный (спереди) и слева



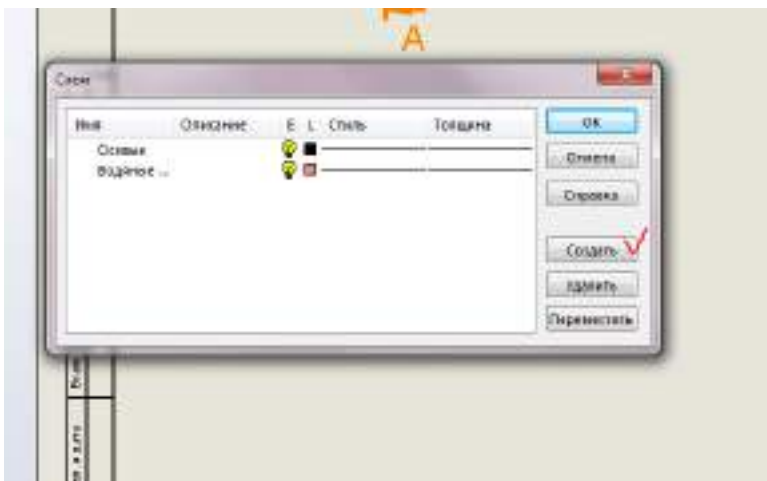
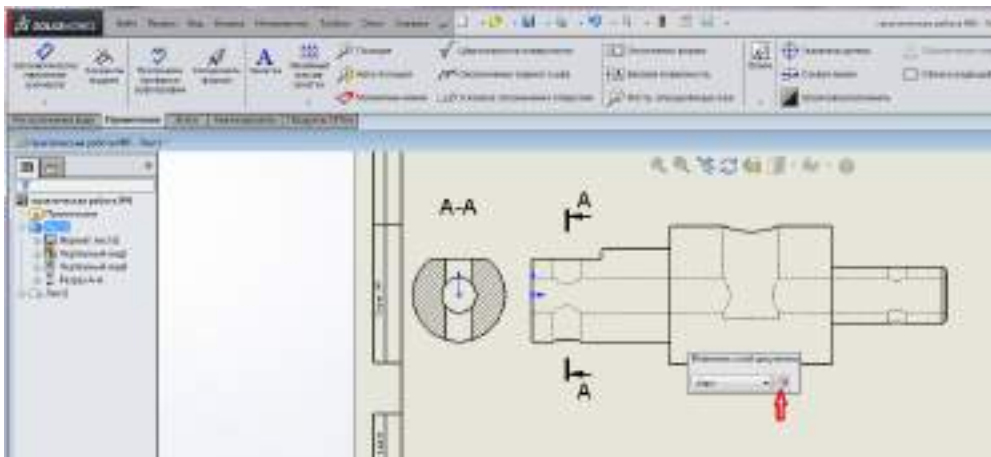
Для понимания внутреннего устройства детали необходимо сделать три сечения. Расположим первое из них на продолжении следа секущей плоскости, второе – на свободном поле чертежа и третье – на месте проекционного вида (слева).

- 3 Переходим во вкладку Расположение вида, запускаем команду Разрез. Проводим линию вертикального разреза.

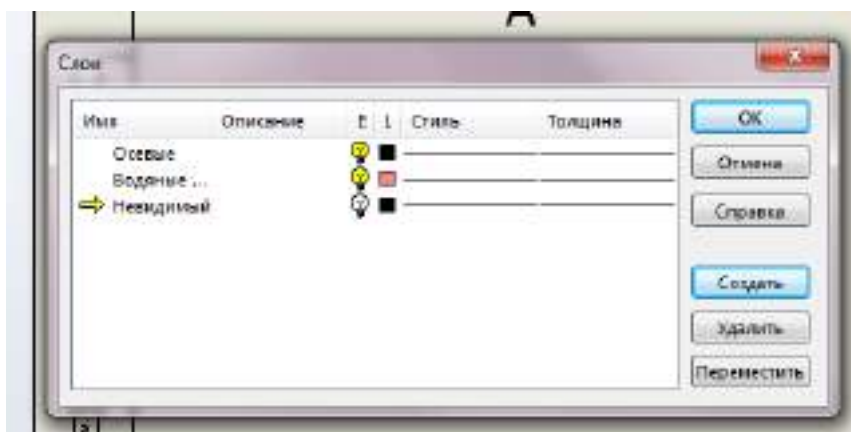
Для того чтобы скрыть буквенное обозначение сечения нужно создать новый слой и сделать его невидимым.

Для создания нового слоя щелкаем правой кнопкой мыши, выбираем команду Изменить слой.

Нажимаем кнопку Свойства слоя

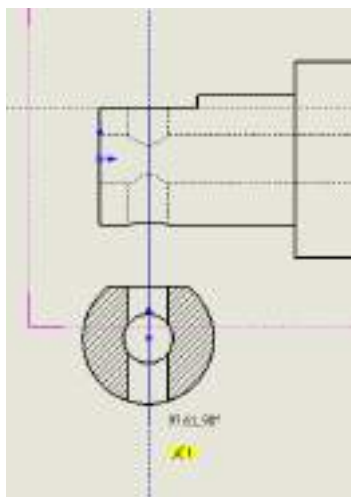


Создаем новый слой и отключаем его видимость



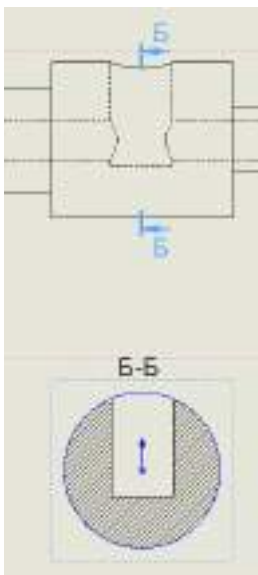
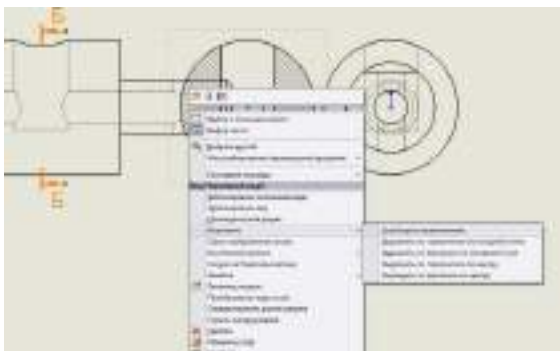
Нажимаем на букву обозначения сечения правой кнопкой, выбираем Изменить слой. В выпадающем меню выбираем слой Невидимый.

Перетаскиваем сечение под секущую плоскость.

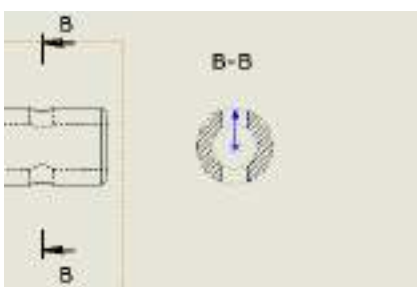


- 4 Второе сечение располагаем на свободном поле чертежа. Буквенное обозначение удалять не нужно.

Для того чтобы отключить проекционную связь и перетащить сечение на свободное поле чертежа щелкаем по габаритному прямоугольнику сечения правой кнопкой – Выравнивание – Освободить выравнивание.



- 5 Аналогичным образом создаем третье сечение, размещаем его на месте вида слева, предварительно удалив его.



- 6 Оформите чертеж согласно требований ЕСКД. Заполните основную надпись.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

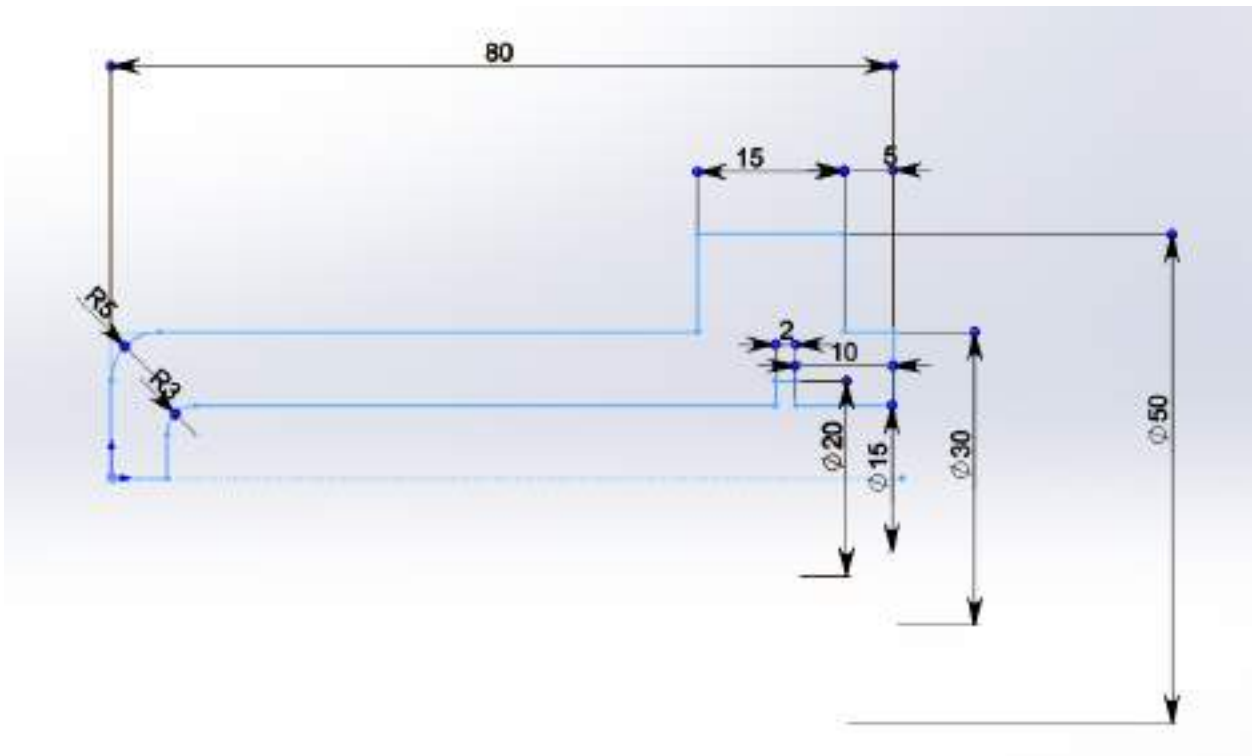
Тема: Создание чертежа детали с построением местных видов

Цель работы:

- научиться создавать чертежи деталей по предварительно созданным 3d моделям,
- научиться создавать местные виды, местные разрезы, оформлять чертеж по ЕСКД.

Последовательность выполнения работы

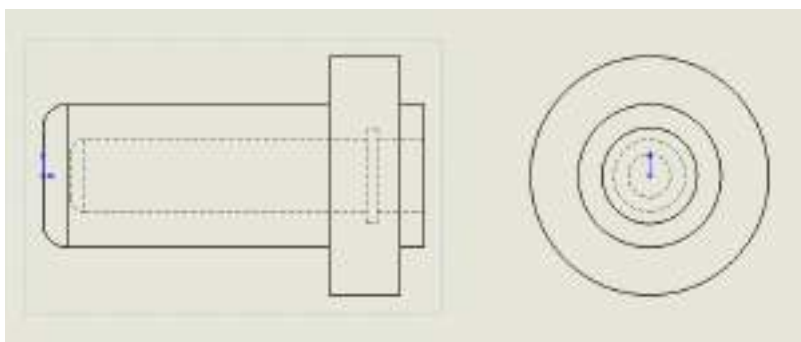
- 1 Создаем модель по эскизу, изображенному на рисунке. Обязательно проведение осевой!



- 2 Операцией повернутая бобышка получаем модель.

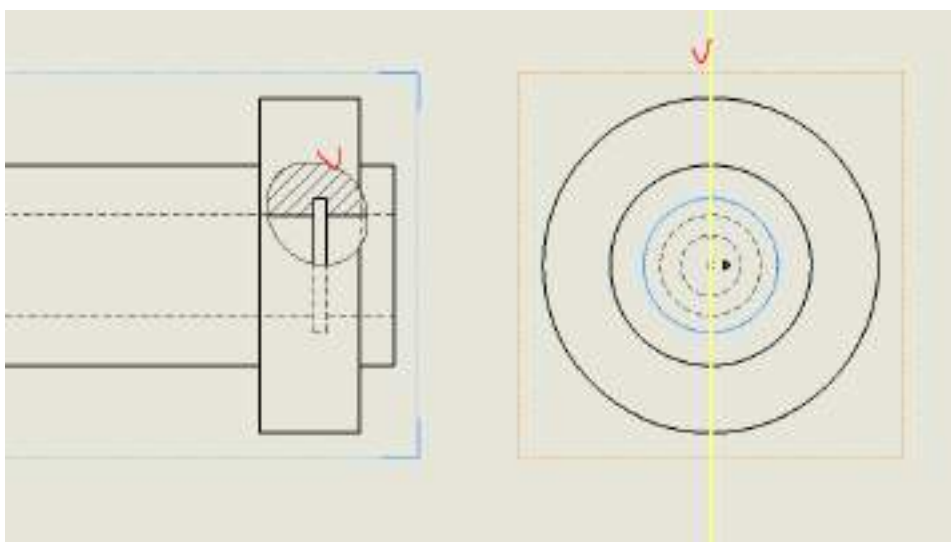


- 3 Создаем новый документ – чертеж. Добавляем 2 вида – спереди и слева.

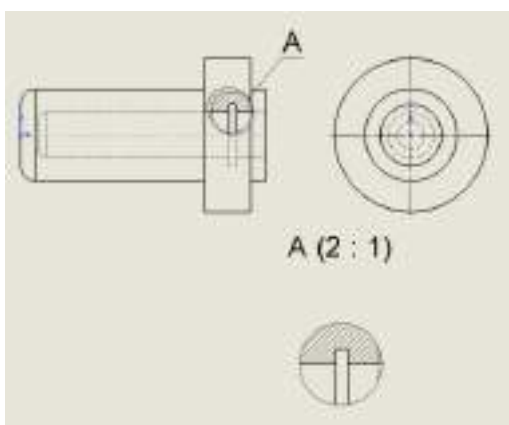


- 4 Перед созданием местного вида необходимо сделать видимым участок проточки. Для этого создадим местный разрез.

Во вкладке Расположение вида выбираем команду – Вырыв детали. Затем сплайном ограничиваем контур разреза и задаем его глубину (положение секущей плоскости).



- 5 Теперь можно выполнить местный вид. Во вкладке Расположение вида нажимаем на кнопку Местный вид, помещаем центр окружности вида на проточку, устанавливаем масштаб 2:1 и располагаем вид на свободном поле чертежа.



- 6 Самостоятельно проставляем размеры и заполняем штамп.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

Тема: Создание сборки из номенклатуры изделий организации ОПК

Цель работы:

- Познакомиться с процессом создания и редактирования сборки «снизу вверх»

Последовательность выполнения работы

1. Создайте все компоненты в отдельных документах деталей и сохраните их. Документы деталей будут сохранены в папке \Мои документы\SolidWorks\ BenchVice.
2. Откройте документы деталей ViceBody (Основание тисков) и Vicejaw (Губки тисков) и определите ссылки на сопряжения в обоих документах.
3. Создайте новый документ сборки и откройте все документы деталей. Поместите в новый документ первый компонент, основание тисков, перетащив его из окна документа детали. Теперь перетащите губки тисков в документ сборки. Он автоматически будет собран с губками тисков, поскольку сопряжения уже были определены.
4. Перетащите прижимной винт в документ сборки. Примените требуемые сопряжения.
5. Теперь проанализируйте степени свободы компонентов.
6. После анализа сборки примените все ограничения для снятия всех степеней свободы
7. Теперь соберите зажимную планку.

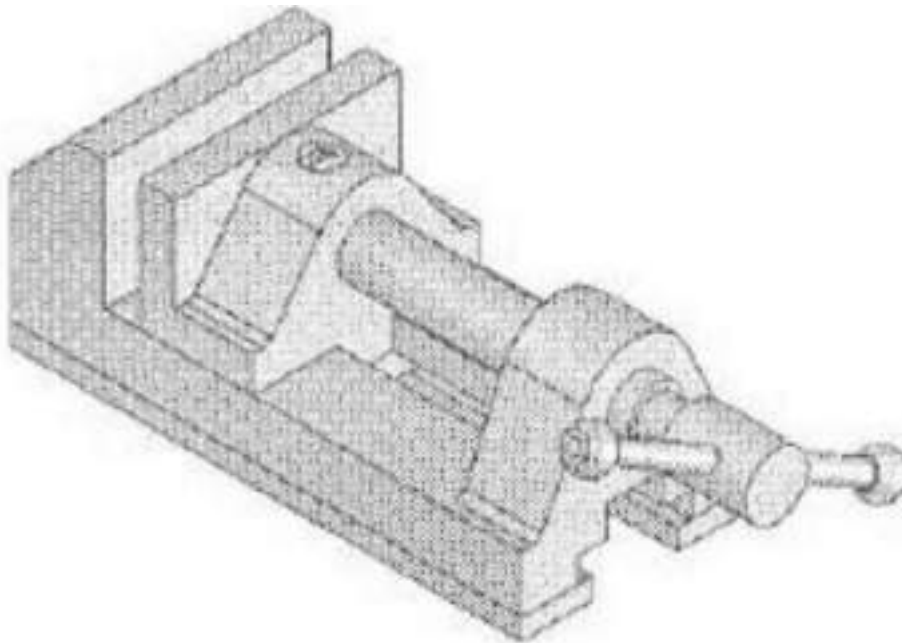


Рис. 1. Сборка верстачных тисков.

8. Установите фиксирующий винт с использованием сопряжений на основе элементов.
9. Аналогичным образом соберите остальные компоненты.

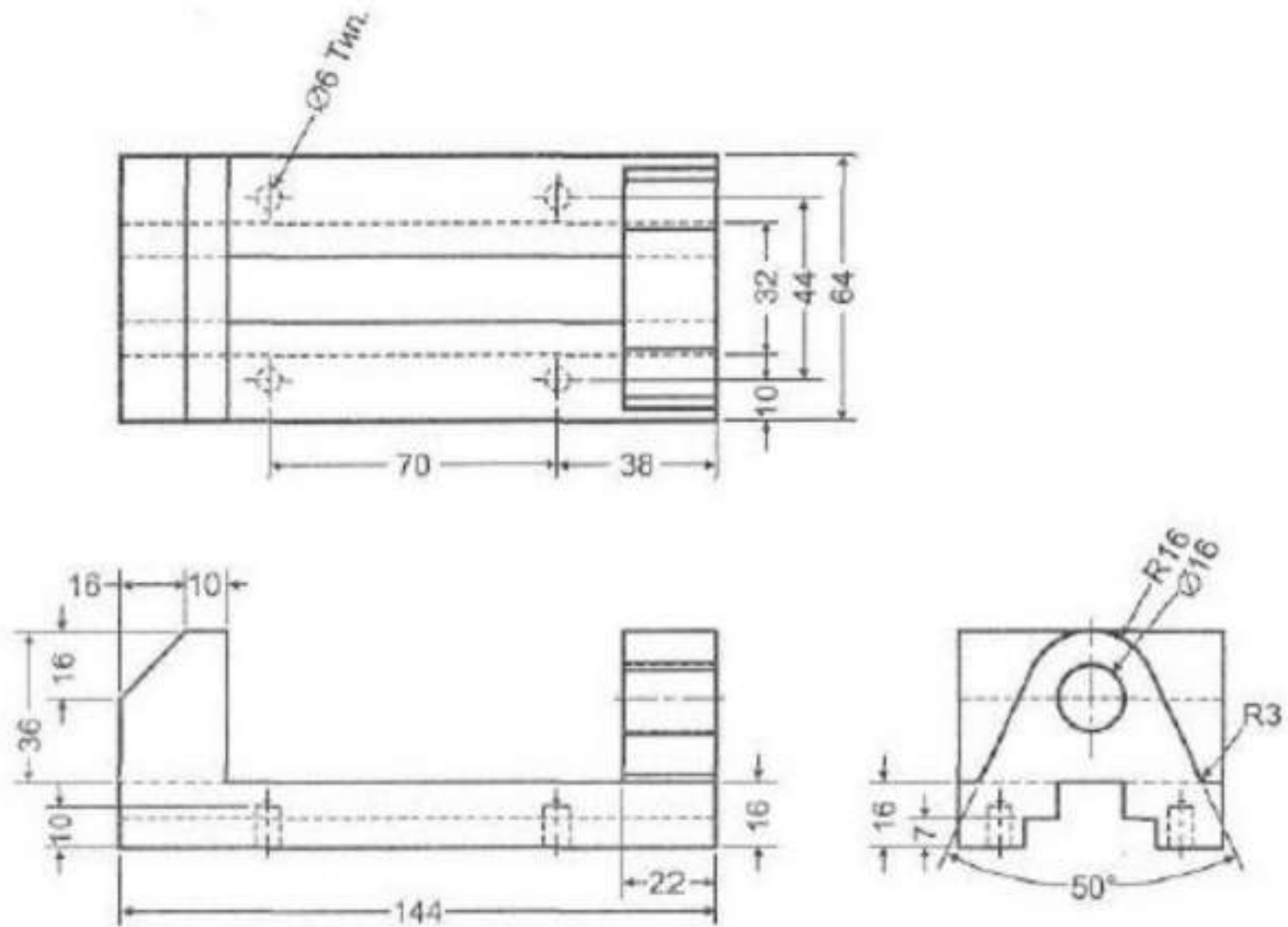


Рис. 2. Виды и размеры основания тисков

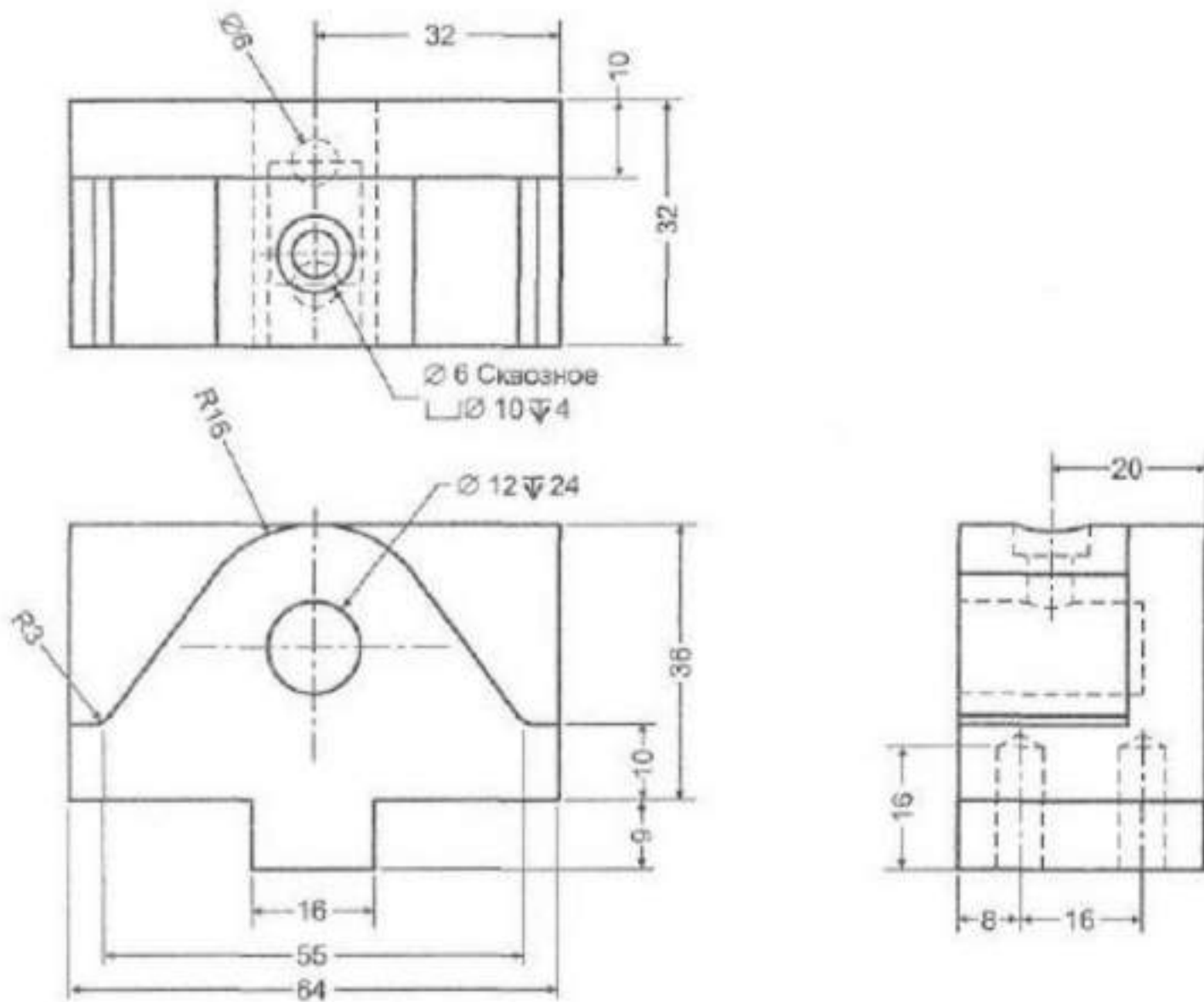


Рис. 3. Виды и размеры губок тисков

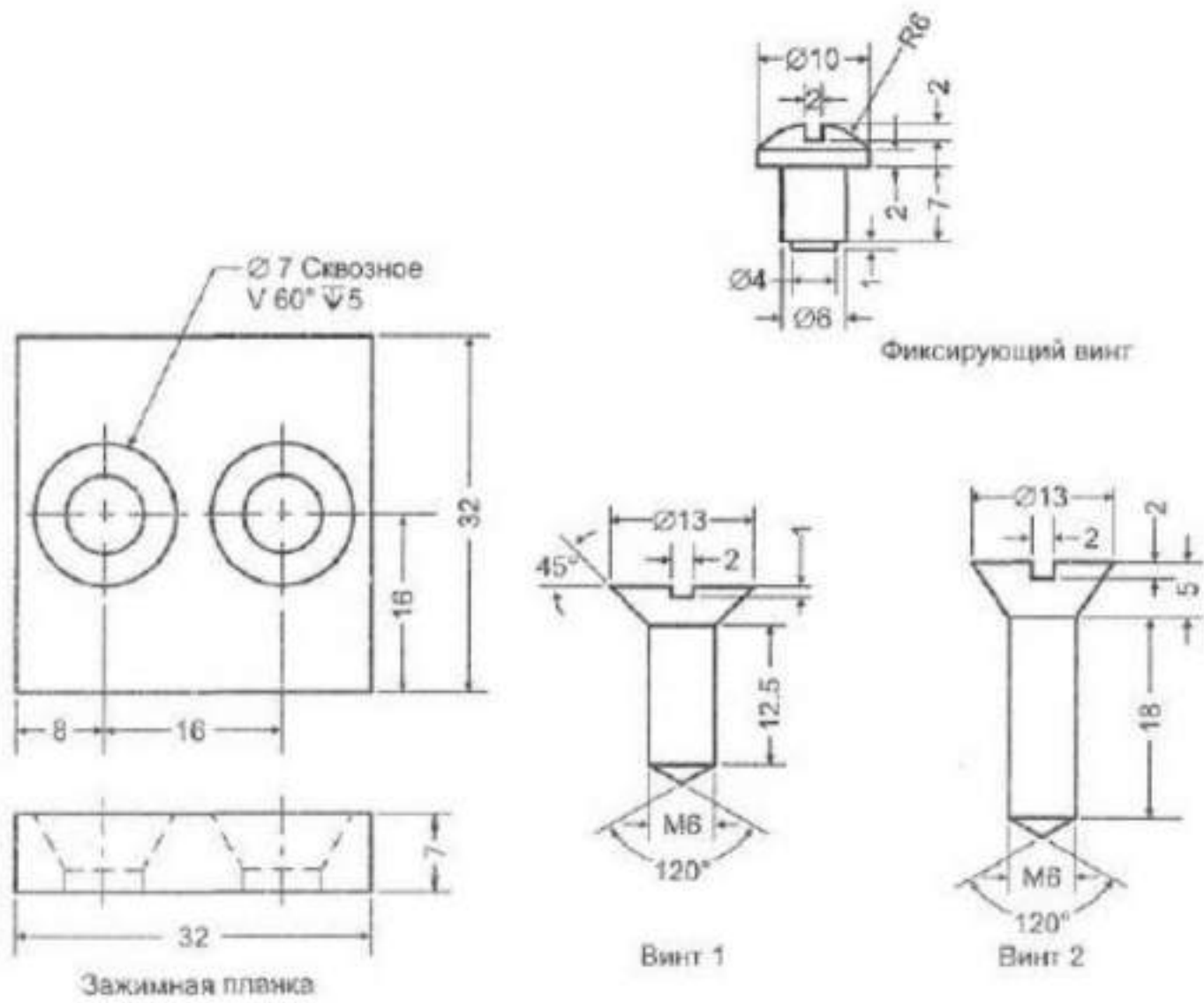


Рис. 4. Виды и размеры зажимной планки, фиксирующего винта, винта 1 и винта 2

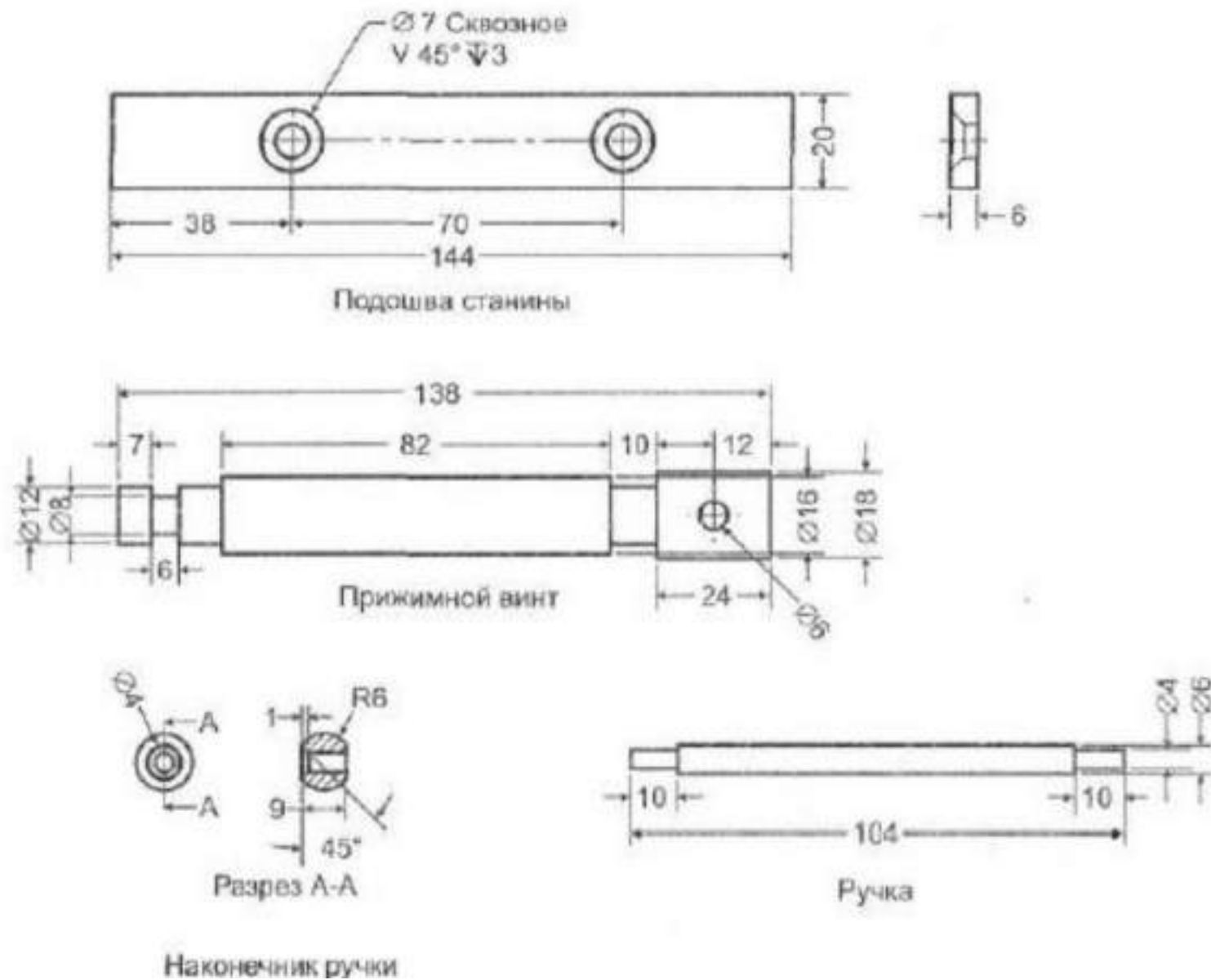


Рис. 5. Виды и размеры подошвы, прижимного винта, ручки и ее наконечников

Создание компонентов

Создайте все компоненты тисков в отдельных документах деталей. Назовите документы в соответствии с рис. 1-5. Файлы должны быть сохранены в папке \Мои Документы\SolidWorks\BenchVice.

Создание ссылок на сопряжения

В этом упражнении вы соберете первые два компонента сборки с помощью ссылок на сопряжения. Для этого нужно сначала создать ссылки на сопряжения в документах деталей.

1. Откройте диалоговое окно Open (Открыть).
2. Дважды щелкните на значке ViceBody (основание тисков). Документ детали ViceBody (Основание тисков) откроется в окне SolidWorks.
3. Выберите команду меню Insert ► ReferenceGeometry ► MateReference (Вставка ► Справочная геометрия ► Ссылка на сопряжение).

На экране появится менеджер свойств MateReference (Сопряжение элементов справочной геометрии). В раздвижной панели PrimaryReferenceEntity (Объект ссылки первого уровня) активен режим выделения.

4. Выделите плоскую поверхность, показанную на рис. 6, в качестве ссылки первого уровня. Выделенная поверхность будет подсвечена зеленым цветом.
5. Выберите параметр Coincident (Совпадение) из списка MateReferenceType (Тип ссылки на сопряжение) в раздвижной панели PrimaryReferenceEntity (Объект ссылки первого уровня). Станет активен режим выделения в раздвижной панели SecondaryReferenceEntity (Объект ссылки второго уровня).
6. Выделите плоскую поверхность, показанную на рис. 6, в качестве ссылки второго уровня. Выделенная поверхность будет подсвечена пурпурным цветом.

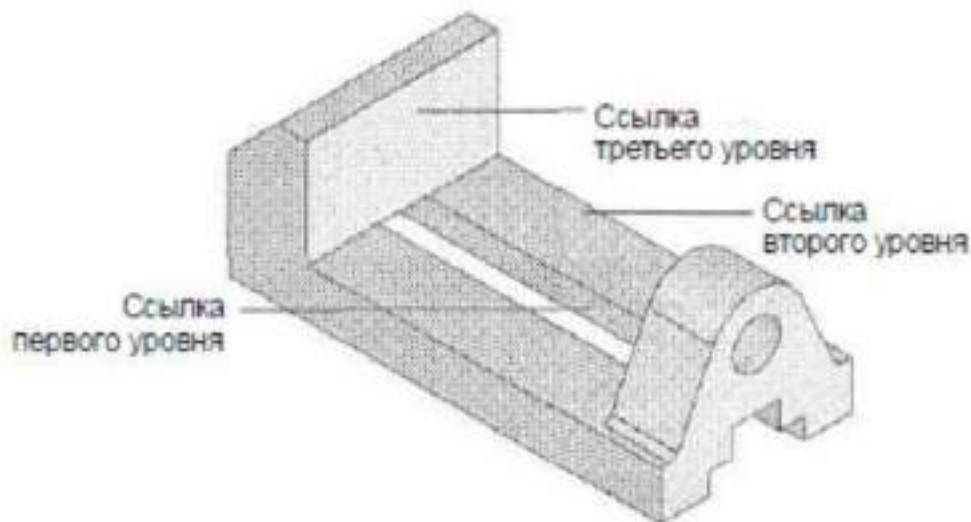


Рис. 6 Поверхности, выбранные для сопряжения.

7. Выберите параметр Coincident (Совпадение) из списка MateReferenceType (Тип ссылки на сопряжение) в раздвижной панели Secondary Reference Entity (Объект ссылки второго уровня).

Теперь активен режим выделения в раздвижной панели TertiaryReferenceEntity (Объект ссылки третьего уровня).

8. Выделите плоскую поверхность, показанную на рис. 5.10, в качестве ссылки третьего уровня. Выделенная поверхность будет подсвечена темно-красным цветом.
9. Выберите параметр Parallel (Параллельность) из списка MateReferenceType (Тип ссылки на сопряжение) в раздвижной панели TertiaryReferenceEntity (Объект ссылки третьего уровня).
10. Введите имя ViceMateReferences в качестве названия ссылки на сопряжение в текстовое поле MateReferenceName (Название ссылки на сопряжение) в раздвижной панели ReferenceName (Имя ссылки).
11. Щелкните на кнопке **ОК** в менеджере свойств MateReference (Сопряжение элементов справочной геометрии).
12. Аналогичным образом образуйте ссылку на сопряжение в документе детали ViceJaw (Губки тисков). Поверхности для выделения в качестве ссылок, приведены на рис. 5.11. Название ссылки на сопряжение в раздвижной панели ReferenceName (Имя ссылки) должно быть одинаково в обеих частях документа.
13. Закройте обе части документа, за исключением ViceBody.sldparti ViceJaw.sldprt.

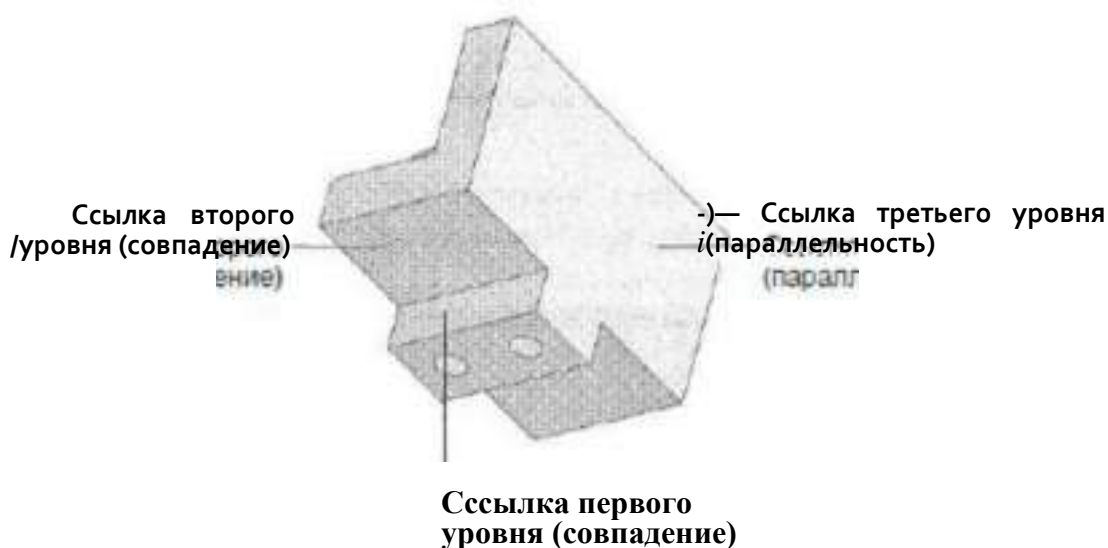


Рис. 7 Поверхности, выбранные для сопряжения.

Размещение первых двух компонентов сборки

После создания ссылок на сопряжения необходимо собрать компоненты.

1. Создайте новый документ сборки **SolidWorks**. Менеджер свойств Insert Component (Вставить компонент) автоматически выводится на экран, и имена открытых компонентов отображаются в области выделения Opendocuments (Открытые документы).
2. Выберите ViceBody в области выделения Opendocuments (Открытые документы); рядом с курсором компонента появится предварительный вид основания тисков.
3. Щелкните на кнопке KeepVisible (Не убирать) в менеджере свойств InsertComponent (Вставить компонент), поскольку после размещения первого компонента, необходимо разместить второй компонент, который отображается в области выделения Opendocuments (Открытые документы). Рекомендуется, чтобы первый компонент сборки помещался в начало отсчета сборки.

4. Щелкните на кнопке **ОК** в менеджере свойств **InsertComponent** (Вставить компонент) , чтобы разместить первый компонент в начале отсчета сборки.
Поскольку кнопка **KeepVisible** (Не убирать) нажата, изображение основания тисков появляется рядом с курсором в области чертежа.
5. Измените текущий вид на изометрический. Теперь разместите второй компонент в сборке. Как говорилось ранее, второй компонент сборки, губки тисков, будет собран с основанием тисков с помощью ссылок на сопряжения.
6. Выделите губки тисков в области выделения **InsertComponent** (Вставить компонент). В области чертежа появится изображение губок тисков.
Если теперь поместить курсор в документе сборки рядом с основанием, то изображение губок тисков собирается с основанием с помощью ссылок на сопряжения.
7. Разместите компонент в нужном месте. Сопряжения, перечисленные в ссылках на сопряжения, будут применены для губок тисков и основания. Щелкните на кнопке **KeepVisible** (Не убирать) и закройте менеджер свойств **Mate** (Сопряжение) .
На рис. 5.12 показан второй компонент, помещенный в документ сборки. На рис. 9 показаны губки тисков вместе с основанием.

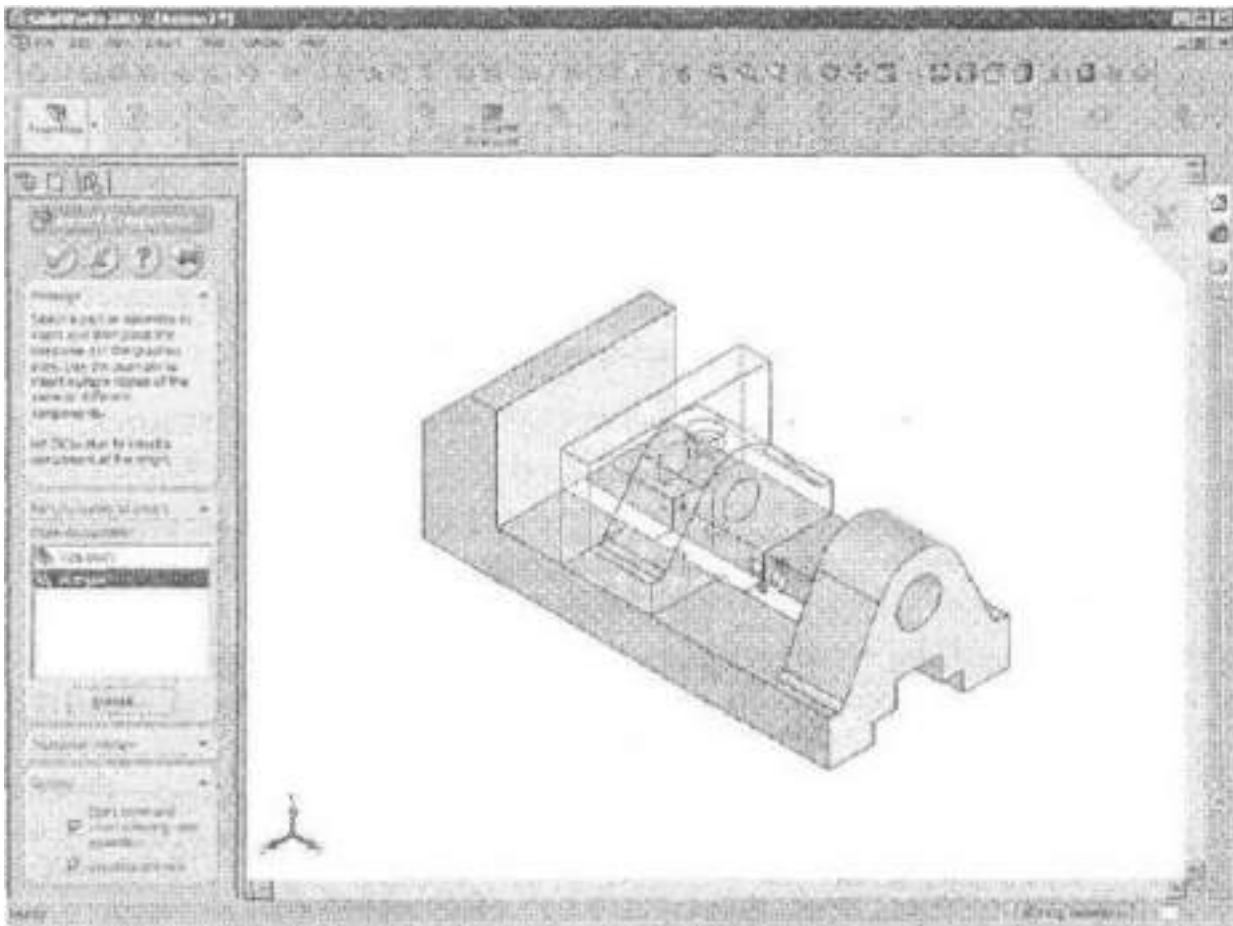


Рис. 8 Перетаскивание второго компонента.

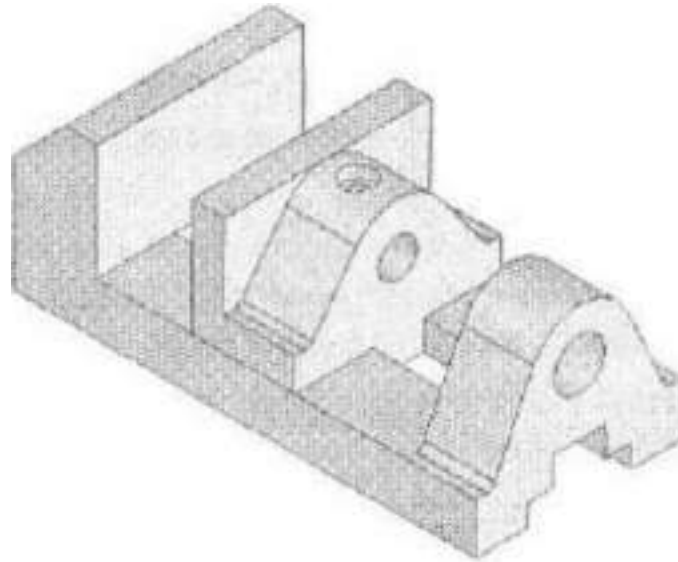


Рис. 9. Губки тисков в сборе с основанием.

8. Закройте окна всех документов деталей, которые помещены в документ сборки.

Совет. Сопряжения, которые определены в ссылках на сопряжения, применяются к компонентам при их размещении в сборке. Для просмотра сопряжений, применяемых к обоим компонентам, нужно развернуть параметр *Mates*

(Сопряжения) в дереве конструирования *FeatureManagerDesignTree* в документе сборки.

Установка прижимного винта

Теперь необходимо разместить прижимной винт в документе сборки.

1. Щелкните на кнопке *InsertComponent* (Вставить компонент) в менеджере команд *Assemblies* (Сборки).
2. Щелкните на кнопке *Browse* (Обзор) в раздвижной панели *Part/AssemblytoInsert* (Деталь/Сборка для вставки). На экране появится диалоговое окно *Open* (Открыть).
3. Дважды щелкните на прижимном винте, чтобы открыть для него документ детали. В области чертежа появится изображение прижимного винта.
4. Щелкните в любом месте чертежа, чтобы разместить прижимной винт. На рис. 5.14 показан прижимной винт, размещенный в произвольном месте документа сборки. Теперь нужно добавить сборочные сопряжения, чтобы собрать все компоненты.

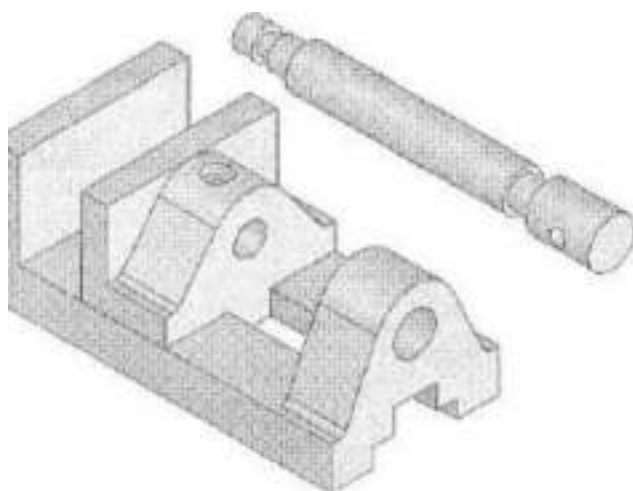


Рис. 10 Прижимной винт размещен в документе сборки



Рис. 11. Поверхность для создания

5. Удерживайте нажатой клавишу **Alt**. Выделите поверхность для размещения, как показано на рис. 11.
6. Удерживая прижимной винт вблизи низшего края, перетащите его в направлении отверстия в основании, как показано на рис. 12. При этом на экране будет отображаться предварительный вид прижимного винта, а курсор выделения поменяется на курсор автоматического сопряжения. Рядом с курсором появится символ сопряжения концентричности.
7. В этот момент отпустите левую кнопку мыши. На экране появится панель инструментов Mate (Сопряжение), на которой по умолчанию нажата кнопка Concentric (Концентричность). Это означает, что в данном случае наиболее подходящим является сопряжение Concentric (Концентричность). Щелкните на кнопке Add/FinishMate (Добавить/Завершить сопряжение) на панели инструментов Mate (Сопряжение). На рис. 13 показан прижимной винт в сборе с основанием.

Далее необходимо применить сопряжения совпадения между плоскими поверхностями прижимного винта и губок тисков.

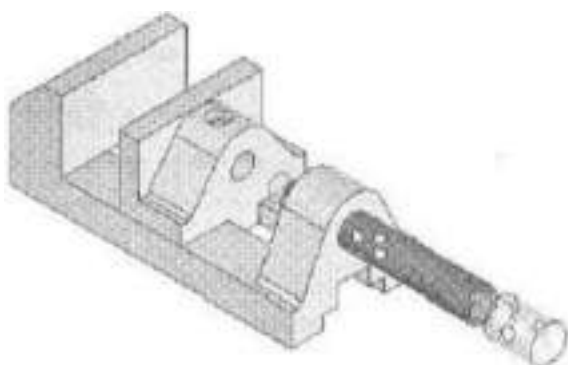


Рис. 12 Перетаскивание прижимного винта

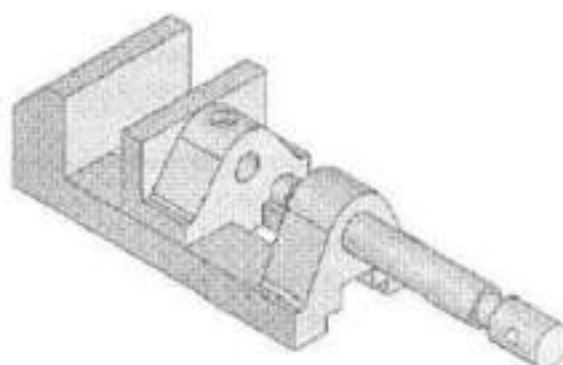


Рис. 13. К прижимному винту и основанию применено сопряжение Коцентричность

8. Щелкните на кнопке Mate (Сопряжение) в менеджере команд Assemblies (Сборки), чтобы вывести на экран менеджер свойств Mate (Сопряжение).
9. Поверните вид сборки и выделите поверхность губок тисков (рис. 14). Затем выделите поверхность прижимного винта (рис. 15).

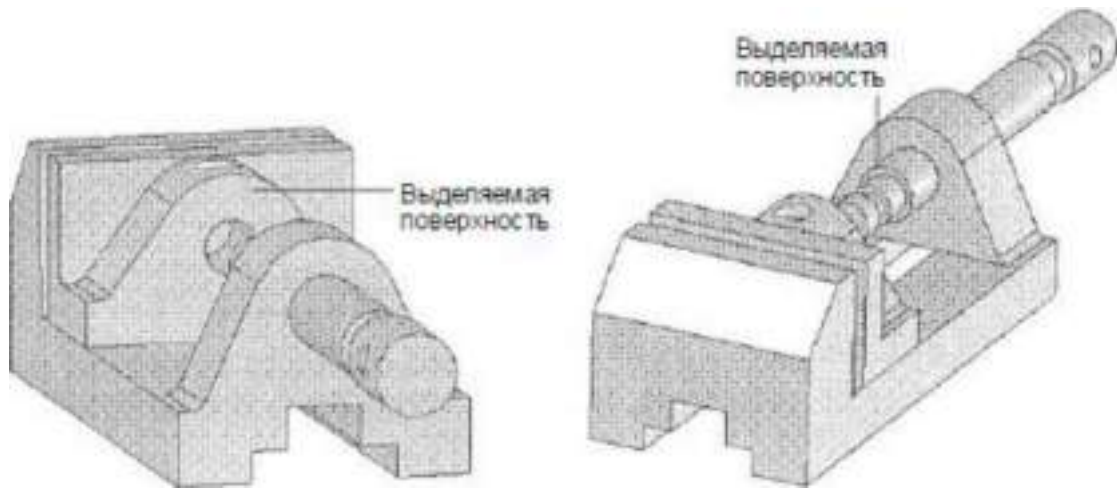


Рис.14. Поверхность для выделения

Рис. 15. Поверхность для создания сопряжения

При выделении поверхностей на экране появляется панель инструментов Mate (Сопряжение). Кроме того, в области чертежа отображается сборка с сопряжениями совпадения.

10. Щелкните на кнопке Add/FinishMate (Добавить/Завершить сопряжение) на панели инструментов Mate (Сопряжение). Сборка после добавления сопряжения Coincident (Совпадение) показана на рис. 16.

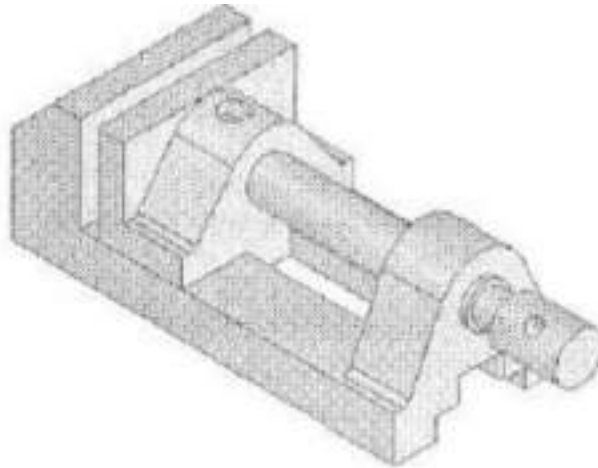


Рис.16 Сборка после применения сопряжения Coincident (Совпадение) к прижимному винту

В реальном мире существуют сборки двух типов. Первый тип - полностью определенная сборка, в которой зафиксированы все степени свободы. Другой тип - это сборки, в которых некоторые степени свободы оставлены незафиксированными, так что некоторые компоненты можно перемещать или вращать. Эти типы сборок используются для механизмов.

После добавления сопряжения Coincident (Совпадение) необходимо привести сборку в движение, чтобы выяснить степени свободы ее компонентов. После анализа компонентов сборки для снятия этих степеней свободы потребуется добавление сопряжений.

11. Выделите круглую грань прижимного винта с помощью левой кнопки мыши и перетащите курсор. Вы увидите, что прижимной винт вращается на своей оси и перемещается вдоль оси X. Кроме того, губки тисков перемещаются вдоль оси X. Изначально эта степень свободы губок тисков и прижимного винта должна оставаться, чтобы сборка могла работать. Однако в данном упражнении следует закрепить эту степень свободы, чтобы создать полностью определенную сборку.
12. Выделите две поверхности: одну на основании, а другую на прижимном винте (рис. 17 и 18).
13. Щелкните на кнопке Distance (Расстояние) в раздвижной панели StandardMates (Стандартные сопряжения) и установите значение 10 в счетчике Distance (Расстояние). После этого название менеджера свойств поменяется на Distance 1 (Расстояние 1).
14. Щелкните на кнопке **ОК** в менеджере свойств Distance 1 (Расстояние 1). На экране опять появится менеджер свойств Mate (Сопряжение).
15. Разверните дерево конструирования FeatureManager в области чертежа и выделите плоскость сборки Top (Вид сверху). Теперь выберите прижимной винт в дереве конструирования FeatureManager, а затем - плоскость Top (Вид сверху). На экране отобразится панель инструментов Mate (Сопряжение).

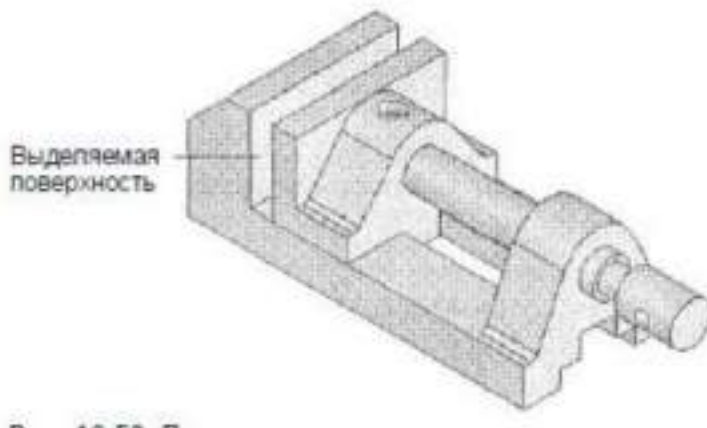


Рис.17 Поверхность, выделяемая сопряжения



Рис.18. Поверхность, выделяемая на прижимном винте

16. Щелкните на кнопке Angle (Угол) на панели инструментов Mate (Сопряжение).
17. Установите значение 45 в счетчике Angle (Угол). Щелкните на кнопке Add/ FinishMate (Добавить/Завершить сопряжение) на панели инструментов Mate (Сопряжение).
18. Щелкните на кнопке **ОК** в менеджере свойств Mate (Сопряжение).

Установка зажимной планки

Теперь вам нужно собрать зажимную планку.

1. Откройте менеджер свойств InsertComponent (Вставка компонентов) и щелкните на кнопке Browse (Обзор), чтобы вывести на экран диалоговое окно Open (Открыть). Поместите зажимную планку в область чертежа.
2. Поверните сборку так, чтобы нижняя поверхность сборки была видна, как показано на рис. 19.
3. Выделите зажимную планку правой кнопкой мыши и перетащите курсор, чтобы повернуть зажимную планку (рис. 20).

4. Примените сопряжения Concentric (Концентричность) между двумя цилиндрическими поверхностями на зажимной планке и двумя отверстиями на губках тисков в соответствии с рис. 5.25. Возможно, вам придется переместить зажимную планку после применения первого сопряжения.

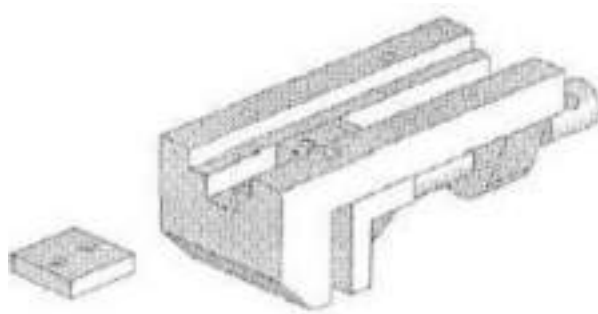


Рис. 19. Сборка после вращения после

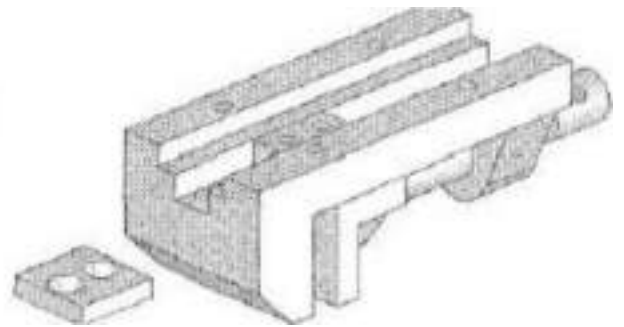


Рис. 20. Зажимная планка

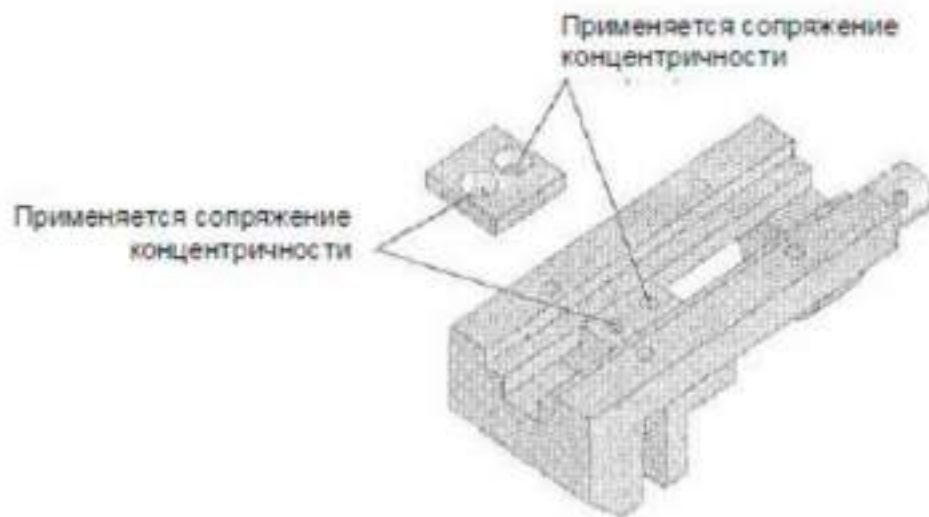


Рис. 21. Поверхности для создания сопряжения

5. Перетащите зажимную планку. Теперь примените сопряжение Coincident (Совпадение) между поверхностями зажимной планки и губок тисков (рис. 22).
6. Аналогичным образом установите ручку и ее наконечники. Окончательный вид сборки показан на рис. 23.

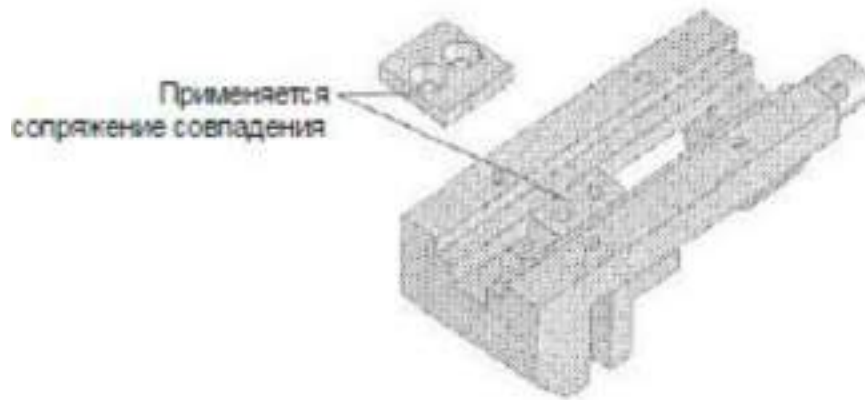


Рис. 22. Поверхности для создания сопряжения

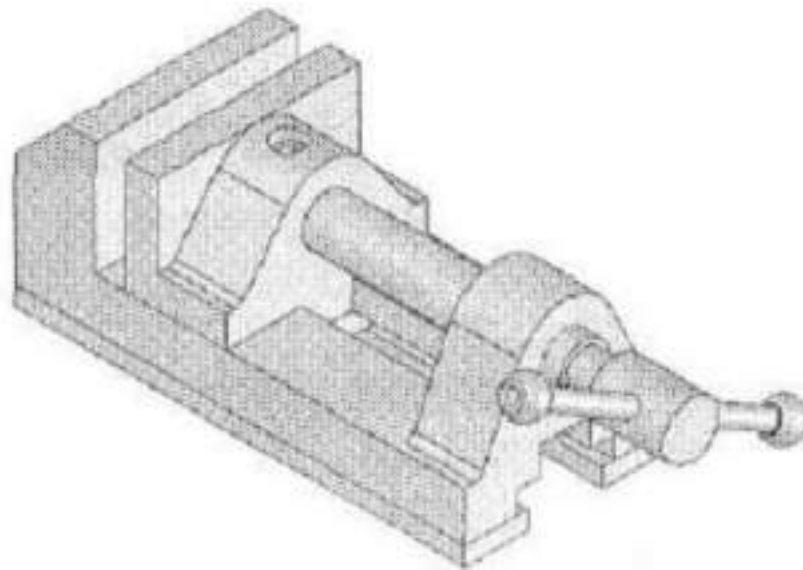


Рис. 23 Сборка после добавления основания, губок тисков, прижимного винта, ручки, зажимной планки, подошвы и наконечников ручки

Сборка оставшихся компонентов

Теперь вам нужно установить фиксирующий винт, винт 1 и винт 2. Этот крепеж собирается с помощью сопряжений на основе элементов.

1. Откройте документы деталей OvalFillisters (Фиксирующий винт), SetScrew 1 (Винт 1) и SetScrew 2 (Винт 2).
2. Выберите команду меню Window ► TileHorizontally (Окно ► Разместить по горизонтали).
3. Выделите элемент Revolve в дереве конструирования FeatureManager для документа детали OvalFillisters (Фиксирующий винт). Перетащите компонент в сборку (рис. 24).
4. Отпустите кнопку мыши, когда рядом с курсором появится символ совпадения. Аналогичным образом соберите винт 1 и винт 2 с помощью сопряжений на основе элементов. Для изменения направления используйте клавишу **Tab**. Сборка после добавления винта 1 и винта 2 и поворота показана на рис. 25.

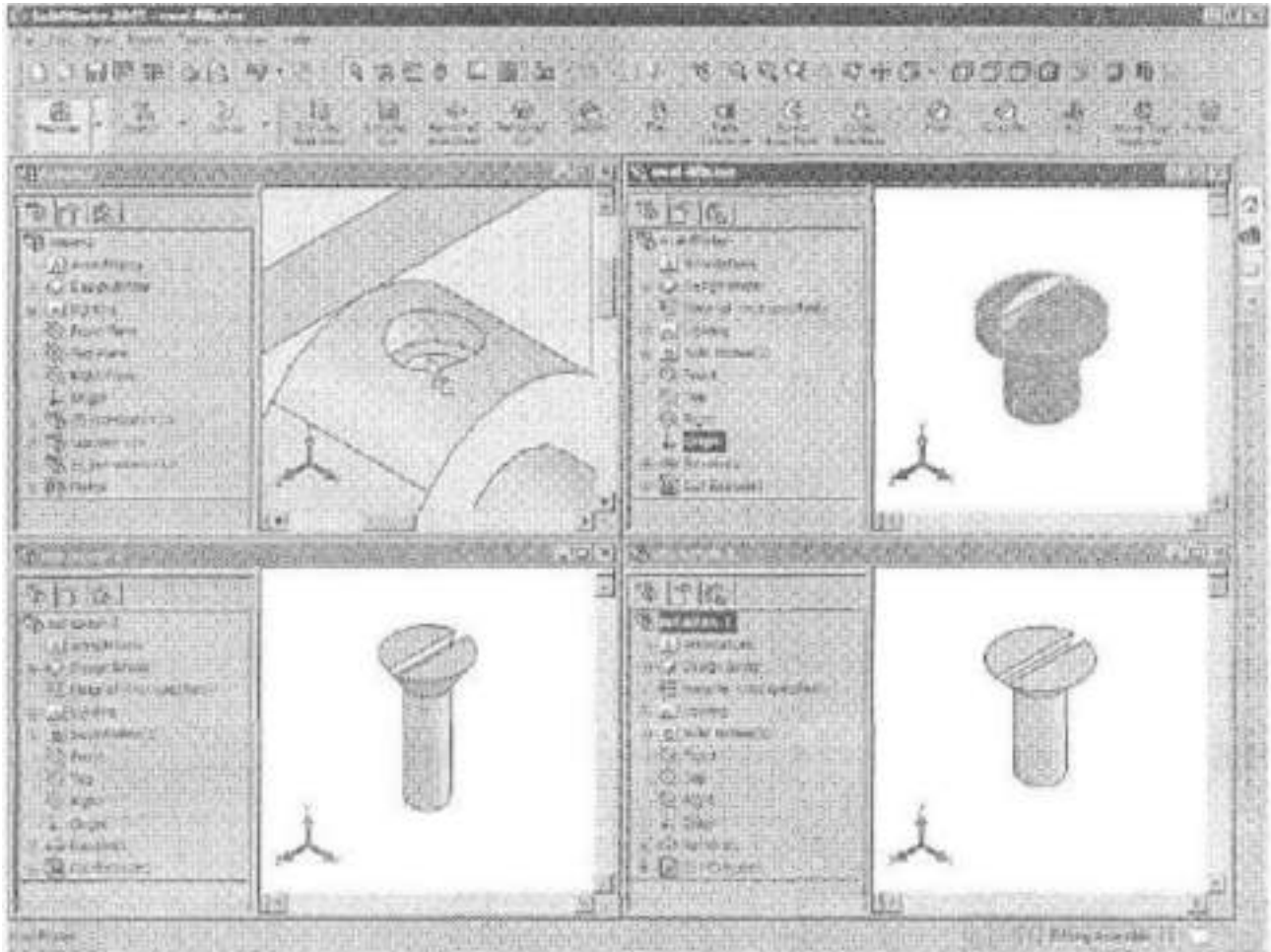


Рис. 24. Перетаскивание фиксирующего винта в сборку с использованием сопряжений на основе элементов

- Щелкните на кнопке Save (Сохранить), чтобы сохранить сборку под именем BenchVice

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Тема: Поверхностное моделирование в SolidWorks

Цель работы:

- Познакомиться с операциями по моделированию поверхностей в SolidWorks.

Теоретическая справка

Различают как минимум три технологии построения геометрических моделей: это - твердотельное, поверхностное и каркасное моделирование. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и недостатки, однако их совместное использование позволяет получить хороший инструмент для решения большинства задач, встречающихся в инженерной практике.

Типы поверхностей в SolidWorks

Поверхности принципиально отличаются от твердых тел тем, что имеют нулевую толщину. Но в то же самое время поверхности имеют много общего с твердыми телами - например, схожие способы построения. В SolidWorks можно создавать следующие типы поверхностей:

- Плоская поверхность.** Получается заполнением плоского контура (2D эскиз или набор замкнутых кромок, лежащих в одной плоскости).

- **Поверхность вытяжки.** Получается плоскопараллельным вытягиванием замкнутого или разомкнутого 2D/3D-эскиза в направлении, перпендикулярном плоскости эскиза, или под произвольным углом.
- **Поверхность вращения.** Получается вращением произвольного профиля 2D эскиза относительно оси.
- **Поверхность по траектории.** Получается движением 2D/3D-эскиза вдоль криволинейной образующей 2D эскиз, 3D-кривая) и произвольного числа направляющих кривых 2D эскиз, 3D-кривая), деформирующих исходный контур.
- **Поверхность по сечениям.** Аналог поверхности по траектории. Отличается тем, что строится не по одному, а по нескольким поперечным сечениям с направляющими кривыми.
- **Граничная поверхность.** Аналог поверхности по сечениям. Отличается тем, что строится по нескольким произвольно сориентированным в пространстве 3D-кромкам других поверхностей с сохранением касательности к ним и соблюдением непрерывности по второй производной (гладкая стыковка). При построении могут использоваться направляющие кривые.
- **Поверхность свободной формы.** Строится разбиением сетки с управляющими точками на поверхности грани 3D модели. Перетаскиванием контрольных точек достигается изменение формы поверхности.
- **Эквидистантная поверхность.** Получается смещением на определенное расстояние от существующих граней или поверхностей.
- **Поверхность разъема.** Используется при проектировании литейных форм в качестве вспомогательной геометрии для разделения матрицы и пуансона.
- **Срединная поверхность.** Создается на середине (или заданном проценте) толщины тонкостенной детали.
- **Линейчатая поверхность.** Строится под углом к выбранной кромке. Предназначена для построения граней с уклоном.
- **Импортированная поверхность.** Получается импортированием из внешнего файла в формате IGES и т.п.

Операции с поверхностями

Все перечисленные выше типы поверхностей являются параметрическими и могут быть отредактированы путем изменения значений управляющих размеров, либо с помощью специальных операций поверхностного моделирования. С поверхностями можно выполнять следующие операции:

- **Удлинение.** Позволяет наращивать поверхность относительно внешних кромок. Удлинение можно выполнять с сохранением закона построения исходной поверхности или прямолинейно по касательной по линиям контура.
- **Обрезка.** Позволяет отсекать от исходной поверхности ее части с помощью других поверхностей, вспомогательных плоскостей или эскизов, либо выполнять взаимную обрезку поверхностей.
- **Заполнение.** Обеспечивает постановку «заплаты» на отверстие в поверхности с соблюдением касательности к исходной поверхности по замкнутому контуру.
- **Наращивание.** Позволяет достроить, удлинить (восстановить) внешние контуры поверхности с соблюдением закона построения. Функция наращивания особенно полезна для работы с импортированными поверхностями.
- **Сшивка.** Предназначена для объединения нескольких поверхностей в одну поверхность.
- **Скругление (сопряжение).** Обеспечивает построение гладкого сопряжения (зализа) между несоединенными поверхностями или скругления постоянного/переменного радиуса между поверхностями, имеющими общую кромку. Функция также применима и к твердым телам.

- **Перемещение/вращение/копирование.** Позволяет двигать, вращать и копировать поверхности или твердые тела.
- **Удаление.** Удаляет из модели поверхность или твердое тело.

Гибридное моделирование

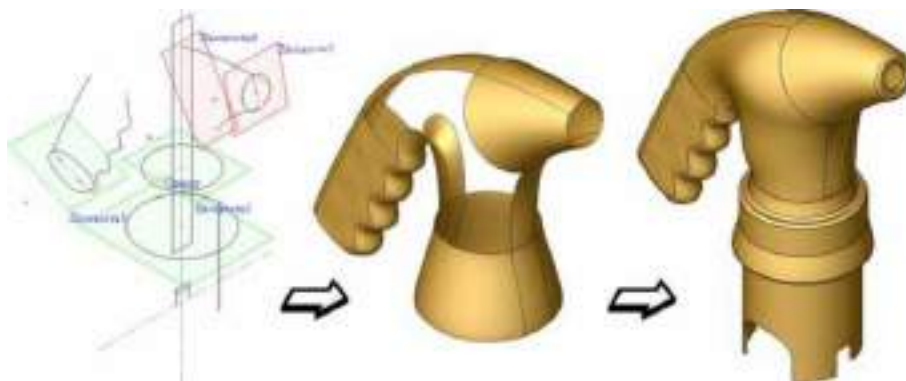
Поверхностное моделирование находит применение в самых различных областях. Это - автомобильная и аэрокосмическая промышленность, кораблестроение, проектирование технологической оснастки, товаров народного потребления и т. д. Поверхности отлично работают в сочетании с твердотельными элементами, поэтому их можно использовать для того, чтобы:

- Вытянуть твердотельный элемент или вырез с граничным условием «До поверхности» или «На расстоянии от поверхности».
- Создать твердотельный элемент путем придания поверхности толщины.
- Заполнить замкнутый объем и получить твердое тело.
- Выбрать кромки и вершины поверхности, чтобы использовать их в качестве направляющей твердотельного элемента по кривой и по траектории.
- Удалить грань твердого тела, заменить грань поверхностью и т. п.

Как твердотельное, так и поверхностное моделирование имеют свои преимущества, однако использование поверхностей позволяет более гибко подходить к процессу проектирования, т. к. при моделировании поверхности могут быть самостоятельно спозиционированы в пространстве модели и не требуют на начальном этапе точной взаимной увязки с окружающей геометрией. Именно эти качества сделали поверхностное моделирование в первую очередь инструментом дизайнера, позволяющим быстро и в то же время качественно прорабатывать разные концепции будущих изделий и передавать концепт-модели конструктору на детальную проработку.

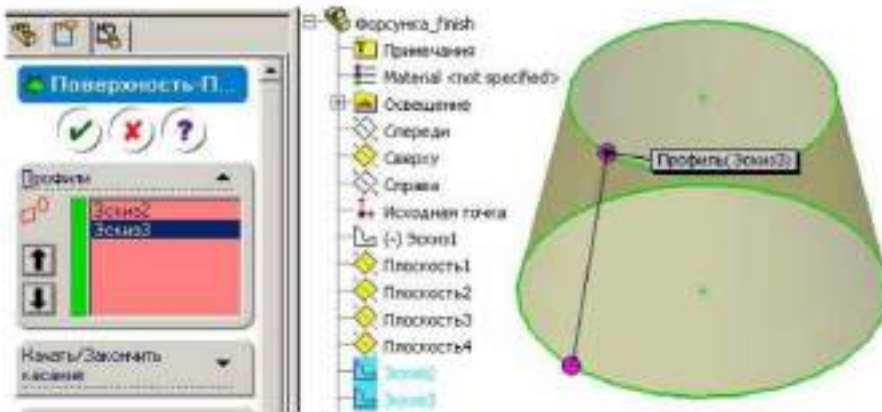
Порядок выполнения работы

Рассмотрим основные принципы поверхностного моделирования в среде САПР SolidWorks на примере создания детали "Форсунка", построение которой выполняется по набору 2D и 3D эскизов.

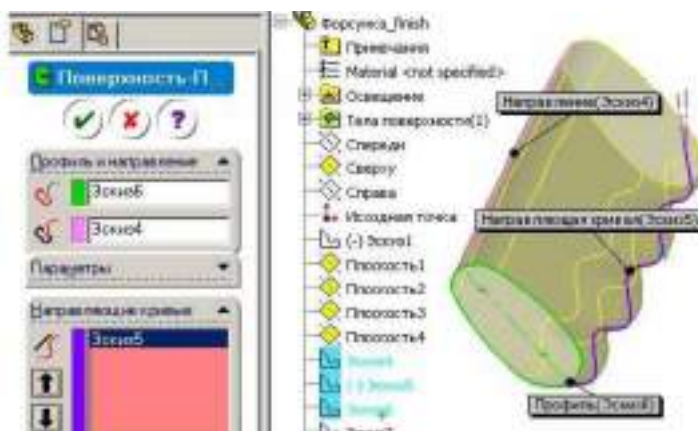


1. Начнем построение с формирования основных геометрических элементов детали «Форсунка»: основания, рукоятки, сопла. Для работы нам потребуется панель инструментов

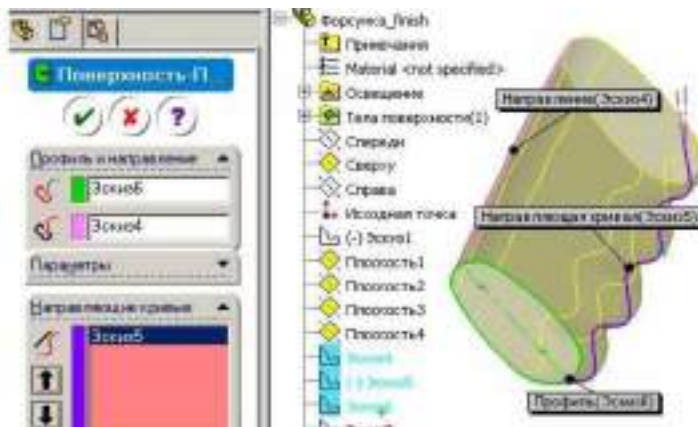
Поверхности, которую можно подключить, щелкнув правой клавишей мыши по любым другим панелям инструментов и поставив галочку напротив пункта **Поверхности**. Расположите панель инструментов **Поверхности** так, чтобы вам было удобно с ней работать. Основание форсунки можно сформировать, построив поверхность по двум сечениям, каждое из которых представляет собой окружность. Построение поверхности по сечениям во многом похоже на построение твердого тела по сечениям, т. е. имеет практически те же управляющие параметры (нужно задать сечения, направляющие кривые, условия старта/финиша и т.п.).



2. Рукоятку форсунки сформируем с помощью другой команды 3D моделирования - поверхности по траектории.

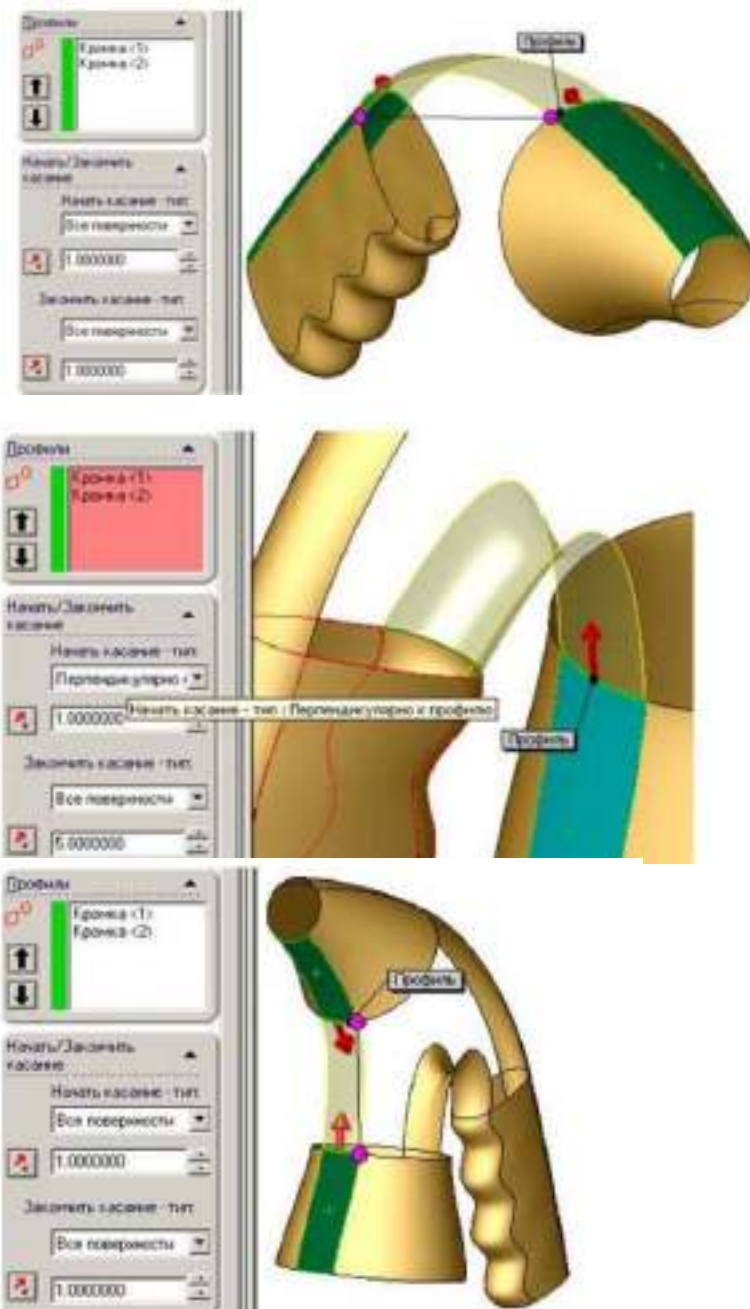


3. Обратите внимание на то, что для придания рукоятке формы, удобной для расположения пальцев руки, используется специальная направляющая кривая (отдельно построенный эскиз). Сопло форсунки создадим также с помощью поверхности по траектории.

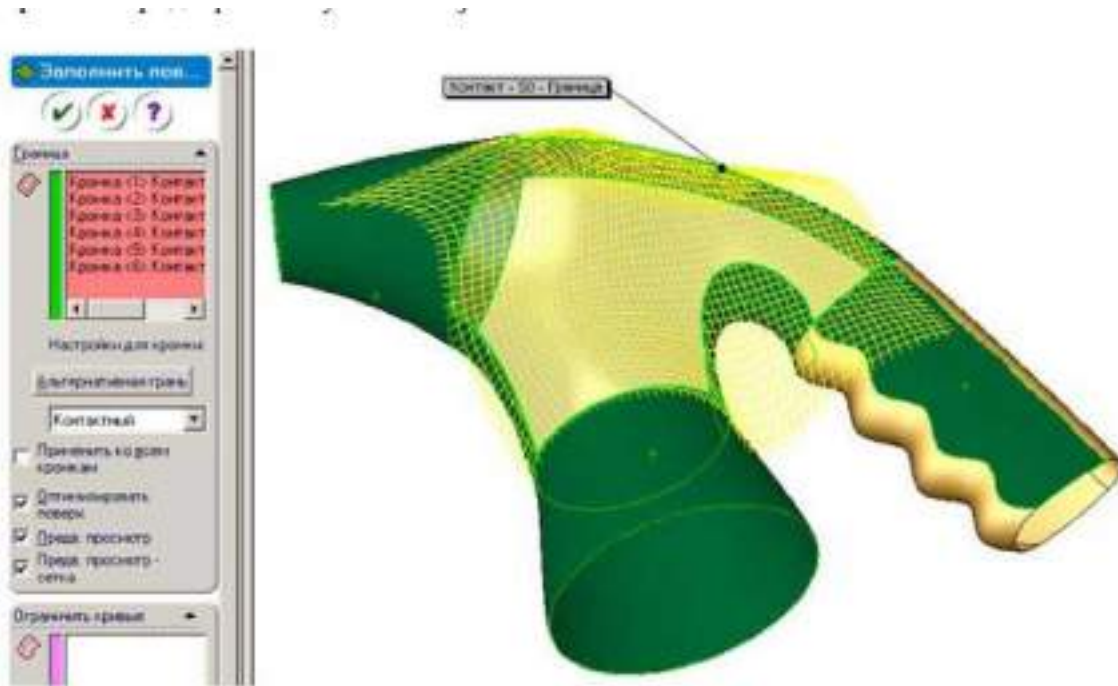


4. Далее нам предстоит выполнить несколько дополнительных операций, необходимых для сопряжения геометрических элементов форсунки, построенных на предыдущем этапе. Сначала разделим поверхность-основание форсунки (поверхность по сечениям, которую мы создали в самом начале) и поверхность рукоятки на несколько граней. Это необходимо сделать для того, чтобы потом использовать вновь полученные грани для соединения между собой основания, рукоятки и сопла форсунки. Для разделения поверхности воспользуемся инструментом **Линия разреза**. Теперь, для того чтобы конструктивно связать между собой

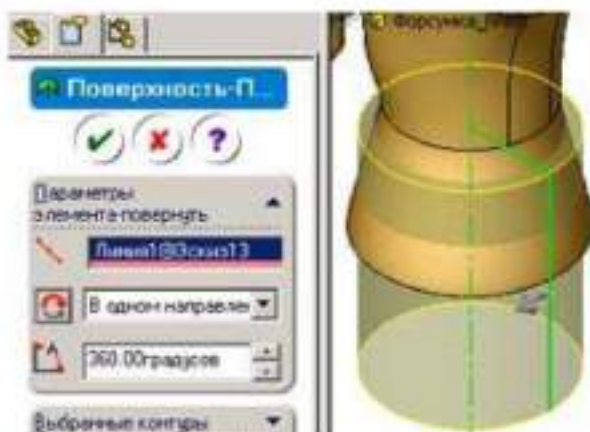
основание, рукоятку и сопло необходимо последовательно построить три поверхности по сечениям, попарно соединяющие эти объекты между собой. При построении можно использовать инструменты управления касательностью для более гладкого сопряжения поверхностей.



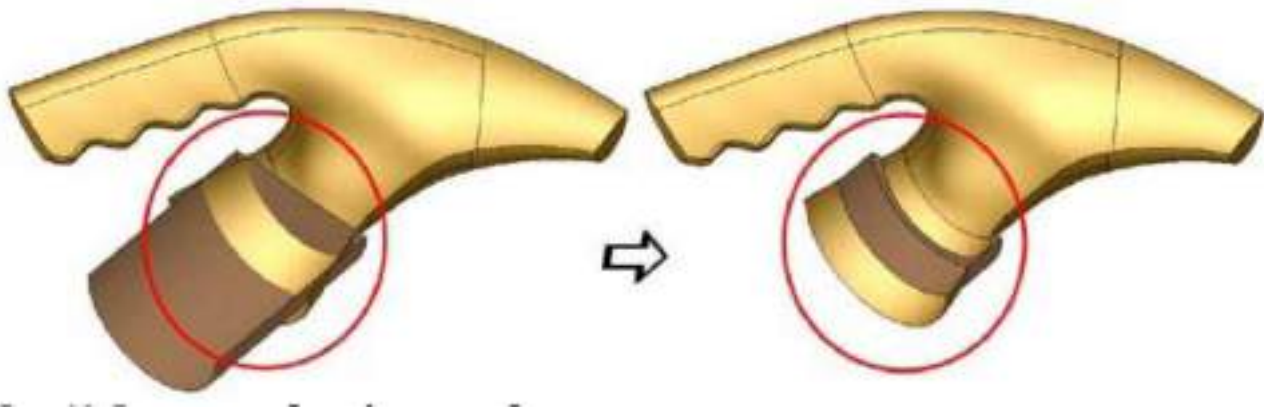
5. Теперь, когда мы выполнили попарное соединение основания, рукоятки и сопла, в модели образовались два симметричных боковых отверстия, которые необходимо заполнить материалом. Для этого сначала потребуется сшить все построенные ранее поверхности воедино с помощью команды **Сшивка**, которая специально предназначена для объединения нескольких поверхностей в одну поверхность. В результате сшивки мы получили одну поверхность с двумя отверстиями. Заполним одно из этих отверстий материалом поверхности с помощью функции **Заполнение**. Данная функция обеспечивает постановку «заплаты» на отверстие в поверхности с соблюдением касательности к исходной поверхности по замкнутому контуру. Именно для получения замкнутого контура мы и провели предварительную сшивку.



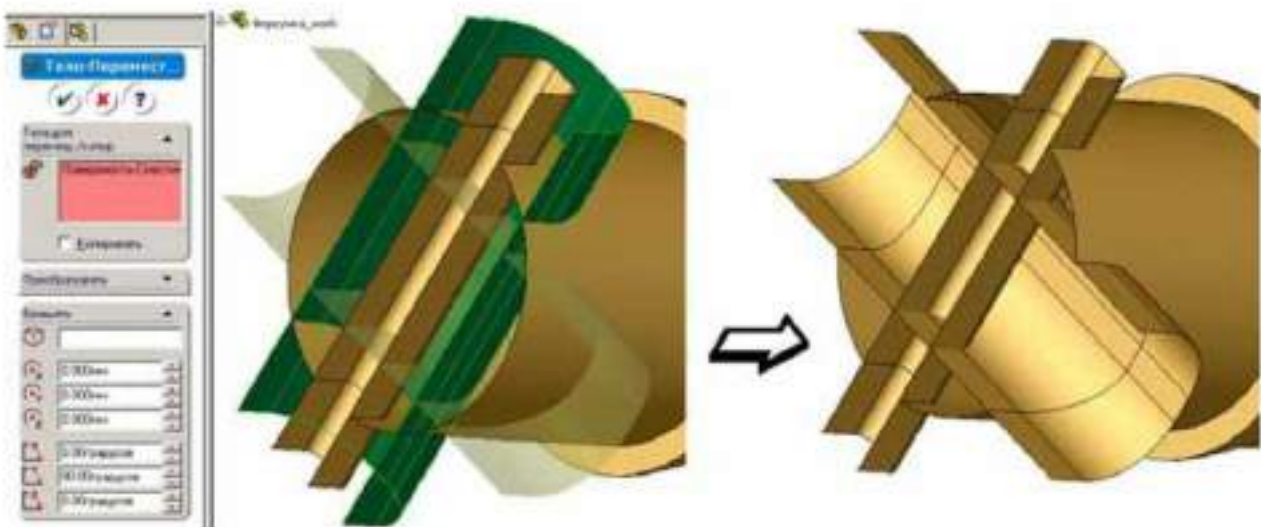
6. Для заполнения второго отверстия можно также воспользоваться функцией **Заполнение**, однако есть более простой способ. Способ напрашивается сам собой, поскольку деталь симметричная. Построим **Зеркальное отражение** поверхности относительно плоскости симметрии модели. Далее доработаем основание форсунки, выполнив зашивку торцевых отверстий плоскими поверхностями и еще одну сшивку всех построенных ранее поверхностей в единую поверхность. После этого воспользуемся функцией **Поверхность вращения** для построения новой поверхности, пересекающейся с уже построенной геометрией и наращивающую длину основания детали. Поверхность вращения создается на основе двумерного профиля (эскиза).



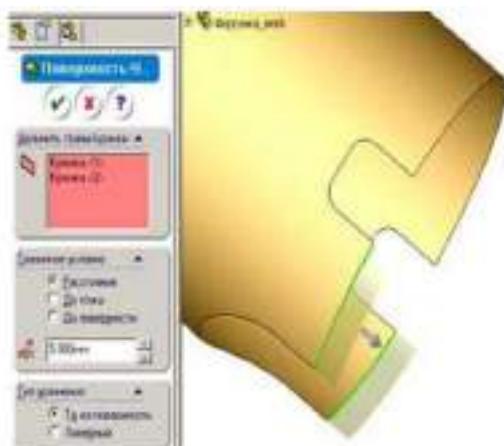
7. Выполним взаимную обрезку поверхностей, полученных на предыдущих этапах сшивкой и вращением. Для этого воспользуемся функцией **Обрезка**, которая позволяет отсекать от исходной поверхности ее части с помощью других поверхностей, вспомогательных плоскостей или эскизов, либо выполнять взаимную обрезку поверхностей. В результате операции обрезки мы должны будем получить пересечение поверхностей, выглядящее следующим образом.



8. Теперь нам предстоит окончательно доработать поверхностную модель детали Форсунка и преобразовать ее в твердотельную. Создадим вспомогательные поверхности методом вытяжки, для того, чтобы на следующих этапах использовать их в качестве инструментов для обрезки. Для этого воспользуемся функцией **Поверхность вытяжки**. Далее построим поверхность, смещенную на заданное расстояние от созданной поверхности вытяжки. Воспользуемся для этого командой **Эквидистантная поверхность**. Развернем эквидистантную поверхность на 90 градусов вокруг оси Y. Для этого воспользуемся функцией **Перемещение/вращение/копирование**, которая позволяет двигать, вращать и копировать поверхности или твердые тела. Сделаем дополнительные вырезы в основании форсунки с помощью созданной на предыдущем этапе поверхности. Для этого воспользуемся функцией **Обрезка**.



9. Теперь немного удлиним основание детали. Воспользуемся для этого функцией **Удлинение**, которая позволяет наращивать поверхность относительно внешних кромок.



Удлинение можно выполнять с сохранением закона построения исходной поверхности или прямолинейно по касательной по линиям контура.

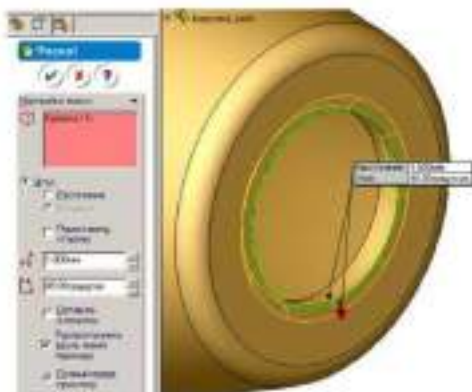
10. Для придания изделию товарного вида необходимо притупить острые кромки. Воспользуемся для этого функцией **Скругление**. Построим на торцевой поверхности рукоятки скругление переменного радиуса. Как и в предыдущем случае будем использовать для этого функцию Скругление. Для создания отверстия в сопле построим эскиз (окружность) иотрежем им лишний материал.



11. Поскольку в реальной жизни любая тонкостенная оболочка представляет собой тело определенной толщины, преобразуем созданную нами поверхностную модель в твердотельную. Воспользуемся функцией **Придать толщину**.



12. Для подтверждения того, что мы, придав поверхности толщину, получили полноценное твердое тело, построим твердотельную фаску. Для этого в графическом окне выберем внешнюю кромку отверстия в сопле и используем команду Фаска.



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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ
ПО МДК 3.1 «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
СИСТЕМ ВООРУЖЕНИЯ»

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНА

цикловой комиссией машиностроения

Протокол от 14» января 20 22 г. . № 7

Председатель

цикловой комиссии Т.В. Валеева

Автор:

Чулкова Е.И., преподаватель колледжа

Содержание расчетно-пояснительной записки

1. Общая часть.

1.1 Введение.

Введение обязательно должно быть увязано с темой курсового проекта. Во введении отмечаются основные цели и мероприятия, связанные с дальнейшим повышением технического уровня производства, экономного использования основных материалов, механизацией и автоматизацией производства, разработкой прогрессивных технологических процессов, улучшением качества продукции и влияния этого фактора на технологический процесс.

Степень осуществления этих задач в курсовом проекте.

Введение не должно превышать двух страниц текста.

1.2 Описание конструкции изделия и работа детали в изделии.

1.2.1 Назначение детали и ее работа в сборочном узле.

1.2.2 Технологические требования к детали.

1.2.3 Материал для изготовления детали.

1.2.4 Технологические свойства детали.

1.2.5 Покрытие детали.

Описание назначения изделия, устройство, тактико-технические характеристики, анализ исполнительных механизмов.

1.2.1 Описываются: наименование детали, номер детали, в какой узел входит, ее работа в сборочном узле, взаимодействие с деталями сборочного узла, каким подвергается нагрузкам.

1.2.2 Технические требования.

К ним относятся ТУ, записанные на поле конструкторского чертежа детали в соответствии с группой требований ГОСТа.

1.2.3 Материал для изготовления детали.

В пояснительной записке следует дать характеристику материала, показать его химический состав; физические, механические и

технологические свойства. Обосновать выбранную марку материала в соответствии с эксплуатационными характеристиками изделия.

Таблица 1 Температура критических точек, °С

п/п	Критические точки Сталь	АС ₁	Ас	Ас ₁	М _н
		30ХН2ВА ГОСТ 4543-2006	720	820	380

Таблица 2 Механические свойства стали

п/п	Механические свойства Сталь	σ ₂	σ _{0.2}	σ _{0.01}	σ _{0.001}	CU	К	HRC _{0.1}
		МП				%	Д	
		а	б	в	г	ж/см ²	5	43.5-
	30ХН2ВА ГОСТ4543-2006	240	370	2	2	9	49.5	

Таблица 3 Химические свойства, % (по массе)

п/п	Химические свойства Сталь	п	с	г	и	о	у	ф	н	а
		30ХН2ВА ГОСТ 4543-2006	.34	.6	.17	.6	.25	.16	.5	0.025

1.2.4 Описать технологические свойства, которыми обладает данным материал детали

1.2.5 Обосновать вид покрытия и метод его нанесения.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали.

1.3.1 Анализ конструкторского чертежа детали.

Анализ чертежа детали сводится к тщательному его изучению. Рабочий чертеж должен содержать все сведения, дающие полное представление о конструкции детали, т.е. все необходимые проекции, разрезы, сечения, четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию. На чертеже должны быть указаны все размеры с допускаемыми отклонениями, классы шероховатости поверхностей, допустимые отклонения от геометрических форм и взаимного положения поверхностей. Должны быть обоснованы конструкторские и технологические базы. На поле чертежа детали должны быть приведены технические условия (ТУ) на ее изготовление.

Чертеж детали должен быть выполнен в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Имеющиеся упущения и ошибки в чертеже должны быть отмечены в пояснительной записке, а необходимые исправления внесены в чертеж детали при его выполнении.

1.3.2 Анализ технологичности детали.

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами.

При оценке технологичности конструкции детали необходимо:

- рассчитать показатели технологичности конструкции;
- определить показатели уровня технологичности детали;

разработать рекомендации по улучшению показателей технологичности:

- обеспечить технологичность конструкции детали путем внесения изменений.

В курсовом проекте количественную оценку технологичности конструкции детали производить по следующим коэффициентам.

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали

$$K_{y,z} = \frac{Q_{y,z}}{Q_s} \quad (1)$$

где, $Q_{y,z}$ - число унифицированных элементов детали, шт.

$Q_{y,z}$ - унифицированные элементы детали, шт.

К унифицированным элементам детали относят отверстия, галтели, шпоночные пазы (если размеры паза заданы тремя размерами - длиной, шириной, высотой, то и число унифицированных элементов следует считать равное 3), резьбы, шлицы и т.д.

Q_s - общее число конструктивных элементов детали, подлежащих механической обработке, шт.

При $K_{y,z} \geq 0,6$ деталь считается технологичной. Коэффициент использования материала.

$$K_{н,м} = \frac{m_d}{m_0} \quad (2)$$

Где m_d - масса детали по чертежу, кг;

m_z - масса заготовки с неизбежными технологическими потерями, кг.

При $K_{н,м} \geq 0,75$ деталь считается технологичной.

Коэффициент точности обработки детали.

$$K_{Тч} = 1 - \frac{1}{A_{CP}} \quad (3)$$

$$A_{CP} = \frac{1n_1 + 2n_2 + 3n_3 \dots + 19n_{19}}{n_1 + n_2 + n_3 \dots + n_{19}}$$

Где A_{CP} - средний квалитет точности обработки.

n - число размеров соответствующего квалитета.

Чем больше $K_{Тч}$, тем технологична конструкция; при $K_{Тч} < 0,8$ деталь относится к весьма точным.

Коэффициент шероховатости поверхности детали.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}} \quad (4)$$

$$B_{ср} = \frac{((0,01n_1 + 0,02) \cdot n_2 + 40n_{13} + 80n_{14})}{\sum_{i=1}^{14} n_i}$$

Где $B_{ср}$ - средняя шероховатость поверхностей.

n_i - количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

Деталь считается технологичной, если $K_{ш} < 0,32$.

2. Технологическая часть.

2.1 Обосновать тип производства.

Правильно выбранный тип производства оказывает решающее значение на характер и построение технологического процесса.

Вид производства определяется величиной годовой программы выпуска.

Тип производства необходимо определять по коэффициенту серийности K_s .

2.2 Выбор и обоснование метода получения заготовки.

Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и экономичность ее обработки.

2.2.1. Установить метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материала и другим техническим требованиям на изготовление детали.

2.2.2. Назначить припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранным методам получения заготовки по нормативным таблицам.

2.2.3. Определить расчетные размеры на каждую поверхность заготовки.

2.2.4. Составить эскиз заготовки.

2.2.5. Произвести расчет массы заготовки.

2.2.6. Определить коэффициент использования материала.

Расчетные размеры заготовки определяют по следующим формулам:

- при обработке наружных и внутренних поверхностей тел вращения (для внутренних поверхностей принимают с обратным знаком) принимают:

$$D_p = D_{ном} + 2Z_{общ} \quad (5)$$

при односторонней обработке плоских поверхностей:

$$H_p = H_{ном} + Z_{общ} \quad (6)$$

Где D_p - расчетный размер заготовки;

$D_{ном}$ - номинальный диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

J - общий припуск на обработку на одну сторону, мм;

H_p - расчетный размер плоской поверхности, мм;

$H_{ном}$ - номинальный размер обрабатываемой плоской поверхности, мм.

Расчетные размеры на заготовку округляют до технологических возможностей оборудования и экономической целесообразности принятой точности.

Отклонения (допуски) на размеры заготовок назначают по таблицам в зависимости от метода получения заготовок (прокат, литье, штамповка и др.)

Пример. Деталь - фланец, материал - сталь 40Х, точность изготовления заготовки - I класс, масса детали - 0,991 кг, Годовая программа N=450 шт.

1. Устанавливаем метод получения заготовки.

Штампованная заготовка, получаемая на кривошипных горячештамповочных прессах в закрытых штампах.

2. Согласно выбранным методам получения заготовок назначаем припуски.

При штамповке на прессах в закрытых штампах $Z=1.2$ мм на сторону, допуски от до 0,25 мм для заготовки с размерами до 8000 мм.

3. Определяем расчетные размеры на каждую поверхность заготовки:

$$D_{p1} = D_{\text{ном}} - 2 \times Z_{\text{общ}} = 50 - 2 \times 1.2 = 47.6 \text{ мм};$$

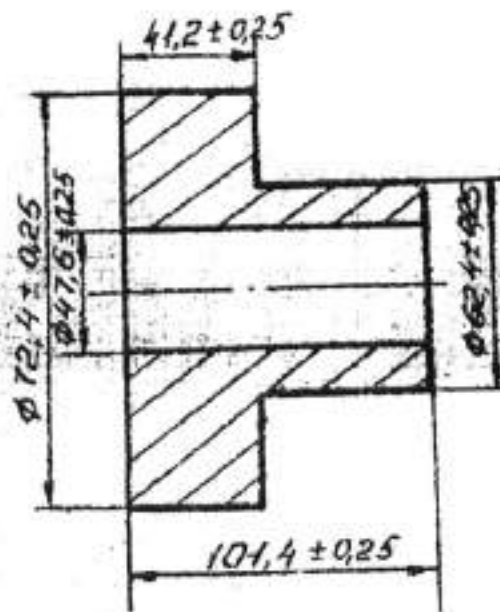
$$D_{p2} = D_{\text{ном}} + 2 \times Z_{\text{общ}} = 70 + 2 \times 1.2 = 72.4 \text{ мм};$$

$$D_{p3} = D_{\text{ном}} + 2 \times Z_{\text{общ}} = 60 + 2 \times 1.2 = 62.4 \text{ мм};$$

$$H_{p1} = H_{\text{ном}} + Z_{\text{общ}} = 40 + 1.2 = 41.2 \text{ мм};$$

$$H_{p2} = H_{\text{ном}} + Z_{\text{общ}} = 100.2 + 1.2 = 101.4 \text{ мм}.$$

4. Составляем эскизы заготовок.



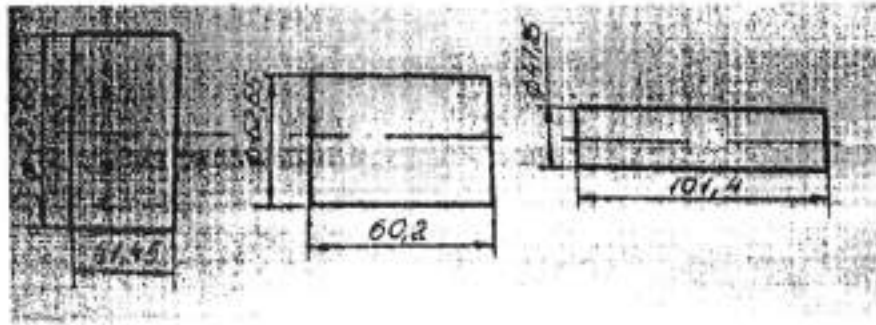
5. Производим расчет массы заготовок по составляемым вариантам.

$$G = V_3 \times \gamma; \quad (7)$$

где: γ - плотность материала, г/см³;

V_3 - объем заготовки, см³.

Объем заготовки определяется по плюсовым допускам.



$$V_3 = V_1 + V_2 - V_3;$$

$$V_1 = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L = \frac{3.14 \times 72.65^2}{4} \times 41.45 = 171737.6 \text{ мм}^3 = 171.7 \text{ см}^3$$

$$V_2 = \frac{3.14 \times 62.65^2}{4} \times 60.2 = 185484.7 \text{ мм}^3 = 185.4 \text{ см}^3$$

$$V_3 = 171.7 + 185.4 - 182.3 = 174.9 \text{ см}^3;$$

$$G_1 = V_3 \times \gamma = 174.9 \times 7.85 = 1372.9 \text{ г} = 1.373 \text{ кг.}$$

Определяем норму расхода материала с учётом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (на угар, облой).

Неизбежные технологические потери составляют 10%.

Производим перерасчет массы заготовок:

$$G_{1p} = G_1 \times 1.1 = 1.373 \times 1.1 = 1.51 \text{ кг.}$$

6. Определяем коэффициент использования материала с учетом неизбежных технологических потерь и без потерь:

$$K_{и.м} = \frac{q}{G} \quad (8)$$

где: q - масса детали, кг;

G - масса заготовки, кг.

Коэффициент использования материала без учета неизбежных технологических потерь:

$$K_{н.м} = \frac{0.991}{1.373} = 0.72$$

Коэффициент использования материала с учетом потерь:

$$K_{н.м} = \frac{0.991}{1.51} = 0.65$$

7. Определяем себестоимость заготовки:

$$C = C_M \times G_p - (G_p -) \times \frac{C_{отх}}{1000}; (9)$$

где: C_M - цена 1т. материала заготовки, руб.

$C_{отх}$ — цена 1т. отходов материала, руб.

$$C = 0.133 \times 1.51 - (1.51 - 0.991) \times \frac{33.9}{1000} = 0.183 \text{ руб.}$$

8. Определяем годовую экономию материала от сопоставляемых вариантов получения заготовки:

$$\mathcal{E}_m = (G_{p1} - G_{p2}) \times N$$

$$\mathcal{E}_m = (1.51 - 1.40) \times 50000 = 5.5 \text{ тыс. кг.}$$

9. Определяем годовую экономию от выбранного варианта заготовки в денежном выражении:

$$\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \times N$$

$$\mathcal{E} = (0.183 - 0.173) \times 5500 = 545 \text{ руб}$$

2.3 Анализ базового технологического процесса.

В данном пункте следует дать характеристику технологического процесса, по типу производства, структуре операций, последовательности обработки поверхности, выбору технологических баз, оборудования и технологической оснастки. Анализ производить по следующим пунктам.

2.3.1 Анализ производственного процесса.

Пример.

Производственный процесс состоит из 29 операций, из которых:

- Заготовительных-1;
- Фрезерных-6;
- Шлифовальных-6;
- Слесарных-5;
- Контрольных-3;
- Программных-3;
- Термических-1;
- Сверлильных-1;
- Размагничивания-1;
- Очистки пескоструйной-1;
- Покраски-1.

2.3.2 Анализ выбранных базовых поверхностей.

Важнейшим условием для выполнения точной обработки является выбор баз, который реализуется за счет общих принципов базирования:

- Принцип единства баз
- Принцип постоянства баз
- Выбор черновой базы

Пример.

На первой операции технологического процесса механической обработки за черновую базу принимают верхнюю поверхность детали и боковую поверхность, как дополнительную базу. При обработке на остальных операциях принцип единства баз соблюдается.

2.3.3 Анализ базового оборудования

В базовом технологическом процессе используются станки моделей:

вертикально-фрезерный 6P12, профишлифовальный 30540, станок с ЧПУ TMV-11000A Fanuc OI-MS, вертикально-сверлильный ВКР-32.

Применяемое оборудование в базовом технологическом процессе обеспечивает требуемую производительность, точность и качество обработки детали, но некоторые модели станков морально устарели и требуют замены на более прогрессивные модели.

2.3.4 Анализ приспособлений

В технологическом процессе используются тестированные и специальные приспособления с низкой степенью механизации, что увеличивает вспомогательное время и повышает трудоёмкость изготовления детали. Все приспособления обеспечивают выполнения заданной точности обработки, надёжность базирования и закрепления детали.

2.3.5 Анализ режущего инструмента

Для получения заданных поверхностей детали применяется режущий инструмент: ленточная пила, фреза, сверла, шлифовальный круг, развертки, как ГОСТированные, так и специальные. Инструмент прогрессивный, оснащенный твердым и быстрорежущим сплавом.

Инструмент обеспечивает рациональные режимы резания, точность и качество обработки.

2.3.6 Анализ средств измерения

Для контроля точности обработанных поверхностей используются различные средства измерения. Универсальные: штангенциркуль,

штангенрейсмас, микрометр, плиты, линейка; ГОСТИрованные: калибры-пробки, концевые меры, радиусомеры, а также специальные приборы для контроля взаимного расположения поверхностей и специальные средства измерения, что сказывается на увеличении вспомогательного времени и трудоёмкости изготовления детали. Все средства контроля и измерения обеспечивают контроль заданной конструктором точности.

Вывод: по результатам проведенного анализа разработать предложение на усовершенствование.

2.4 Разработка проектного технологического процесса.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным, обеспечивать производительность труда и качества деталей, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию, уменьшение вредных воздействий на окружающую среду.

Технологический процесс разрабатывается на основе имеющегося технологического процесса.

При разработке технологических процессов необходима исходная базовая информация.

Базовой исходной информацией для проектирования технологического процесса служат: рабочие чертежи деталей, технологические требования, регламентирующие точность, параметр шероховатости поверхности и другие требования качества; объем годового выпуска изделий.

Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить ее конструкцию и функции, выполняемые в узле.

При проектировании технологических процессов большое значение имеет выбор базовых поверхностей.

2.4.1 Обоснование выбора баз.

Особенно правильно выбрать базу при выполнении первой операции. При выборе черновых базовых поверхностей следует руководствоваться

следующими правилами

- черновая базовая поверхность должна обеспечивать устойчивое положение детали в приспособлении;
- если у детали обрабатываются не все поверхности, то за черновые базы принимаются эти не обработанные поверхности;
- у тех деталей, у которых все поверхности подлежат обработке, за черновые базы принимаются поверхности с минимальным припуском;
- после выполнения первой операции черновая база должна быть заменена на чистовую.

При выборе чистовых базовых поверхностей следует руководиться следующими правилами:

- за чистовые базы принимают основные поверхности баз, от которых заданы основные размеры до других обрабатываемых поверхностей;
- необходимо использовать принцип совмещения баз, т.е. в качестве установочной базы брать поверхность, которая является измерительной базой;
- необходимо использовать принцип постоянства баз, т.е. в ходе обработки на всех основных операциях в качестве установочных баз принимают одни и те же поверхности.

Чистовая база должна быть выбрана так, чтобы в процессе обработки детали не было недопустимых деформаций от усилий резания и зажима;

- выбранная чистовая база должна обеспечивать простоту и надежную конструкцию приспособления с удобной установкой, креплением и снятием обрабатываемой детали.

В данном пункте необходимо указать схемы базирования детали по всем операциям механической обработки и обосновать их исходя из вышесказанного материала.

2.4.2 Выбор технологического оборудования и технологической

оснастки.

2.4.2.1 Выбор оборудования

Выбор станков производится исходя из следующих соображений: выбранный станок обеспечивает выполнение технических требований, предъявляемых к выполнению детали;

- размеры рабочей зоны станка должны обеспечивать 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 наименьшей затратой времени и с наименьшей себестоимостью.

2.4.2.2 Выбор приспособлений

Выбор приспособлений производится в зависимости от вида обработки, типа станка и типа производства.

Для крупносерийного и массового производства характерно применение высокопроизводительных специальных приспособлений, снабженных быстродействующими зажимными устройствами.

В серийном и единичном производстве применяется в основном универсальные, универсально-наладочные приспособления. Выбранные приспособления должны обеспечивать: правильную установку детали, повышение производительности труда, надежность и безопасность работы, расширение технологических возможностей станка, автоматическое получение заданной точности, экономичность обработки.

2.4.2.3 Выбор режущих инструментов

Выбор режущего инструмента зависит от вида станка, метода обработки, материала обрабатываемой детали, требуемой точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

В единичном и мелкосерийном производстве в основном используются универсальные инструменты.

В крупносерийном и массовом производстве широко используются специальные инструменты. Особое значение имеет применение комбинированного инструмента, дающего возможность обрабатывать несколько поверхностей за один переход.

2.4.2.4 Выбор измерительных инструментов.

Измерительный инструмент выбирается в зависимости от вида измеряемой поверхности, размеров поверхности, точности механической обработки, типа производства.

В единичном, мелкосерийном производстве применяются универсальные инструменты: штангенциркули, микрометры и другие.

Необходимое оборудование, приспособление и инструменты можно выбрать по справочно-технической литературе.

2.5 Составление маршрутной технологии исходя из анализа конструкторского чертежа детали и обоснование выбора заготовки.

Разработка маршрутной технологии является наиболее ответственной частью в проектировании технологического процесса. Здесь нужно учитывать следующее:

при обработке заготовки последовательно решается несколько задач:

- первая: снятие основного припуска (черновая обработка);
- вторая: получение заданных размеров, формы и взаимного расположения поверхностей;

- третья: получение заданной чистоты поверхности и качества поверхностного слоя (отделка и 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 в 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 перечисленных факторов она эту точность неизбежно потеряет. Кроме того, эта поверхность может быть повреждена при дальнейшем перезакреплении 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.

При этом ещё учитывается следующее: на черновых операциях, когда снимается самая большая стружка и наиболее сказываются перечисленные факторы, не предъявляется требование высокой точности обрабатываемых поверхностей. Следовательно, можно использовать менее точные, но более мощные станки. Чистовые же и доводочные операции можно производить на высоко точных станках, не подвергая их большим нагрузкам, что более экономично.

При разработке технологических процессов следует стремиться к сокращению числа операций, т.к. это уменьшает потребность в станках, рабочих, производственных площадях и понижает тем самым себестоимость изготовления детали.

Это правило называется методом концентрации операций. Оно характеризуется объединением нескольких технологических переходов в одну сложную операцию, выполняемую на одном станке.

Концентрация операций ведётся двумя способами:

1. одновременной обработкой нескольких поверхностей набором инструментов (например, на многолезцовом токарном или на

многошпиндельном сверлильном станках), а также применением комбинированных инструментов;

2. последовательной обработкой нескольких поверхностей на одном станке (например, на револьверном) разными инструментами.

Метод концентрации операций сокращает производственный цикл механической обработки, уменьшает число станков и производственные площади, но имеет один недостаток. Он требует применения сложных многоинструментальных станков и высококвалифицированных наладчиков.

В отдельных случаях (при недостатке многофункционального специального оборудования и квалифицированных рабочих) технологический процесс механической обработки расчленяют на простые операции, выполняемые на большом числе простых станков. Такой метод называется дифференциацией операций.

Поэтому метод концентрации операций обычно стремятся применять в мелкосерийном и единичном производствах, метод дифференциации - в крупносерийном и массовом производствах.

При составлении маршрутной технологии учитывается конфигурация детали и количество ее разнообразных поверхностей, подвергаемых различным видам механической обработки.

Разбивка технологического процесса механической обработки на отдельные операции в наибольшей степени связана с количеством и формой обрабатываемых поверхностей детали и возможными методами их получения (токарная, фрезерная, сверлильная, отделочная обработка и т.д.) и необходимостью смены баз.

Именно количеством и формой отдельных поверхностей детали определяется как общий объем обработки, так и в зависимости от возможных методов их получения разбивка всего процесса на отдельные составные части -

операции. А уже затем в зависимости от исходной заготовки, требований к точности и качеству отдельных поверхностей, учитывается необходимое количество черновых и чистовых операций, а также определяется возможность применения метода концентрации или дифференциации операций.

Маршрутная карта является основным документом технологического процесса. Заполнять её следует по ГОСТ 3.1118-82, форма 1.

2.6. Разработка операционного технологического процесса.

2.6.1. Определение операционных припусков и межоперационных размеров (на поверхности припуски определяются расчётно-аналитическим методом).

Величина припуска влияет на себестоимость изготовления детали. При увеличенном припуске повышаются затраты труда, расход материала и другие производственные расходы, а при уменьшенном приходится повышать точность заготовки, что также увеличивает себестоимость изготовления детали.

В технологии машиностроения существуют методы автоматического получения размеров (МАПР) и индивидуального получения размеров (МИПР).

Минимальный и максимальный припуск на обработку при методе автоматического получения размеров рассчитывают следующим образом.

Минимальный припуск: при последовательной обработке противоположных поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i \min} = (R_z + h)_{i-1} + \Delta_{y_{i-1}} + \varepsilon_{y_i}$$

• при параллельной обработке противоположных поверхностей (двухсторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_{yi}];$$

при обработке наружных и внутренних поверхностей
(двухсторонний припуск)

$$2Z_{i \min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_{yi}}];$$

Здесь $R_{z \ i-1}$ - высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

H_{i-1} - глубина дефектного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой), мкм;

$\Delta_{\Sigma \ i-1}$ - суммарные отклонения расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности, симметричности, пересечение осей, позиционное) и в некоторых случаях отклонение форм поверхности (отклонение плоскостности прямолинейности и ба предшествующем переходе), мкм;

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Максимальный припуск на обработку поверхностей: наружных

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + TD_{i-1} + TD_i;$$

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + TD_{i-1} + TD_i;$$

внутренних

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + TD_{i-1} + Td_i;$$

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + TD_{i-1} + Td_i;$$

где TD_{i-1} и Td_{i-1} - допуски размеров на предшествующем переходе и TD_i и Td_i - допуски размеров на выполняемом переходе, мм. Максимальный припуск принимают в качестве глубины резания и

используют для определения режимов резания и выбора оборудования по мощности.

Правила расчёта припусков на обработку.

Минимальный припуск рассчитывают по формулам (2.6.1) или (2.6.2) с использованием расчётной карты для каждой обрабатываемой поверхности. В расчётной карте указывают размер, определяющий положение обрабатываемой поверхности и технологические переходы в порядке их выполнения при обработке.

Для каждого перехода записывают: R_z , h , Δ_z , ϵ , и T .

Допуски и параметры качества поверхности на конечном технологическом переходе R_z и h принимают по чертежу детали.

Для серого и ковкого чугуна, а также для цветных металлов и сплавов после первого технологического перехода и для стали после термической обработки при расчете на припуска слагаемое h из формул исключают.

Отклонение расположения Δ_z 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 отделочных обработки ими пренебрегают.

Различают общее и местное отклонение оси детали от прямолинейности (кривизну).

Так, при установке в центрах общее отклонение

$$\Delta_{zK} = \Delta k * l$$

$$\text{местное отклонение } \Delta_{zK.M} = \frac{\Delta k(l^2 - l_0^2)}{l(1 + 4\Delta k^2)}$$

(приближенно) $\Delta_{zK.M}$

При консольном закреплении общее отклонение

$$\Delta_{zK} = \frac{\Delta k}{\Delta k^2 + 0.25}; \quad (\text{точно})$$

$$\Delta_{zK} = 2\Delta k \times l \times \cos[\arctg(2\Delta k)];$$

Здесь Δk - отклонение осей детали от прямолинейности на 1мм (в

справочных материалах нумеруется кривизной), мкм.

Отклонение от расположения или кривизну рассчитывают по точной или приближённой формуле.

Суммарное значение двух отклонений расположения определяют как векторную сумму

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_1 + \Delta_2;$$

Для векторов при направлении:

совпадающем $\Delta_{\Sigma} = \Delta_1 + \Delta_2$

противоположном $\Delta_{\Sigma} = \Delta_1 - \Delta_2$

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 в центрах

$$\Delta_k = \Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_u^2;$$

здесь $\Delta_{\Sigma k}$ -общее отклонение оси от прямолинейности

Δ_u -смещение оси заготовки в результате погрешности центрования

$$\Delta_u = 0.25 \times \sqrt{T^2 + 1};$$

При $T \gg 1$ $\Delta_u = 0.25 \times T;$

T-допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центрировании, мм.

T- выбирают по (6 табл. 3.2-.3.11; стр.29-36).

Суммарное отклонение расположения при обработке отверстий в отливке при базировании на плоскость или при обработке плоскости при базировании по отверстию

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2}; \quad (10)$$

где $\Delta_{\text{кор}} = \Delta_n \times l$ - отклонение плоской поверхности отливки от плоскости (коробление),

$\Delta_{\text{см}}$ - смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости, мм,

l - длина отливки, мм. Смещение $\Delta_{\text{см}}$ стержней, образующих отверстие или внутренние полости, следует принимать равным допуску на наименьший размер от оси отверстия или внутренней полости до технологической базы с учетом наибольших размеров отливки. Суммарные отклонения после сверления отверстия

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{(\Delta_y \times l)^2 + C_0^2}; \quad (11)$$

где: C_0 - смещение оси отверстия;

Δ_y - значение увода оси сверла;

l - длина просверливаемого отверстия, мм.

Рассчитанные припуски по всем переходам заносят в расчетную карту. Порядок определения предельных промежуточных размеров по технологическим переходам и окончательных размеров заготовки.

Расчетные формулы для определения размеров наружных поверхностей:

$$a_{\text{mm } i-1} = a_{\text{min } i} + z_{\text{min } i};$$

$$a_{\text{max } i-1} = a_{\text{min } i} + T_{i-1};$$

$$D_{\text{min } i-1} = D_{\text{min } i} + 2z_{\text{min } i};$$

$$D_{\text{max } i-1} = D_{\text{min } i-1} + TD_{i-1};$$

внутренних поверхностей:

$$a_{\text{mm } i-1} = a_{\text{min } i} - z_{\text{min } i};$$

$$a_{\text{max } i-1} = a_{\text{min } i} - T_{i-1};$$

$$D_{\text{min } i-1} = D_{\text{min } i} - 2z_{\text{min } i};$$

$$D_{\text{max } i-1} = D_{\text{min } i-1} - TD_{i-1};$$

где: Z_{min} - минимальный (расчетный) припуск на сторону на выполняемый технологический переход;

$2Z_{\min i-1}$ - минимальный (расчетный) припуск на обе стороны или по диаметру;

$a_{\min i-1} \cdot D_{\min i-1}$ и $a_{\max i-1} \cdot D_{\max i-1}$ - соответственно наименьшие и наибольшие предельные размеры, полученные на предшествующем технологическом переходе.

Порядок определения размеров для элементарной поверхности

Из чертежа детали берут и заносят в расчетную карту для конечного перехода наименьшей для наружных (или наибольшей 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. Размер на предшествующем переходе определяется путем вычитания Z_{\min} .

Наименьший (наибольший) 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. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры определяют прибавлением (вычитанием) допуска к округленному наименьшему (из округленного наибольшего) предельному размеру. Находятся фактические предельные значения припусков Z_{\min} как разность наибольших (наименьших) предельных размеров и Z_{\max} как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого перехода (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 производят по формулам:

$$z_{i \max} = z_{i \min} = T_{i-1} - T_i;$$

$$2z_{i \max} = 2z_{i \min} = TD_{i-1} - TD_i;$$

$$z_{\text{общ} \max} = z_{\text{общ} \min} = T_3 - T_n;$$

$$2z_{\text{общ} \max} = 2z_{\text{общ} \min} = TD_3 - TD_n.$$

Трудоемкость вычислительных работ при определении припусков в промежуточных размерах снижается при применении ЭВМ.

2.7 Определение режимов резания и норм времени (на две разнохарактерные операции режимы резания определяются по эмпирическим формулам).

Порядок расчета режимов резания при различных работах являются единым и осуществляется двумя методами - аналитически по эмпирическим формулам и по нормативам.

Исходными данными для расчета режимов резания являются: требования технологического процесса, принятая схема и размеры обработки (наладка), характеристика обрабатываемого материала, инструкции режущего инструмента и паспортные данные станка. В общем случае расчеты режимов резания производятся в такой последовательности:

- определяют глубину резания, подачу и число рабочих ходов в зависимости от припусков на обработку;
- определяют подачу в зависимости от шероховатости и точности обработки, стойкости инструмента и жесткости системы СПИД. Принятые по нормативам значения подач корректируют по паспортным данным станка (принимается ближайшее наименьшее значение).

Примечание: при фрезерных работах для чернового фрезерования выбирается подача на зуб (S мм/зуб), при чистовом - подача на оборот (S мм/об).

Скорость резания рассчитывают по соответствующим таблицам справочников с учетом поправочных коэффициентов.

При расчетной скорости резания определяется необходимая частота вращения

$$n = \frac{1000 \times V_p}{\pi \times D} \quad (12)$$

где V_p - расчетная скорость резания, м/мин;

D - диаметр обрабатываемой детали при точении, шлифовании и

т.д., мм.

Найденные значения n следует откорректировать по паспорту станка и принять ближайшее меньшее значение.

По принятой частоте вращения n_d определяется действительное значение скорости резания

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000}; \text{ (м/мин)}$$

или

$$V_d = \frac{\pi \times D \times n_d}{1000 \times 60}; \text{ (м/сек)}$$

Определить силу резания по эмпирическим формулам.

Определив силу резания или момент резания (в зависимости от вида механической обработки), определить мощность резания.

Найденные режимы резания следует проверить по мощности следующим образом

$$N_{рез} \leq N_{эф}; \quad (13)$$

где $N_{эф}$ - эффективная мощность резания.

$$N_{эф} = N_{дв} \times k \times \eta; \text{ (кВт)} \quad (14)$$

где $N_{дв}$ - мощность электродвигателя станка, кВт;

k - коэффициент перегрузки, следует принимать равным 0,8;

η - к.п.д. станка;

выбираются из паспорта станка.

Примечания: В случае если указанное условие не выполняется, следует выбирать более мощную модель станка или уменьшать режимы резания.

Как отмечалось выше, режимы резания можно определять по эмпирическим формулам для каждого вида обработки в отдельности.

Скорость резания V м/мин, при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитываются по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v \quad (15)$$

среднее значение стойки T при одноинструментной обработке - 30-60 мин. Значение коэффициента C_v , показателей степени x, y, m приведены в справочной литературе.

Значение K_v является произведением коэффициентов, учитывающих материала заготовки K_{M1} (справочное литература), состояние поверхности K_{N1} (справочная литература), материалы инструмента K_{M2} (справочная литература). При многоинструментной обработке и многостаночном обслуживании период стойкости увеличивают, вводя соответственно коэффициенты K_{T1} (справочная литература) и K_{T2} (справочная литература) углов в плане ϕ и радиуса при вершине K_R (справочная литература).

Силу резания H , при наружном продольном и поперечном точении, растачивании, обрезании, прорезании пазов и фасонном и поперечном точение эти составляющие рассчитывают по формуле

$$P_{xyz} = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p \quad (16)$$

При отрезании, прорезании и фасонном точении: t - длина лезвия реза.

Постоянная C_p и показатели степени x, y, n для конкретных (расчетных) условий обработки для каждой из составляющих силы резания приведены в справочной литературе.

Поправочный коэффициент K_p представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{ap} \times K_{qp} \times K_{yp} \times K_{lp} \times K_{rp}$), учитывающих фактические условия резания. Численные значения этих коэффициентов приведены в справочной литературе.

Мощность резания, кВт рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60} \quad (17)$$

При одновременной работе нескольких инструментов эффективную мощность определяют как суммарную мощность отдельных инструментов.

При фрезеровании скорость резания - окружная скорость фрезы, м/мин, определяется по формуле

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_2^y \times B^n \times Z^p} \times k_v \quad (18)$$

Значение коэффициента C_v , показателей степени и период стойкости T - приведены в справочной литературе.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

$$K_v = K_{MV} \times K_{ПВ} \times K_{ИВ} \quad (19)$$

где, K_{MV} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ - коэффициент, учитывающий качество заготовки;

$K_{ИВ}$ - коэффициент, учитывающий качество инструмента.

Главная составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила.

Н

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_2^y \times B^n \times Z}{D^q \times n^w} \times k_{mp} \quad (20)$$

где, Z - число зубьев фрезы;

n - частота вращения фрезы, об/мин.

Значение коэффициента C_p и показателей степени, поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала K_{mp} для стали и чугуна, для медных и алюминиевых сплавов - из справочной литературы.

Величины остальных составляющих силы резания: горизонтальной (сила подачи) P_H , вертикальной P_V , радиальной P_r , осевой P_x устанавливается из соотношения с главной составляющей P_z по справочной литературе.

Составляющая, по которой рассчитывают поправку на изгиб,

$$P_{yl} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2}.$$

Мощность резания, кВт при фрезеровании

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60}$$

Скорость резания, м/мин при сверлении

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times SY} \times k_v;$$

а при рассверливании, зенкерования, развертывании

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times SY} \times k_v.$$

Значение коэффициента C_v и показателей степени для сверления, развертывания, зенкерования и развертывания - приведены в справочной литературе.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$k_v = k_{mv} \times k_{nv} \times k_{lv}. \quad (21)$$

где K_{mv} - коэффициент на обрабатываемый материал (из справочной литературы), K_{nv} - коэффициент на инструментальный материал (из справочной литературы), K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления (из справочной литературы). При рассверливании и зенкерования литых или штампованных отверстий вводится дополнительный поправочный коэффициент K_{lv} (из справочной литературы).

Осевую силу, Н при сверлении рассчитывают по формуле

$$P_o = 10 \times C_p \times D^f \times S^g \times k_p;$$

а при рассверливании

$$P_o = 10 \times C_p \times D^f \times t^x \times S^g \times k_p;$$

Значение постоянных C_p для данных (расчетных) условий резания и показатели степени приведены в справочной литературе.

Коэффициентом $K_p = K_{op}$ приведены для стали и чугуна, для медных и алюминиевых сплавов приведены в справочной литературе.

Крутящий момент, Н*м при сверлении

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^f \times SY \times k_p;$$

при рассверливании и зенкерования

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times r^r \times S^s \times K_p;$$

Значение C_m и показателей степени (из справочной литературы)

$$K_p = K_{МП}$$

Мощность резания, кВт, определяет по формуле

$$N = \frac{M_{кр} \times n}{9750};$$

Скорость резания, м/мин при нарезании крепежной резьбы резцами с пластинками из твердого сплава

$$V = \frac{C_v \times i^x}{r^m \times S^y} \times k_v;$$

при нарезании крепежной и трапецеидальной резьб резцами из быстрорежущей стали

$$V = \frac{C_v \times i^x}{r^m \times S_1^y \times S_2^y} \times k_v.$$

при вихревом нарезании метрической и трапецеидальной резьб твердосплавными резцами во вращающихся головках

Значение коэффициента C_v и показателей степени приведены в справочной литературе.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

$$k_v = k_{mv} \times k_{nv} \times k_{cv}. \quad (22)$$

где: K_{mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала (из справочной литературы).

K_{mv} - коэффициент, учитывающий материал режущей части инструмента (из справочной литературы),

K_{cv} - коэффициент, учитывающий способ нарезания резьбы (принимают равным 1.0, если резьба нарезается черновым и чистовыми резцами, и 0,75, если резьба нарезается одним чистовым резцом).

Скорость резания, м/мин при нарезании метрической резьбы метчиками, круглыми плашками и резьбовыми головками

$$V = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times k_{vi}$$

Значение коэффициента C_v , показателей степени и средние значения периода стойкости T для различных инструментов приведены в справочной литературе.

Силовые зависимости. Тангенциальная составляющая силы резания, H , при нарезании резьбы резцами

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times P^y}{i^n} \times k_p; \quad (23)$$

крутящий момент, $H \times m$, при нарезании резьбы метчиками, резьбовыми головками

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times P^y \times k_p. \quad (23)$$

где: P - шаг резьбы, мм; i - число рабочих ходов, устанавливаемое из справочной литературы; D - номинальный диаметр резьбы, мм.

Коэффициенты C_p и C_m и показатели степени приведены в справочной литературе. Поправочный коэффициент $K_p = K_{mp}$, учитывающий качество обрабатываемого материала, определяют для резцов по справочной литературе, как и для других инструментов.

Мощность, кВт, при нарезании резьбы резцами

$$N = \frac{P_z \times V}{1020 \times 60},$$

метчиками, плашками и резьбовыми головками

$$N = \frac{M_n}{9750},$$

При вихревом нарезании резьбы за один проход вращающейся головкой с Z резцами мощность резания, кВт, определяют по формулам:

для треугольной резьбы

$$N = \frac{0,1 \times S^{0,5} \times S_2^{0,4} \times Z \times V^{0,8}}{D^{0,7}},$$

для трапецидальной резьбы

$$N = \frac{0,028 \times S^{1,2} \times S_2^{0,6} \times Z \times V^{0,8}}{D^{0,7}},$$

Эффективная мощность, Квт, при шлифовании периферией круга с правильной подачей

$$N = C_N \times V_3^r \times t^x \times d^q \times S^y, \quad (24)$$

при шлифовании торцом круга

$$N = C_N \times V_3^r \times t^x \times d^q \times b^z \quad (25)$$

где: d - диаметр шлифования, мм;

b - ширина шлифования, мм.

Значение коэффициента C_N и показателей степени в формулах приведены в справочной литературе.

Определив режимы резания на две операции по эмпирическим формулам, на все остальные операции режимы резания определяют по нормативным материалам.

Расчет технической нормы времени проводят после выполнения всех предшествующих работ по разработке технологического процесса механической обработки, определение режимов резания. В этом разделе рассчитывают штучное, штучно-калькуляционное время и норму выработки на каждую операцию.

Норму штучного времени на операцию $t_{шт}$ подсчитывают по формуле:

$$t_{шт} = t_o + t_n + t_{m.o} + t_{o.o} + t_{л.н}; \quad (26)$$

где: t_o -основное время;

t_d -вспомогательное время;

$t_{т.с.}$ - время на техническое обслуживание рабочего места;

$t_{о.о.}$ - время на организационное обслуживание рабочего места;

$t_{л.н.}$ -время на личные надобности рабочего.

Нормы штучного времени, времени на обслуживание рабочего места и отдыха рабочего берут в процентах оперативного времени. В этом случае формула нормы штучного времени имеет вид:

$$t_{шт} = (t_o + t_b) \times \left(1 + \frac{\alpha + \gamma + \beta}{100}\right); \quad (27)$$

где: α -доля оперативного времени на техническое обслуживание рабочего места (для большинства станков $\alpha=1+3,5\%$);

β - доля оперативного времени на организационное обслуживание рабочего места (в крупносерийном и массовом производстве в зависимости от типа и размера станков);

$\beta = 0,8...2,5\%$, для шлифовальных станков $\beta = 3,5...7\%$;

γ -доля оперативного времени на отдых и надобности рабочего (в условиях серийного производства $\gamma=4...6\%$, в массовом производстве $\gamma = 5...8\%$).

Основное (машинное, машинно-автоматическое или технологическое) время определяют по формуле:

$$t_o = \frac{L}{S_M} \times i = \frac{l + \gamma + d}{100} \times i;$$

где: L -длина перехода, мм;

S_M -минутная подача, мм/мин;

i - число проходов (рабочих ходов);

l - длина обрабатываемой поверхности, мм;

γ - длина врезания (подхода инструмента), мм;

d - длина перебега инструмента, мм;

S - подача, мм/об или мм/дв. ходов;

n - частота вращения, об/мин. или число двойных ходов в минуту.

Существует несколько разновидностей формулы основного времени для различных видов обработки.

Вспомогательное время t_v состоит из следующих затрат: времени на установку и снятие заготовки, время на переход, время на изменение режима работы станка и на смену инструмента, времени на контроль размеров обрабатываемой поверхности.

Если время на установку и снятие заготовки перекрывается основным (машинным) временем частично или полностью, оно с соответствующим изменением включается в общую сборку нормы или совсем исключается из неё.

В серийном производстве необходимо ещё учитывать подготовительно-заключительное время $t_{п.з.}$, рассчитываемое на операционную партию деталей. Норму времени на операцию в условиях серийного производства называют штучно-калькуляционной нормой времени и определяют по формуле:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n_{зап}}, \quad (29)$$

где: $t_{п.з.}$ - подготовительно-заключительное время;

$n_{зап}$ - число деталей в партии.

Нормы вспомогательного и подготовительно-заключительного времени берут из справочника.

Технической нормой выработки называют величину, обратную норме времени.

Норма выработки выражается количеством деталей (изделий), выпускаемых за установленный промежуток времени: смену, сутки, месяц.

Норму сменной выработки определяют по формуле:

$$H_{см} = \frac{t_{см}}{t_{шт}}, \quad (30)$$

где: $t_{см}$ - продолжительность работы смены, мин.

1.8 Оформление технологических документов.

Комплект технологических документов составлен и оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1118-82 и ГОСТ 3.1121-84.

1.9 Проектирование и расчет технологических карт наладок.

Технологическая карта наладки выполняется на одну многопереходную операцию или две разнохарактерные по методам обработки операции. В пояснительной записке следует отразить номер операции, содержание по переходам; обосновать выбранное оборудование и технологическую характеристику; описать базирование и закрепление детали в приспособление; вычертить схему базирования; произвести силовой расчет приспособления, для обеспечения надежного закрепления заготовки; обосновать выбор режущего инструмента и способы его закрепления; определить настроечные размеры; указать последовательность обработки поверхностей; рассчитать режимы резания.

3. Конструкторская часть

3.1 Конструирование и расчет приспособления.

В пояснительной записке следует описать конструкцию и работу приспособления, инструкцию по его эксплуатации и технике безопасности, а также привести расчеты точности базирования, усилия зажима.

3.1.1 Расчет точности базирования.

Чтобы приспособление обеспечивало заданную точность обработки при работе на настроенном станке, необходимо выдержать следующую зависимость:

$$T > \varepsilon_y; \quad (31)$$

где: T - допуск на изготовление детали в данной операции по операционному эскизу, мкм;

ε_y - погрешность установки.

Данный раздел расписки следует выполнять, используя справочную литературу.

Необходимо составить схему базирования, определить погрешность базирования или погрешность установки детали в проектируемом приспособлении, сделать вывод с рациональности его применения с точки зрения обеспечения заданной точности детали на данной операции.

Сила резания определяется из расчетов режимов резания по формулам (см. пункт 2.7).

Силу зажима заготовки и приспособлений определяют с учетом метода обработки, состояния обрабатываемого материала, системы СПИД и других факторов. Чтобы обеспечить надежность зажима обрабатываемой заготовки применяют коэффициент запаса.

Силу зажима рассчитывают в зависимости от действия на заготовку сил резания и конструкции установочных и зажимных устройств по формулам соответствующей учебной и справочной литературы.

3.1.3 Рекомендуемый порядок расчетов зажимных приспособлений.

Назначение зажимных механических (ЗМ) станочных приспособлений (СП) состоит в надежном закреплении, предупреждающем вибрации и смещения заготовки относительно опор приспособления при обработке.

При конструировании нового СП силу закрепления $R_{зж}$ находят из условий равновесия заготовки под действием сил резания, тяжести, инерции, трения, реакции в опорах. Полученное значение $R_{зж}$ проверяют из условия гарантированного надежного закрепления детали и выполнения операции.

При использовании в качестве исходного варианта базовой конструкции приспособления с зажимным механизмом, развивающим известную силу закрепления приспособлением, в противном случае требуется внесение изменений в конструкцию или корректировка режимов, характера и условий обработки.

На базе технологических исходных данных производится выбор конструкции и расчет специального зажимного приспособления в несколько этапов по следующему рекомендуемому порядку.

3.1.3.1 Основываясь на технологической схеме базирования составить расчетную схему закрепления, т.е. нанести на эскиз конструкции зажимного механизма (в совокупности с установленной заготовкой) направления действия одной или несколько сил зажима $P_{зж.}$, которые будут прикладываться к поверхностям детали (заготовки) приспособлении. При выборе точек приложения и направлений действия $P_{зж.}$ необходимо использовать основные рекомендации (см. конспект лекций).

Расчетная схема составляется для наиболее неблагоприятного сочетания величин и направлений сил резания, при котором для сохранения положения заготовки требуется наиболее усилие зажима.

3.1.3.2 Составить уравнение сил и (или) моментов сил из условия статического равновесия заготовки. Уравнения сил составляется в виде резания или их составляющих и сил, удерживающих заготовку, относительно точки возможного проворота:

$$\begin{aligned}\sum P_s &= 0 \\ \sum M_o &= 0\end{aligned}$$

где S и O - соответственно направления возможного перемещения или точки возможного проворота заготовки под действием сил резания.

3.1.3.3 Рассчитать, исходя из конкретных технологических условий, и ввести β в уравнение силового и моментного равновесия заготовки коэффициенты надежности закрепления, запаса, K, учитывающие возможное изменение составляющих сил резания или условий закрепления заготовки в процессе обработки.

В общем виде коэффициент надежности закрепления определяется по формуле:

$$k = k_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times k_5 \times k_6 \quad (32)$$

где: $k_0..k_6$, - дифференциальные коэффициенты, отражающие влияние определенных факторов на изменение силовых воздействий на заготовку;

k_0 - 1.5 - гарантированный коэффициент запаса, допускающий возникновение в процессе обработки каких-либо неучтенных случайных факторов;

k_1 - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемых поверхностей заготовки (микро- и макронеровностей).

Для черновой обработки $k_1 = 1,2$; для получистовой и чистовой $k_1 = 1$.

k_2 - коэффициент, учитывающий влияние затупленного режущего инструмента и зависящий от вида обработки, обрабатываемого материала и составляющей силы резания. Значение коэффициента колеблется в больших пределах (от 1.0 до 1.7) и принимается по справочной литературе.

k_3 - коэффициент, учитывающий прерывистость обработки. При фрезеровании с высокой неравномерностью (длина поверхности резания соизмерима с угловым шагом зубьев фрезы) и прерывистом течении $k_3 = 1,2$. В противном случае $k_3 = 1$.

k_4 - коэффициент, учитывающий непостоянство зажимного усилия, прикладываемого к заготовке, вследствие конструктивных особенностей привода приспособления. Для приспособления с ручным приводом $k_4 = 1,3$.

Для станочных приспособлений с механизированными приводами, имеющими малый рабочий ход $k_4 = 1,2$.

k_5 - коэффициент, учитывающий удобство расположения и угол поворота рукоятки ручного привода приспособления. Нестабильность силы зажима, вызванная неудобным расположением рукоятки и большим (свыше или равным 90) углом ее поворота, учитывается коэффициентом $k_5 = 1,2$. В противном случае $k_5 = 1,0$.

k_6 - коэффициент, учитывающий неопределенность места контакта заготовки с установочными элементами, имеющими относительно большую установочную поверхность. Этот коэффициент учитывается только в уравнениях моментов. Для установочных элементов в виде плит и пластин

$k_6 = 1,5$. Для установочных элементов с контактом близким к точечному (опоры со сферической головкой) $k_6 = 1,0$.

Величины коэффициентов надежности закрепления колеблются в широких пределах (1.5...8) в зависимости от конкретных условий обработки и типа приспособления.

3.1.3.4 Из полученных уравнений сил и моментов, из условий

статического равновесия заготовки с введенными в них коэффициентами надежности закрепления с помощью математических преобразований получают зависимость вида

$$P_{\text{зак}} = f \times (k \times P_z \times M_{\text{рез}}) \quad (33)$$

где $P_{\text{зак}}$ - величина силы зажима заготовки в точке ее приложения.

3.1.3.5 Анализ конструкции приспособления, типов входящих в него силовых механизмов, привода и других элементов и их взаимодействия. Описание принципа работы базирующее-зажимного приспособления. Данный этап может быть совмещен с этапом составления расчетной схемы закрепления (см. этап 3.1.3.1).

3.1.3.6 Расчет однозвенных силовых механизмов станочного приспособления. При проведении расчета необходимо воспользоваться расчетными формулами, приведенными в конспекте лекций по дисциплине, или методическими указаниями по выполнению практических работ «Элементарные механизмы и их расчеты».

В результате расчета определяются величина усилия привода приспособления как функция силы зажима, геометрических параметров конструкции приспособления и коэффициентов трения.

3.1.3.7 Расчет многократных зажимных приспособлений. В этом случае составляются уравнения равновесия всех звеньев системы (с учетом возможного выигрыша или проигрыша в силе) с целью определения передаваемых усилий и конечного потребного развиваемого приводом усилия $P_{\text{пр}}$. По усилию $P_{\text{пр}}$ рассчитывают геометрические параметры его силовых элементов.

3.1.3.8 После определения геометрических характеристик силового привода приспособления (диаметра поршня силового цилиндра, диаметра диафрагменной камеры, параметров резьб, эксцентриков и т.д.) выполняется корректировка полученных расчетных значений по ГОСТ (т.е. выбирается двигатель привода стандартной конструкции) или производится расчет основных конструктивных параметров специального двигателя. Если требуется, выполняется проверка механизмов на самоторможение.

3.2 Проектирование специального режущего инструмента.

Как составная часть системы станок - приспособление - инструмент - деталь, инструмент оказывает решающее воздействие на ее эффективность на пути дальнейшего совершенствования. Так, например, внедрение новых инструментальных материалов в качестве материала для режущей части инструмента каждый раз сопровождается переоснащением всей системы станок - приспособление - инструмент - деталь, повышением быстроходности и мощности станков, повышением точности и жесткости приспособлений, способствует повышению производительности. Однако следует учесть, что применение современных инструментальных материалов (с целью достижения высокой производительности) должно сочетаться с модернизацией всех или большинства частей технологической системы, т.к. использование, например, сверхтвердых инструментальных материалов в инструменте, работающих на станках с малой жесткостью, точностью, недостаточной быстроходностью, снижает, а иногда и сводит к нулю все потенциальные возможности этого материала.

При выборе инструмента для обработки конкретных изделий в определенных условиях эксплуатации оптимальным с точки зрения повышения производительности, работоспособности, качества обработки в большинстве случаев будет тот инструмент, который специально спроектирован для этих условий.

Проектирование специального режущего инструмента целесообразно осуществлять по следующей схеме:

- указать наименование инструмента, № операции, ее название, наименование работ, для которых применяется инструмент;
 - охарактеризовать конструктивные особенности инструмента, связанные со способом установки инструмента на станке;
- составить обоснование принятой конструкции и материала режущей части. Охарактеризовать инструментальный материал, выбранный для режущей части по химсоставу и физико-механическим свойствам;
- составить описание конструкции режущей части;

- составить описание несущей (корпусной или державной) части;
- составить описание механизма или способа соединения режущей и несущей частей; по указанию преподавателя выполнить проверочный расчет на прочность;
- составить описание устройств для настройки инструмента на размер (если такие имеются);
- выполнить назначение геометрических и расчет конструктивных параметров РИ;
- выполнить эскиз РИ с указанием геометрии его режущей части.

3.3 Конструирование и расчет мерительного инструмента или приспособления (по указанию руководителя проекта).

3.3.1 Для какой операции спроектирован измерительный инструмент, его назначение.

3.3.2 Что дает применение спроектированного измерительного инструмента.

3.3.3 Устройство измерительного инструмента (измерительного приспособления).

3.3.4 Материал инструмента, термообработка, твердость рабочих поверхностей, клеймение.

3.3.5 Расчет исполнительных размеров.

3.3.6 Схемы расположения полей допусков.

Формулы для определения исполнительных размеров калибров пробок для отверстий, для определения исполнительных размеров калибров скоб для валов, допуски и отклонения калибров, а также схемы расположения полей допусков калибров берутся из справочной литературы.

4. Экологическая часть.

4.1 Мероприятия по защите окружающей среды.

4.2 Техника безопасности.

Заключение.

В заключении к курсовому проекту следует отразить выводы и

рекомендации относительно возможностей использования материалов проекта. Указать результаты проделанной работы, преимущества усовершенствования технологического процесса над базовым.

Литература

Основные источники:

1 Звонцов, И. Ф. Технология и производство артиллерийского вооружения : учебное пособие / И. Ф. Звонцов, К. М. Иванов, П. П. Серебrenицкий. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 692 с. — ISBN 978-5-8114-2233-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/81561>

2 Основы сертификации системы менеджмента качества при разработке и производстве оборонной продукции : учебное пособие / Б. В. Бойцов, В. И. Гончаренко, С. А. Дмитриев [и др.] ; под редакцией Б. В. Бойцова. — Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-93088-181-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78183.html>

3 Кудряшов, Е. А. Приспособления для производства изделий машиностроения : учебник / Е. А. Кудряшов, И. М. Смирнов, Е. И. Яцун ; под редакцией Е. А. Кудряшова. — Москва : Машиностроение, 2018. — 220 с. — ISBN 978-5-907104-01-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151073>

4 Степанов, С. Н. Оборудование машиностроительных производств : учебное пособие / С. Н. Степанов, Н. Ю. Видинеева, С. С. Степанов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. — 121 с. — ISBN 978-5-7422-5860-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83299.html>

5 Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства : учебник / В. П. Вороненко, М. С. Чепчуров, А. Г. Схиртладзе ; под редакцией В. П. Вороненко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-4519-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121984>

6 Рофе, А.И. Организация и нормирование труда : учебное пособие / Рофе А.И. — Москва : КноРус, 2019. — 222 с. — ISBN 978-5-406-07238-7. — Текст : электронный // ЭБС Book.ru [сайт]. — URL: <https://book.ru/book/931820>

7 Управление машиностроительным предприятием : учебное пособие для СПО / С. Г. Баранчикова, Т. Е. Дашкова, И. В. Ершова [и др.] ; под редакцией И. В. Ершовой. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 248 с. — ISBN 978-5-4488-0408-3, 978-5-7996-2843-7. — Текст : электронный //

Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87885.html>

Дополнительные источники:

1 Комплексы вооружения: системотехническое проектирование и оценка эффективности : учебник / А. В. Игнатов, Н. Е. Стариков, В. П. Танаев [и др.] ; под общ. ред. А. В. Игнатова ; Государственная корпорация "Ростехнологии"; Тульский государственный университет; Конструкторское бюро приборостроения им. академика А. Г. Шипунова. Тула : Изд-во ТулГУ, 2019. 251 с. : ил. URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2019100714281526450700002563>. ISBN 978-5-7679-4346-3.

2 Технологическая оснастка: учебное пособие для среднего профессионального образования / Х. М. Рахимьянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов, В. В. Янпольский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 265 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04476-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454088>

3 Должиков, В. П. Технологии наукоемких машиностроительных производств : учебное пособие / В. П. Должиков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2393-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/81559>

Периодические издания

1 Зарубежное военное обозрение : ежемесячный информационно-аналитический иллюстрированный журнал / Министерство обороны Российской Федерации. М. : Красная звезда, 2020-. ISSN 0134-921X

2 Техника и вооружение: вчера, сегодня, завтра : научно-популярный журнал. М. : ООО "Техинформ", 2020 -, ISSN 1682-7597.

Интернет-ресурсы

- 1 ЭБС Юрайт. - Интернет- ссылка <https://urait.ru/>
- 2 ЭБС BOOK.ru. - Интернет- ссылка <https://www.book.ru/>
- 3 ЭБС Лань. - Интернет-ссылка <https://e.lanbook.com/>
- 4 ЭБС IPRBooks. - Интернет- ссылка <http://www.iprbookshop.ru/>
- 5 НЭБ eLibrary. - Интернет-ссылка <https://www.elibrary.ru/>

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению курсового проекта

**по МДК 03.02 «Технологическое оборудование и оснастка для
технологических процессов производства систем вооружения»**

специальности 15.02.04 Специальные машины и устройства

Тула, 2022

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «14» января 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Дав Т.В.Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель колледжа

Введение

Методические указания являются подробным руководством для выполнения студентами курсового проекта по дисциплине «Технологическое оборудование и оснастка для производства систем вооружения» по специальности 15.02.04 «Специальные машины и устройства»

Рассмотрены вопросы, касающиеся содержания и оформления пояснительной записки, комплекта технологической документации и графической части проекта. В приложениях представлены примеры выполнения и оформления различной технологической и конструкторской документации, что позволит избежать многих ошибок и неточностей, выявляемых при защите курсового проекта.

Материалы учебного пособия изложены с учетом Международной системы СИ, Единой системы конструкторской и технологической документации (ЕСКД и ЕСТД) и других государственных стандартов.

Общие положения о курсовом проекте

Исходным документом на курсовое проектирование является «Задание на курсовое проектирование», которое подписывается руководителем и председателем цикловой комиссии.

Задание содержит: тему проекта, исходные данные к проекту, содержание проекта, объем проекта, дату выдачи и срок сдачи проекта.

Пояснительная записка пишется на листах формата А4. Объем пояснительной записки 15-18 листов, объем графической части 1 лист формата А1.

Документы курсового проекта

В процессе курсового проектирования должны быть разработаны и представлены к защите следующие документы:

- текстовые: пояснительная записка (ПЗ), спецификации;
- графические: сборочный чертеж специального приспособления (СБ).

- операционная карта (Приложение А), карта эскизов (Приложение Б) на данную операцию.

Комплектация альбома курсового проекта

- Титульный лист
- Задание на курсовое проектирование
- Пояснительная записка (ПЗ)
- Спецификация (перечни элементов), разработанные на графические документы (сборочные чертежи)
- Операционная карта (ОК)
- Карта эскизов (КЭ)

Содержание пояснительной записки

Введение. Во введении раскрывается актуальность и значение темы, формируется цель проекта.

1. Теоретическая часть

1.1 Описание особенностей эксплуатации конструкции и принципа действия приспособления.

1.2 Обоснование выбора типа производства к приспособлению.

2 Конструкторская часть.

2.1 Анализ и описание схемы базирования заготовки в приспособлении.

2.2 Расчет погрешности установки в приспособлении.

2.3 Расчет режимов резания на операцию механической обработки.

2.4 Расчет штучного времени на операцию.

2.5 Силовой расчет приспособления.

Заключение

Список использованной литературы

Приложение А (Операционная карта механической обработки)

Приложение Б (Карта эскизов)

Последовательность этапов проектирования приспособления

Изучить исходные данные для проектирования и проанализировать их. Изучить тип станка и его основные характеристики. Необходимо также определить тип и число установочных элементов, их взаимное расположение и увязать это с требуемой точностью обработки заготовки на данной операции, а также рассчитать усилие зажима и на основании его выбрать тип зажимного устройства.

При выборе основных и вспомогательных элементов приспособления следует стремиться использовать стандартные конструкции изделий.

Разработку специального станочного приспособления для обработки заготовок производят в следующей последовательности:

Изучить рабочие чертежи заготовки и готовой детали;

Изучить схему базирования и закрепления заготовки;

Изучить операционный эскиз обработки заготовки;

Оформить конструктивно элементы приспособления и общую компоновку с необходимым количеством видов, сечений и разрезов;

Разработать технические требования на изготовление приспособления;

Составить спецификацию на спроектированное приспособление согласно сборочному чертежу.

На сборочном чертеже приспособления указать необходимые размеры, которые обеспечивают точность расположения элементов приспособления, справочные размеры и т.д. На свободном поле чертежа над штампом основной надписи разместить технические требования на изготовление приспособления.

При проектировании приспособления необходимо использовать стандартизованные и унифицированные элементы приспособлений, что позволит в конечном итоге снизить себестоимость изготовления технологической оснастки на 20...30%.

Описание особенностей эксплуатации конструкции и принципа действия приспособления.

В данном пункте следует описать назначение заданного приспособления, на каком виде оборудования оно будет использоваться, каковы особенности его эксплуатации, описать принцип действия приспособления. Станочные приспособления расширяют технологические возможности металлорежущего оборудования, повышают производительность обработки заготовок, облегчают условия труда рабочего.

В процессе проектирования станочного приспособления необходимо соблюдать правила выбора баз, удобную установку и снятие заготовки, стабильность положения заготовки в процессе ее обработки, свободное удаление стружки, удобство управления станком и самим приспособлением, а также условия, которые обеспечивают безопасность эксплуатации и обслуживания данного приспособления.

При проектировании станочного приспособления необходимо стремиться к уменьшению времени на установку и снятие детали, к повышению режимов резания и к одновременной обработке нескольких заготовок.

Обоснование выбора типа производства к приспособлению

Если тип производства не указан в задании, следует, исходя из программы выпуска деталей, определить тип производства и дать его характеристику с точки зрения применяемого оборудования и оснастки. Привести инструкцию по эксплуатации приспособления и технике безопасности. В зависимости от программы выпуска выбирают конструкцию и привод приспособления

Анализ и описание схемы базирования заготовки в приспособлении

Данный пункт записки следует выполнять, используя справочную литературу.

Необходимо составить схему базирования, определить погрешность базирования или погрешность установки детали в проектируемом приспособлении, сделать вывод о рациональности его применения с точки зрения обеспечения заданной точности детали на дано операции.

Расчет погрешности установки в приспособлении

Чтобы приспособление обеспечивало заданную точность при работе на настроенном станке, необходимо выдержать следующую зависимость:

$$T > \varepsilon_{уст}, \quad (1)$$

где T -допуск на изготовление детали в данной операции по операционному эскизу, мкм;

$\varepsilon_{уст}$ - погрешность установки заготовки.

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (2)$$

где ε_6 - погрешность базирования, мкм;

ε_3 - погрешность закрепления, мкм;

$\varepsilon_{пр}$ - погрешность приспособления, мкм.

Расчет режимов резания на операцию

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 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 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.

• определяют основное время по переходам и на всю операцию, а также технические нормы времени на операцию в целом.

$$T_o = \frac{L}{n \cdot s} i,$$

Где L – общая длина обработки, мм;

n- частота вращения шпинделя, мин⁻¹

s- подача, мм/об

Техническое нормирование операций

Расчет технической нормы времени на операцию проводят после всех предшествующих работ.

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

$$T_{шт} = T_o + T_g + T_{обс} + T_{отд},$$

Где T_o – основное (технологическое) время, мин;

T_g – 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:

$$T_{on} = T_o + T_e, \text{ мин}$$

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;

Вспомогательное время на операцию определяют по формуле:

$$T_e = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ мин,}$$

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 $T_{п-з}$, рассчитываемое по нормативам.

Штучно-калькуляционное время на операцию в условиях серийного производства определяют по формуле:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \text{ мин,}$$

Где n – число деталей в партии, шт.

Силовой расчет приспособления

Усилия зажима должны препятствовать изменению положения заготовки вследствие действия сил резания, веса, сил инерции, центробежных сил.

Силу зажима заготовки в приспособлении определяют с учетом метода обработки, состояния обрабатываемого материала, системы СПИД и других факторов. Чтобы обеспечить надежность зажима обрабатываемой заготовки, применяют коэффициент запаса.

Силу зажима рассчитывают в зависимости от действия на заготовку сил резания и конструкции зажимных и установочных устройств по формулам соответствующей учебной и справочной литературы.

Порядок расчета зажимных приспособлений

Назначение зажимных механизмов (ЗМ) станочных приспособлений (СП) состоит в надежном закреплении, предупреждающем вибрации и смещение заготовки относительно опор приспособления при обработке.

При конструировании нового СП силу закрепления $P_{зж}$ находят из условия равновесия заготовки под действием сил резания, тяжести, инерции, трения, реакции в опорах. Полученное значение $P_{зж}$ проверяют из условия гарантированного надежного закрепления детали и выполнения операции.

При использовании в качестве исходного варианта базовой конструкции приспособления с зажимным механизмом, развивающем известную силу закрепления, расчет требует проверочный характер: требуемая $P_{зж}$ должна обеспечиваться приспособлением, в противном случае требуется внесение изменений в конструкцию или корректировка режимов, характера и условий обработки.

На базе технологических исходных данных производится выбор конструкции и расчет специального зажимного приспособления в несколько этапов по следующему рекомендуемому порядку:

1. Основываясь на технологической схеме базирования, составить расчетную схему закрепления т.е. нанести на эскиз конструкции зажимного механизма (в совокупности с установленной заготовкой) направления действия одной или нескольких сил зажима $P_{зж}$ которые \sum будут прикладываться к поверхности детали (заготовки) в приспособлении. При выборе точек приложения и направления действия $P_{зж}$ необходимо использовать основные рекомендации, приводимые в соответствующей литературе по проектированию технологической оснастки.

Расчетная схема составляется для наиболее неблагоприятного состояния величин и направлений сил резания, при котором при сохранении положения заготовки требуется наибольшие усилия зажима.

2. Составить уравнение сил и (или) моментов сил из условий статического равновесия заготовки. Уравнение сил составляется в виде проекций на направление

возможного перемещения заготовки от сил резания или их составляющих сил, удерживающих заготовку - сил зажима и трения. Уравнение моментов составляется исходя из моментов сил резания и сил, удерживающих заготовку, относительно точки возможного поворота:

$$\sum P_s = 0,$$

$$\sum M_o = 0,$$

где S и O - соответственно направления возможного перемещения или точки возможного поворота заготовки под действием сил резания.

3. Рассчитать, исходя из конкретных технологических условий, и ввести в уравнения силового и моментного равновесия заготовки коэффициенты надежности (запаса) закрепления K , учитывающие возможные изменения составляющих сил резания или условий закрепления заготовки в процессе обработки.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

где $K_0 \dots K_6$ - дифференциальные коэффициенты, отражающие влияние определенных факторов на изменение силовых воздействий на заготовку;

$K_0 = 1,5$ - гарантированный коэффициент запаса, допускающий возникновение в процессе обработки каких-либо случайных неучтенных факторов;

K_1 - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемых поверхностей заготовки;

$K_1 = 1,2$ - для черновой обработки;

$K_1 = 1,0$ - для получистовой и чистовой обработки;

K_2 - коэффициент, учитывающий влияние затупления режущего инструмента и зависящий от вида обработки, обрабатываемого материала и составляющей силы резания.

Значение коэффициента колеблется в больших пределах (от 1,0 до 1,7) и принимается по справочной литературе;

K_3 - коэффициент, учитывающий прерывистость обработки.

При фрезеровании с высокой неравномерностью (длина поверхности резания соизмерима с угловым шагом зубьев фрезы) и прерывистом точении $K_3 = 1,2$. в противном случае $K_3 = 1$.

K_4 - коэффициент, учитывающий непостоянство зажимного усилия, прикладываемого к заготовке вследствие конструктивных особенностей привода приспособления.

Для приспособления с ручным приводом $K_4=1,3$, для станочных приспособлений с механизированными приводами имеющими малый рабочий ход (пневмокамеры, мембранные патроны и т.п.) $K_4=1,2$;

K_5 - коэффициент, учитывающий удобство расположения и угол поворота рукоятки ручного привода приспособления. Нестабильность силы зажима, вызванные неудобным расположением рукоятки и большим ($\geq 90^\circ$) углом ее поворота, учитывается коэффициентом $K_5=1,2$ в противном случае $K_5=1,0$;

K_6 - коэффициент, учитывающий неопределенность места контакта заготовки с установочными элементами, имеющими относительно установочную поверхность. Этот коэффициент учитывается только в уравнениях моментов.

Для установочных элементов в виде плит и пластин $K_6=1,5$, для установочных элементов с контактом близким к точечному (опора со сферической головкой) $K_6=1,0$

Величины коэффициентов надежности закрепления колеблются в широких пределах (1,5...8) в зависимости от конкретных условий обработки и типа приспособления.

4. Из полученных уравнений сил и моментов, из условий статического равновесия заготовки с введенными в них коэффициентами надежности закрепления с помощью математических преобразований получают зависимость вида:

$$P_{заж} = f(\kappa, P_z, M_{рез}),$$

где $P_{заж}$ – величина силы зажима заготовки в точке ее приложения.

5. Анализ конструкции приспособления, типов входящих в него силовых механизмов, привода и других элементов их взаимодействия. Данный этап может быть совмещен с этапом составления расчетной схемы закрепления.

6. Расчет однозвенных силовых механизмов станочного приспособления. При проведении расчета необходимо воспользоваться расчетными формулами, приведенными в справочной литературе.

В результате расчета определяется величина усилия привода приспособления как функции силы зажима, геометрических параметров конструкции приспособления и коэффициентов трения.

7. Расчет многозвенных зажимных приспособлений. В этом случае составляются уравнения равновесия всех звеньев системы (с учетом возможного выигрыша или проигрыша в силе) с целью определения передаваемых усилий и конечного потребного, развиваемого приводом усилия $P_{пр}$. По усилию $P_{пр}$ рассчитывают геометрические параметры его силовых элементов.

8. После определения геометрических характеристик силового привода приспособления (диаметра поршня силового цилиндра, диаметра диафрагменной камеры, параметров резьб, эксцентриков и т.д.) выполняется корректировка полученных расчетных значений по ГОСТ (т.е. выбирается диаметр привода стандартной конструкции) или производится расчет основных конструктивных параметров специального привода.

Если требуется - выполняется проверка механизма на самоторможение.

Оформление карты эскизов на операцию обработки резанием

Карта эскизов (КЭ) - документ, содержащий эскизы, схемы и таблицы и предназначенный для пояснения выполнения ТП, операции или перехода изготовления изделия. КЭ разрабатывают на листах формата А4 (или А3), используя формы 7 и 7а ГОСТ 3.1105.

На КЭ должны быть приведены *следующие данные*:

- схема базирования;
- размеры обработанных поверхностей, получаемые после выполнения операции;
- координаты, определяющие положение обработанных поверхностей;
- предельные отклонения размеров;
- технические требования к точности формы обработанной поверхности и точности ее расположения относительно других поверхностей заготовки;
- характеристики зубьев, шлицев и т.д.;
- параметры шероховатости обработанных поверхностей;
- обозначения опор, зажимов и установочно-зажимных устройств.

Все **обработанные поверхности** заготовки **нумеруют** в пределах карты арабскими цифрами в направлении часовой стрелки. Желательно, чтобы нумерация поверхностей начиналась с левой верхней части эскиза и по возможности соответствовала последовательности обработки. Номер обработанной поверхности проставляют в окружности диаметром 6-8 мм, которую соединяют с изображением поверхности тонкой линией со стрелкой (рисунок 1).

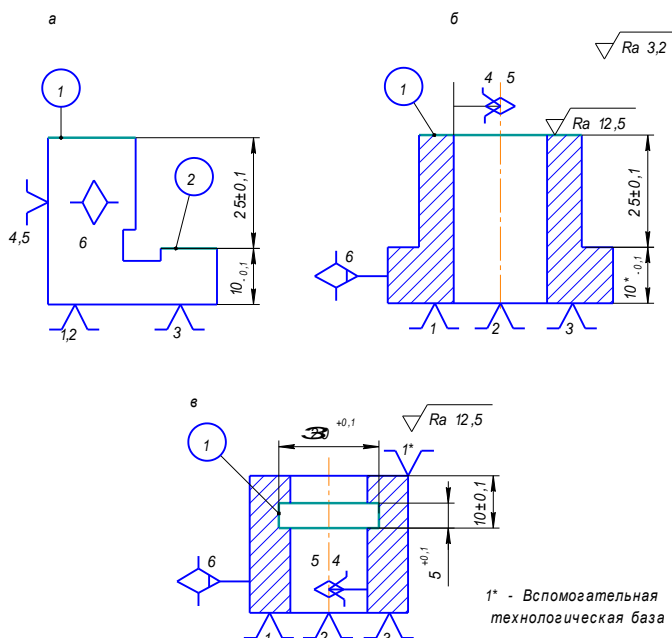


Рисунок 1

Схема базирования должна давать четкое представление о расположении опорных точек на базах заготовки или изделия. Все шесть точек должны быть пронумерованы, начиная с баз, на которых располагается наибольшее число точек.

Опорные точки проставляют только один раз на операционном эскизе. Если же обработка ведется в несколько установов, то опорные точки проставляют на каждом позиционном эскизе и не проставляют на операционном эскизе.

На эскизе все линейные размеры (в том числе и размеры, которые на чертеже детали заданы с неуказанными предельными отклонениями) проставляют с **предельными отклонениями**. Замена числовых значений отклонений или дублирование их буквенными обозначениями полей допусков не допускаются. Исключение составляют резьбовые поверхности, для которых используют стандартные обозначения (например, М40х2-8g).

Список использованной литературы

Данный пункт следует начать с нового листа. Список литературы, использованной в процессе работы над курсовым проектом помещают в алфавитном порядке

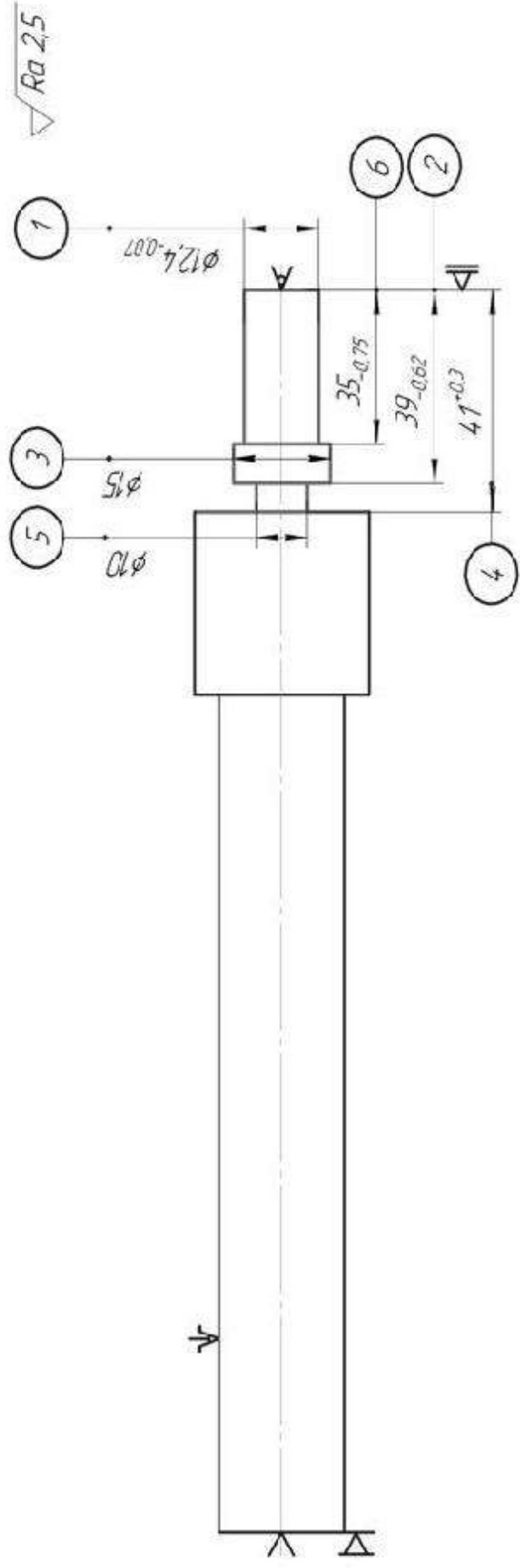
1. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Изд. 7-е. – М.:Машиностроение,2020.

2. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Серийное и крупносерийное производства. – М.: НИИтруда, 2018.

3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: НИИтруда, 2020.

Дубл.																						
Взам.																						
Подл.																						
Р.зр.ав.	Захаров Ю.А.																					
Пров.	Барбарина Л.И.				гр. 0431																	
Рецензент																						
Н.контр.																						
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД								
Токарная		Сталь 45 ГОСТ 1050 - 88		190HV		кг		0,208		ø 24 x 154		0,394		1		АБВ 60.140.0008						
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Тпз.		Тшт.		СОЖ										
Токарный станок				0,34 мин		0,72 мин		30 мин		1,18 мин												
P					ПИ																	
P 01									ММ		ММ					ММ			ММ		ММ	
T 02	ПР Патрон токарный; 7110.0003 Центр вращающийся 3 ГОСТ 8742-79																					
O 03	1 Точить поверхность в размеры 1,2,3,4																					
T 04	Рц 2101.0757 Резец проходной 20x20 Т15К6 ГОСТ 208772-80																					
05	СИ 8700.6128 Штангенциркуль цифровой ШЦЦ-I-125-0.01 ГОСТ 166-89 р-р ø12,4-0,07, ø15-0,12, ø39-0,62																					
P 06																						
07	ø12,4/15 56 2/1 2 360 1800 70,1/85																					
08	2 Точить проточку в размеры 2,4,5,6																					
O 09	РИ Резец отрезной 26x10 Т15К6; СИ Размеры обесл. инстр. и настройкой станка																					
T 10																						
P 11																						
12	ø10 4,5 5 1 45 900 28,3																					
13	Tø2 = 0,1																					
OK	Операционная карта																					

Дубл.										
Взам.										
Лобл.										
АБВ 01.100.0008 1										
Разраб.	Лобанов		1.2350.4500.003		гр 0431			АБВ 20.140.0008		
Пров.	Барбарина		Вал							
Н. контр.										
									0020	



СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Безъязычный, В. Ф. 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.

2 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.

3 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.

4 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.

5 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 ОП.10 Общая технология машиностроения
специальность
15.02.04 Специальные машины и устройства

Тула 2022

УТВЕРЖДЕНО

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «4» август 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Т.В.Валуева Т.В.Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель колледжа

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания предназначены для изучения ОП.10 Общая технология машиностроения и составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.02.04 Специальные машины и устройства.

Цель учебного пособия - помочь студентам выполнять практические работы, самостоятельно находить необходимые технические данные с помощью дополнительной и справочной литературы.

Целью практических работ является закрепление и углубление знаний, полученных студентами при теоретическом изучении материала. Завершающим этапом выполнения практической работы является составление отчета каждым студентом и его защита у преподавателя.

К практическим работам предъявляется ряд требований, основным из которых является полное, исчерпывающее описание всей проделанной работы, позволяющее судить о полученных результатах, степени выполнения заданий и профессиональной подготовке студентов.

Практическая работа №1
Оформление записи переходов и операций в стандартной
форме

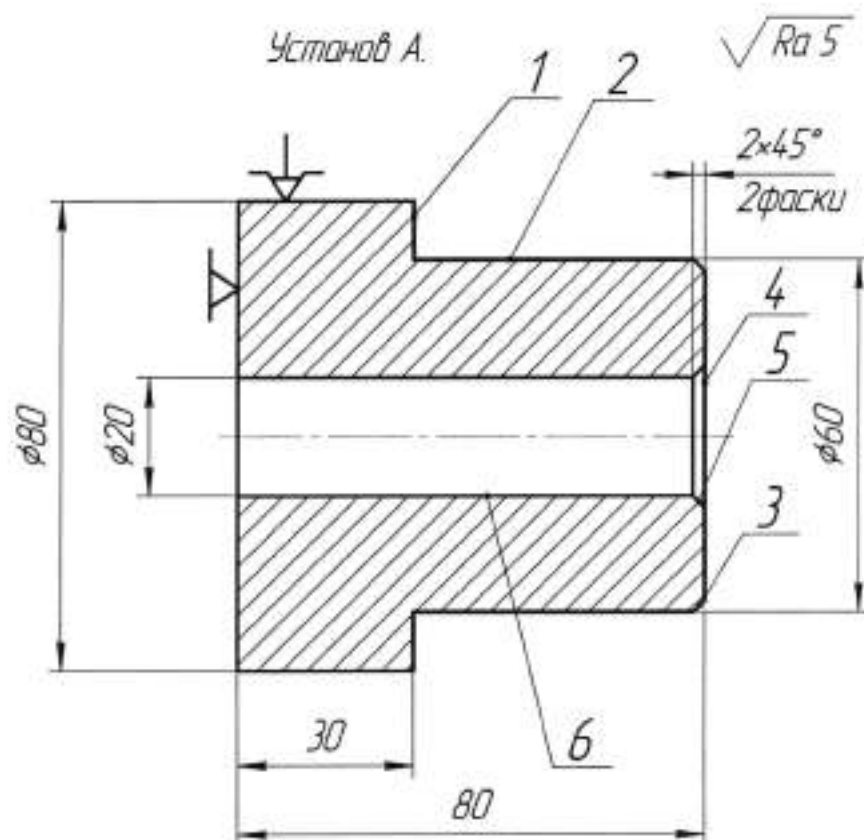
Цель занятия: научиться формулировать название операции и содержание переходов механической обработки детали.

Содержание занятия: Используя исходные данные, установить наименование операции и ее содержание; сформулировать и записать содержание операции по технологическим переходам.

Пример выполнения работы

Задача: Для токарной операции представлен операционный эскиз обработки различных поверхностей (см. рисунок 1). Обработка каждой поверхности однократная.

Требуется: произвести анализ исходных данных, установить наименование операции и ее содержание; сформулировать и записать содержание операции по технологическим переходам.



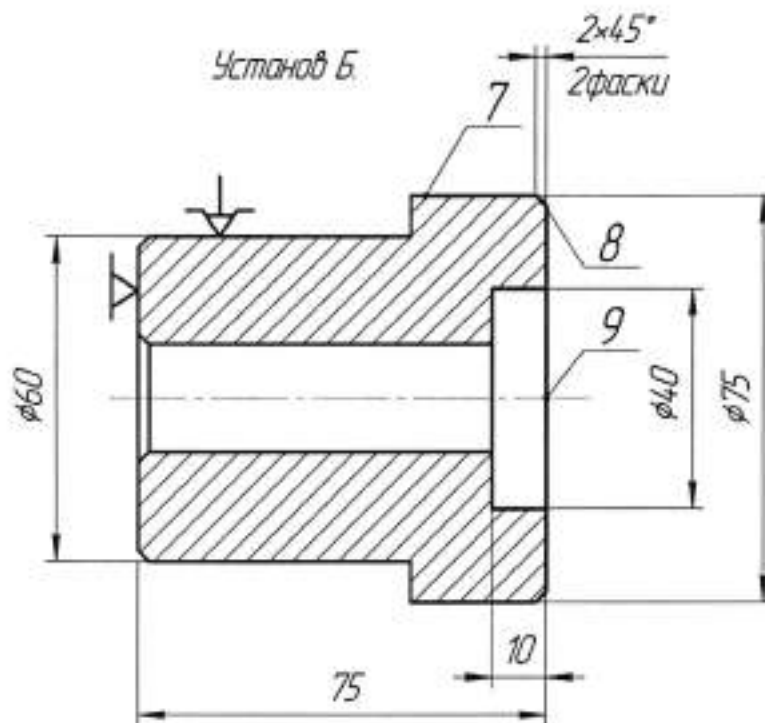


Рисунок 1

Решение: Анализируя исходные данные, устанавливаем, что деталь представляет собой тело вращения, у которой необходимо обработать все поверхности. Для этой цели потребуется токарный или токарно-винторезный станок, а наименование операции в соответствии с типом используемого станка будет «токарная» или «токарно-винторезная».

Устанавливаем последовательность выполнения технологических переходов. Обработка будет производиться за два установа. Устанавливаем рациональную последовательность обработки и записываем содержание операции по переходам:

Установ А:

1-й переход вспомогательный (ПВ): Установить заготовку и закрепить;

2-й переход технологический (ПТ): Подрезать торец 4;

3-й переход технологический (ПТ): Точить поверхность 2 с образованием торца 1 (точение поверхности 2 производится за 2 рабочих хода из-за значительного припуска на обработку);

4-й переход технологический (ПТ): Точить фаску 3;

5-й переход технологический (ПТ): Сверлить отверстие 6;

6-й переход технологический (ПТ): Расточить фаску 5.

Установ Б:

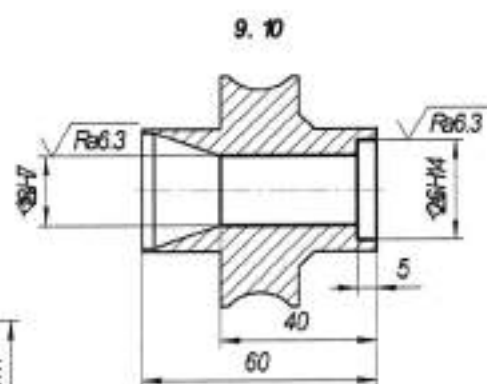
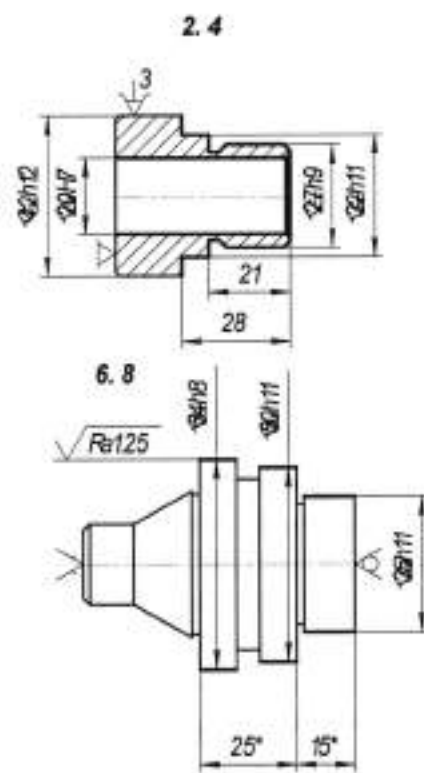
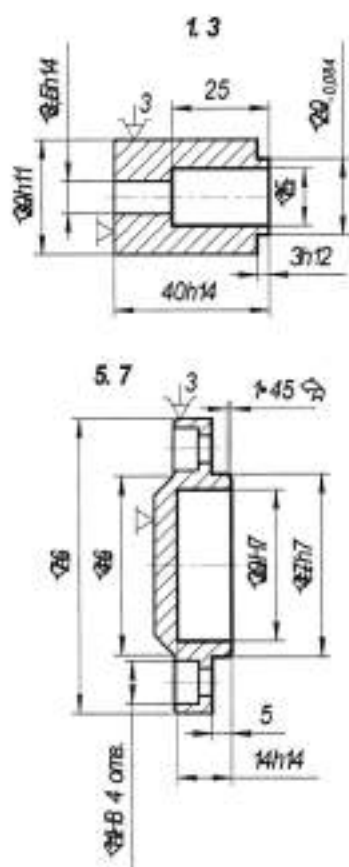
- 7-й переход вспомогательный (ПВ): Переустановить заготовку;
- 8-й переход технологический (ПТ): Подрезать торец 9;
- 9-й переход технологический (ПТ): Точить поверхность 7;
- 10-й переход технологический (ПТ): Точить фаску 8;
- 11-й переход технологический (ПТ): Расточить отверстие 10;
- 12-й переход вспомогательный (ПВ): Контроль размеров;
- 13-й переход вспомогательный (ПВ): Снять деталь и уложить в тару.

Задача: Для токарной операции представлен операционный эскиз обработки различных поверхностей (см. рисунок 2). Обработка каждой поверхности однократная.

Требуется: задать тип станка; установить схему базирования; пронумеровать все обрабатываемые поверхности; сформулировать для записи наименование и содержание операции; записать содержание всех переходов в технологической последовательности в полной форме. Результаты можно представить в виде таблицы «Содержание операции по переходам».

Таблица 1 Содержание операции по переходам

Номер перехода	Вид перехода	Содержание перехода



*размер для справок

Рисунок 2

Практическая работа №2

Обработка фотографии рабочего дня

Цель занятия: познакомиться с документацией для проведения ФРД и хронометража;

Содержание занятия: Используя исходные данные провести обработку карты ФРД, составить фактический баланс рабочего дня, определить коэффициент занятости рабочего; определить показатели использования свободного времени.

Исходные данные: Наблюдательный лист индивидуальной фотографии рабочего дня; хронометражный лист.

Порядок выполнения работы

1.1 Подготовка к наблюдению.

Индивидуальная ФРД позволяет производить наиболее полное и всестороннее изучение затрат времени в течение смены. Подготовка сводится к следующему.

- производят ознакомление с технико-организационными условиями на рабочем месте;

- заполняют графы на лицевой стороне карты ФРД наблюдательного листа; сообщают рабочему цель проведения ФРД;

- устанавливают систему обозначений элементов работы и перерывов.

1.2 Обработка результатов наблюдения.

1.2.1 Определить продолжительность каждой категории затрат рабочего времени (из каждого последующего замера вычитается величина предыдущего).

1.2.2 Просуммировать по категориям затрат рабочего времени все замеры, т.е. составить сводку одноименных затрат рабочего времени.

1.2.3 Составить фактический баланс рабочего дня, т.е. заполнить соответствующую графу карты ФРД.

1.2.4 Определить коэффициент занятости рабочего полезной работой по формуле

$$K_z = \frac{T_n}{T_{см}} ,$$

где T_n - нормируемые затраты времени (фактический) баланс, мин.

$T_{см}=480$ мин - продолжительность смены.

1.2.5 Определить показатели использования рабочего времени:

$$K_{оп} = \frac{T_{оп}}{T_{см}} * 100 -$$

- показатель характеризующий долю оперативного времени в балансе рабочего дня, %

$$K_1 = \frac{T_{см} - (T_{пз} + T_{оп} + T_{об} + T_{отл})_{норм.}}{T_{см}} * 100$$

-показатель возможного уплотнения рабочего дня, %

$$K_2 = [(K_1 / (100 - K_1))] * 100$$

-показатель, позволяющий определить возможный рост производительности труда.

Выводы: установить цель проведения ФРД, предложить организационно-технические мероприятия по устранению причин, вызывающих потери рабочего времени.

Практическая работа №3

Изучение ГОСТов и правил обозначения точности на чертежах

Цель занятия: Научиться устанавливать наименование и содержание обозначений указанных на чертежах отклонений и отклонений от взаимосвязанных поверхностей. Ознакомиться с ГОСТ 24642.

Содержание занятия: Ознакомиться с допусками формы и расположения поверхностей в соответствии с ГОСТ 24642, расшифровать обозначение содержания допуска, указанного на чертеже и назначить мероприятия для его выполнения.

Исходные данные: Чертежи деталей с допускаемыми отклонениями формы и взаимного расположения поверхностей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить и проанализировать исходные данные.
2. Изложить наименование и содержание технического требования.
3. Установить по справочной литературе возможность выполнения указанного требования.

ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

//	0,2/150*150	A
----	-------------	---



Дано: Эскиз детали с условным обозначением допуска взаимного расположения. Предполагается получить фрезерованием на вертикально-фрезерном станке.

Требуется: Изложить наименование и содержание технического требования, установить по техническим справочникам точность взаимного расположения поверхностей детали в зависимости от типа оборудования; сделать заключение о возможности выполнить указанное требование.

Решение

1 Условным знаком на рабочем чертеже показан допуск параллельности верхней плоскости относительно нижней плоскости, обозначенной А (базовая плоскость).

Под допуском параллельности понимают наиболее допускаемое отклонение значения от параллельности. В нашем случае допуск равен 0,2 мм на площади 150*150 мм.

2 В таблицах технологических справочников, например (СТМ ,т.1) находим предельные отклонения нашего случая: они равны 40.. ..100 мкм и 25...60 мкм на длине 300 мм, а значит на длине 150 мм они будут равны 12,5....30 мкм. Из этих данных принимаем для гарантии наибольшее значение - 100 мкм, т.е. - 0,1 мм.

3 Делаем заключение - требуемая точность взаимного расположения обработанной плоскости относительно базовой плоскости А будет обеспечена.

Задача: На карточках с заданиями показаны варианты поверхностей с допускаемыми отклонениями от формы и взаимного расположения поверхностей.

Требуется: Установить наименование и содержание обозначения указанных отклонений; разработать технологические мероприятия, обеспечивающие выполнение этого требования для рисунков, обозначенных на карточке значком *.

Практическая работа №4

Изучение ГОСТов и правил обозначения шероховатости на чертежах

Цель занятия: Изучить правила обозначения шероховатости на чертежах. Научиться устанавливать последовательность механической обработки в зависимости от требуемой шероховатости

Общие сведения по выполнению работы

Эксплуатационные свойства деталей машин, а также их долговечность в значительной степени зависят от состояния их поверхности. В отличие от теоретических поверхностей деталей, изображаемых на чертежах, на реальных поверхностях всегда имеются неровности различной формы и высоты.

Высота, форма, характер расположения и направление неровностей на поверхностях обрабатываемых заготовок зависят от ряда факторов: режимов обработки, условий охлаждения и смазки режущего инструмента, химического состава и микроструктуры обрабатываемого материала, конструкции, геометрии и режущей способности режущего инструмента, типа и состояния оборудования, вспомогательного инструмента и приспособлений.

Различают следующие отклонения от теоретической поверхности: макрогеометрические, волнистость и микрогеометрические.

Микрогеометрические отклонения, или микронеровности, образуются в результате воздействия режущей кромки инструмента на обрабатываемую поверхность, а также вследствие пластической деформации обрабатываемого материала в процессе резания. Микронеровности определяют шероховатость (гладкость) обработанной поверхности.

Шероховатостью поверхности называют совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующих рельеф поверхности детали (заготовки) и выделенную на определенной (базовой) длине. Требования к шероховатости поверхности устанавливают исходя из функционального назначения поверхности.

В ГОСТ 2789 определены параметры шероховатости. В мировой практике разработано около 50 различных параметров, но наиболее широкое

применение находят 6 основных из них и два дополнительных. Для оценки шероховатости поверхностей предпочтительно применять параметр R_a , т.к. он стандартизован практически во всех станах, иногда применяют параметры R_z и R_{max} .

Практикой и исследованиями определены взаимосвязи между методами обработки и шероховатостью обработанной поверхности. Так, например, установлено, что средняя высота неровностей не должна превышать 10...25% от допуска на обработку. Это позволило установить достижимую шероховатость поверхности для различных видов обработки, а с учетом затрат при любом другом способе обработки – экономически достижимую шероховатость поверхности.

Поверхности деталей машин, полученных литьем, ковкой, обработанные на металлорежущих станках и другими способами, характеризуются шероховатостью, цветом и физическими свойствами поверхностного слоя – степенью упрочнения (наклепом), глубиной упрочненного слоя, наличием остаточных напряжений и т.д. Эти показатели определяют состояние поверхности и характеризуют ее качество.

В ходе выполнения механической обработки поверхности параметры шероховатости ее сначала резко снижаются (после черновых переходов параметры снижаются в 4...5 раз), а затем медленнее при выполнении завершающих отделочных переходов – в 1,5...2 раза.

Характеристика взаимосвязи между шероховатостью поверхности и точностью механической обработки поверхностей приведены в технологических и других справочниках.

Пример выполнения работы

Дано: Наружная поверхность одной ступени вала, изготавливаемого из стальной штампованной поковки, обрабатывается в следующей последовательности: обтачивание черновое и получистовое, шлифование предварительное и чистовое. Окончательный размер поверхности выполняется по 7-му качеству ($IT7$) с параметром шероховатости $R_a = 1,25 \text{ мкм}$.

Требуется: Установить последовательность изменения параметра шероховатости обрабатываемой поверхности после каждого этапа обработки

и выбрать средства контроля параметра шероховатости в производственных условиях.

Решение: Пользуясь справочными данными устанавливаем последовательность изменения параметра шероховатости после каждого этапа обработки (см. таблицу 1):

Таблица 1 Изменение параметров шероховатости после механической обработки

Этап обработки	Содержание этапа	Параметр шероховатости, R_a , мкм
0	Исходная заготовка	80
1	Обтачивание черновое	20
2	Обтачивание получистовое	5
3	Шлифование предварительное	2,5
4	Шлифование чистовое	1,25

Средствами контроля параметров шероховатости поверхности в производственных условиях могут быть образцы (эталон) шероховатости по ГОСТ9378.

Задача: Для наружной поверхности детали задан требуемый параметр шероховатости поверхности (см. таблицу 2).

Таблица 2 Варианты заданий к задаче

Номер варианта	Наименование детали	Вид исходной заготовки	Шероховатость детали R_a , мкм
1	Вал	Прокат стальной горячекатаный обычной точности	2,5
2	Вал	Прокат стальной горячекатаный повышенной точности	1,25
3	Втулка	Литье чугунное 1 класса	2,5
4	Втулка	Литье чугунное 2 класса	1,25
5	Рычаг	Литье стальное 1 класса	1,25
6	Рычаг	Литье стальное 2 класса	0,32
7	Шестерня	Стальная штамповка	2,5
8	Шестерня	Поковка	5
9	Фланец	Прокат стальной горячекатаный обычной точности	10
10	Фланец	Прокат стальной горячекатаный повышенной точности	0,32

Требуется: Установить последовательность обработки для получения заданного параметра шероховатости и возможные варианты завершающего метода обработки этой поверхности. Результаты можно представить в виде таблицы (пример заполнения таблицы см. ниже).

Таблица 2 Изменение параметров шероховатости после механической обработки

Этап обработки	Содержание этапа	Параметр шероховатости, R_a , мкм
0	Исходная заготовка	80
1	Обтачивание черновое	20
2	Обтачивание получистовое	5
3	Шлифование предварительное	2,5
4	Шлифование чистовое	1,25

Практическая работа №5

Расчет показателей технологичности детали

Цель занятия: Научиться определять количественные показатели технологичности детали

Содержание занятия: Ознакомиться с исходными данными для расчета показателей технологичности; Изучить ГОСТы с перечнем основных и дополнительных показателей технологичности. Произвести расчеты показателей технологичности конструкции в соответствии с вариантом.

Пример выполнения задания

Дано: Деталь Вал массой 2,5кг изготавливают из стали 45 ГОСТ1050. Метод получения заготовки – горячая объемная штамповка на горизонтально-ковочной машине (ГКМ); масса заготовки - 2,8кг. Точность изготовления поковки – 1 класс. Трудоемкость механической обработки детали $T_n = 56 \text{ мин}$, базовая трудоемкость $T_0 = 82 \text{ мин}$. Условно себестоимость изготовления детали составила $C_n = 250 \text{ руб.}$ при условной базовой себестоимости $C_0 = 285 \text{ руб.}$

Данные конструкторского анализа детали по поверхностям сведены в таблицу 1.3.

Требуется: Определить показатели технологичности конструкции детали.

Таблица1 Данные конструкторского анализа детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей	Количество унифицированных элементов	Квалитет точности	Параметр шероховатости, R_a , мкм
Торец	2	-	11	1,25
Центровочное отверстие	2	2	10	20
Фаска	4	4	12	20
Наружная поверхность	4	3	8	2,5
Итого	$Q_s = 12$	$Q_{y.z.} = 9$		

Решение: Определяем основные показатели технологичности:

- абсолютный технико-экономический показатель – трудоемкость изготовления детали $T_v = 56 \text{ мин}$,

Уровень технологичности конструкции по трудоемкости изготовления

$$K_{y.n} = \frac{T_n}{T_0} = \frac{56}{82} = 0,68$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. трудоемкость ее изготовления по сравнению с базовой ниже на 32%.

- технологическая себестоимость изготовления детали $C_n = 250 \text{ руб.}$

Уровень технологичности конструкции по себестоимости

$$K_{y.c} = \frac{C_n}{C_0} = \frac{250}{285} = 0,88 \text{ руб}$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. себестоимость ее снизилась по сравнению с базовой на 12%.

Определяем дополнительные показатели технологичности:

- коэффициент использования материала

$$K_{v.m} = \frac{m_0}{m_s} = \frac{2,5}{2,8} = 0,89$$

По данному показателю деталь считается технологичной, т.к. материал использован на 89%.

- коэффициент унификации конструктивных элементов

$$K_{y.z} = \frac{Q_{y.z}}{Q_s} = \frac{9}{12} = 0,75$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. $K_{y.z} > 0,6$

- коэффициент точности обработки

$$K_{m.t} = 1 - \left(\frac{1}{A_{cp}}\right),$$

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.

В нашем случае $A_{\text{ср.}} = \frac{2 \times 11 + 2 \times 10 + 4 \times 12 + 4 \times 8}{20} = 10,16$

$$K_{\text{м.н.}} = 1 - \frac{1}{10,16} = 0,9$$

По данному показателю деталь технологична, т.к. $K_{\text{м.н.}} > 0,8$

- коэффициент шероховатости

$$K_{\text{ш}} = \frac{Q_{\text{м.н.}}}{Q_{\text{м.о.}}},$$

где $Q_{\text{м.н.}}$ - число поверхностей необоснованной шероховатости, шт.;

$Q_{\text{м.о.}}$ - общее число поверхностей, подлежащих механической обработке, шт.

Чем меньше значение коэффициента $K_{\text{ш}}$, тем технологичнее деталь.

$$K_{\text{ш}} = \frac{0}{12} = 0$$

По данному показателю деталь технологична.

Задача. В таблице по вариантам приведены исходные данные о заготовке и о рассматриваемой детали.

Требуется: Определить показатели технологичности детали в рамках рассмотренного выше примера.

Таблица 1 Исходные данные к задаче

Но мер вари- анта	Коли- чество поверх- ностей детали Q_d	Коли- чество унифи- циро- ванных элемен- тов $Q_{y.z.}$	Масса, кг		Трудоемкость, мин		Себестоимость, руб		Сред- ний ква- литет точ- ности	Сред- няя шero- хова- тость $B_{\text{ср}}$
			де- тали m_d	заго- товки m_z	детали T_d	базo- вого аналога T_o	детали C_d	базo- вого аналога C_o		
1, 6	43	29	0,3	0,45	33	39	120	150	6,6	0,5
2, 7	16	10	0,6	1,1	26	31	150	210	8,0	0,63
3, 8	51	40	4,2	4,8	46	51	320	415	6,8	2,5
4, 9	23	21	0,8	1,1	23	34	170	210	9,5	3,3
5,10	62	54	3,8	4,1	39	51	300	398	7,3	1,1

Практическая работа №6

Расчет припусков на механическую обработку для тела вращения и отверстия

Цель занятия: Научиться определять составляющие припуска и величину припуска на механическую обработку наружных и внутренних поверхностей.

Содержание занятия: Определение межоперационных припусков на обработку для каждого перехода; определение межоперационных размеров и размеров исходной заготовки для обработки наружной и внутренней поверхностей.

Примеры выполнения задания

Пример 1: Деталь - Вал (см. рисунок), материал детали - сталь 50 ГОСТ1050. Производство – среднесерийное. По чертежу детали и заданным требованиям к точности и качеству выполнения отдельных ее поверхностей, а также выбранным переходам механической обработки,

Требуется: 1. Определить межоперационные припуски на обработку для каждого перехода; 2. Средние межоперационные размеры заготовки для каждого перехода; 3. Размеры исходной заготовки.

$\sqrt{Ra\ 12,5(\checkmark)}$

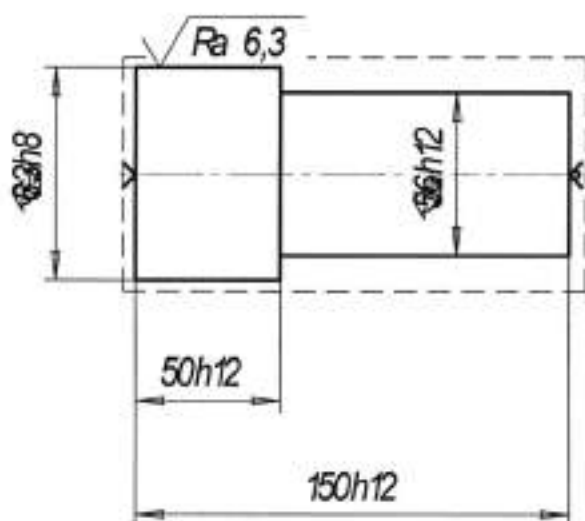


Рисунок 1

Решение: 1. Определяем тип заготовки, из которой будет изготовлена в дальнейшем деталь. Деталь представляет собой тело вращения с перепадом

диаметров $\frac{63-56}{2} = 3,5 \text{ мм}$. Для такой детали наиболее приемлемой является штампованная заготовка. Но, учитывая тип производства и незначительный перепад диаметров, можно в качестве заготовки использовать сортовой прокат.

2. Устанавливаем последовательность переходов механической обработки на основании требований к качеству обрабатываемых поверхностей, а также материала обрабатываемой детали. Т.к. заготовкой будет сортовой прокат постоянного по всей длине диаметра, то расчет будем вести по большему диаметру детали $63h8(-0,046)$. Для получения поверхности этого диаметра с классом точности $h8$ и шероховатостью поверхности $R_z 6,3 \text{ мкм}$ необходимы следующие переходы механической обработки:

- черновое обтачивание;
- чистовое обтачивание;
- тонкое обтачивание.

3. Составляем и заполняем таблицу для расчета, которая называется расчетной картой:

Таблица 1.16 Расчетная карта для определения припусков на обработку

Размер детали, мм	Номер перехода	Содержание (наименование) технологического перехода	Элементы припуска, мкм				Допуск T , мкм	Припуск $2Z$, мкм	Средний расчетный диаметр, мм
			R_z	h	ρ	ϵ			
63h8(-0,046)	0	Заготовка	160	250	150	-	1600	-	67,1
	1	Обтачивание черновое ($h12$)	63	60	9	400	300	3256	63,8
	2	Обтачивание чистовое ($h10$)	20	30	-	20	120	590	63,22
	3	Обтачивание тонкое ($h8$)	5	-	-	1	46	222	63,0

Для заполнения таблицы подбираем табличные значения всех величин. Данные для этого находятся в литературе (Справочник технолога-машиностроителя, т.1). Подбираем табличные значения R_z и h для заготовки из табл.1, стр.180. Допустим, взят прокат обычной точности, тогда

$R_z=160\text{мкм}$; $h=250\text{мкм}$. Заносим эти значения в расчетную карту. Далее по табл.5, стр.181 выбираем точность выполнения каждого перехода и соответствующие классу точности значения R_z и h :

- после чернового обтачивания – квалитет 12: $R_z=63\text{мкм}$, $h=60\text{мкм}$;

- после чистового обтачивания – квалитет 10...11: $R_z=32...20\text{мкм}$, $h=30\text{мкм}$;

после тонкого обтачивания – квалитет 7...9: $R_z=6,3...3,2\text{мкм}$, $h=0\text{мкм}$.

Выбираем: тонкое обтачивание нам задано по 8 квалитету, значит $R_z=\frac{6,3+3,2}{2}=4,9\text{мкм}$; $h=0\text{мкм}$; чистовое обтачивание по 10 квалитету, тогда $R_z=20\text{мкм}$, $h=30\text{мкм}$; черновое обтачивание по 12 квалитету, тогда $R_z=63\text{мкм}$, $h=60\text{мкм}$; Заносим эти значения в расчетную карту, соответственно каждому переходу. Заполняем графу допусков, выбирая значения из табл.32, стр.192:

Для 8 квалитета $T=46\text{мкм}$; для 10 квалитета $T=120\text{мкм}$; для 12 квалитета $T=300\text{мкм}$. Допуск на самую заготовку, т.е. прокат обычной точности, определяем из табл.62, стр.169 $T_{\text{заг}}=+0,5-(-1,1)=1,6\text{мм}=1600\text{мкм}$.

Переходим к определению геометрических отклонений взаимосвязанных поверхностей. В нашем случае заготовка круглый цилиндр определенной длины и диаметра. К отклонениям взаимосвязанных поверхностей у него относятся отклонения формы (отклонение от круглости) и отклонения профиля продольного сечения. Отклонение от круглости входит в допуск на изготовление проката. А к отклонениям профиля продольного сечения у проката относятся изогнутость, или кривизна профиля, которая характеризуется величиной относительной кривизны профиля Δ_x и выражается в мкм на 1мм длины проката (стр.180, табл.4). При установке в центрах (а наша заготовка в процессе обработки будет устанавливаться именно так) $\rho = \Delta_x \cdot l$, (стр.177, формула 11)

где l - длина заготовки, мм .

Для нашей заготовки длиной 150мм из табл.4, стр.180 для сортового проката обычной точности $\Delta_x = 1,0 \frac{\text{мкм}}{\text{мм}}$, тогда $\rho_{\text{заг}} = 1,0 \cdot 150 = 150\text{мкм}$.

Эта погрешность характеризует саму заготовку. В процессе обработки пространственные отклонения взаимного расположения уменьшаются. Остаточные отклонения после определенного вида обработки определяем по формуле:

$$\rho_{\text{ост}} = \rho_{\text{пред}} \cdot k_y,$$

где k_y - коэффициент уточнения (табл.29, стр.190).

Для нашего случая

$$\rho_{1(\text{черн.точ})} = \rho_{\text{заг}} \cdot 0,06 = 150 \cdot 0,06 = 9 \text{ мкм};$$

$$\rho_{2(\text{мех.точ})} = \rho_1 \cdot 0,05 = 9 \cdot 0,05 = 0,45 \text{ мкм};$$

$$\rho_{3(\text{фин.точ})} = \rho_2 \cdot 0,04 = 0,45 \cdot 0,04 = 0,018 \text{ мкм}.$$

Заносим значения ρ в расчетную карту, включая и $\rho_{\text{заг}}$. Значениями ρ_2 и ρ_3 ввиду их малости пренебрегаем.

Определяем погрешности установки заготовки по переходам. Для заготовки эта величина отсутствует, т.к. установка при механической обработке начинает сказываться только с перехода чернового точения. Для рассматриваемого случая обработки в центрах погрешность установки будет связана с погрешностью выполнения центровочных отверстий и, определяться по формуле:

$$\varepsilon = 0,25\sqrt{\delta^2 + 1}, \text{ (формула 16, стр.178)}$$

где δ - допуск на диаметральный размер заготовки, мкм. При $\delta \gg 1$ $\varepsilon = 0,25\delta$.

В нашем случае $\delta = 1600 \text{ мкм}$, тогда

$$\varepsilon_{1(\text{черн.точ})} = 0,25 \cdot 1600 = 400 \text{ мкм}.$$

На последующих переходах пользуемся коэффициентами уточнения (см. выше), получаем:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot 0,05 = 400 \cdot 0,05 = 20 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_2 \cdot 0,04 = 20 \cdot 0,04 = 0,8 \text{ мкм} \approx 1 \text{ мкм}.$$

В случае других способов закрепления заготовок на станке или в приспособлении, используются справочные данные стр.41, табл.12 или рассчитываются по формулам стр.45.

Заносим в расчетную карту полученные значения ε .

4. Определяем значения расчетных межоперационных припусков по переходам. Для этого определяем тип обрабатываемой поверхности – наружная поверхность вращения. Значит, для нее расчет проводится по формуле 1.17: $2Z_{\text{от}} = T_{i-1} + 2(R_{r(i-1)} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$.

Начинаем проводить расчет с окончательного перехода (тонкого обтачивания), переходя к заготовке.

$$2Z_{a3} = 120 + 2(20 + 30 + \sqrt{0^2 + 1^2}) = 120 + 2 \cdot 51 = 222 \text{ мкм};$$

$$2Z_{a2} = 300 + 2(63 + 60 + \sqrt{9^2 + 20^2}) = 300 + 2 \cdot (123 + 22) = 590 \text{ мкм};$$

$$2Z_{a1} = 1600 + 2(160 + 250 + \sqrt{150^2 + 400^2}) = 1600 + 2(410 + 418) = 3256 \text{ мкм}.$$

5. Определяем значение межоперационных размеров по переходам по формуле $D_{\text{сп}(i-1)} = D_{\text{сп}i} + 2Z_{ai}$

$$D_{\text{сп}} = D_{\text{сп}_{\text{ном}}} = 63,0 \text{ мм};$$

$$D_{\text{сп}_2} = 63,0 + 0,022 = 63,222 \text{ мм}$$

$$D_{\text{сп}_3} = 63,222 + 0,590 = 63,812 \text{ мм};$$

$$D_{\text{за}} = 63,812 + 3,256 = 67,068 \text{ мм}.$$

Округляем эти значения до целых значений допуска и заносим в расчетную карту: $D_3 = D_{\text{ном}} = 63,0 \text{ мм}$; $D_{\text{сп}_2} = 63,22 \text{ мм}$; $D_{\text{сп}_3} = 63,8 \text{ мм}$; $D_{\text{за}} = 67,1 \text{ мм}$.

Допуск на выполнение каждого перехода уже определен и имеется в расчетной карте. Допуск на выполнение самой заготовки - $(\begin{smallmatrix} +0,5 \\ -1,1 \end{smallmatrix})$, значит, размер заготовки составит $67,1_{-1,1}^{+0,5} \text{ мм}$, $D_{\text{мин}_{\text{за}}} = 66,0 \text{ мм}$; $D_{\text{макс}_{\text{за}}} = 67,6 \text{ мм}$.

Из условия $D_{\text{мин}_{\text{за}}} \geq D_{\text{мин}_{\text{сп}}}$ по справочнику стр.169, табл.62 выбираем диаметр сортового проката, равный 68 мм.

6. Строим схему расположения межоперационных припусков.

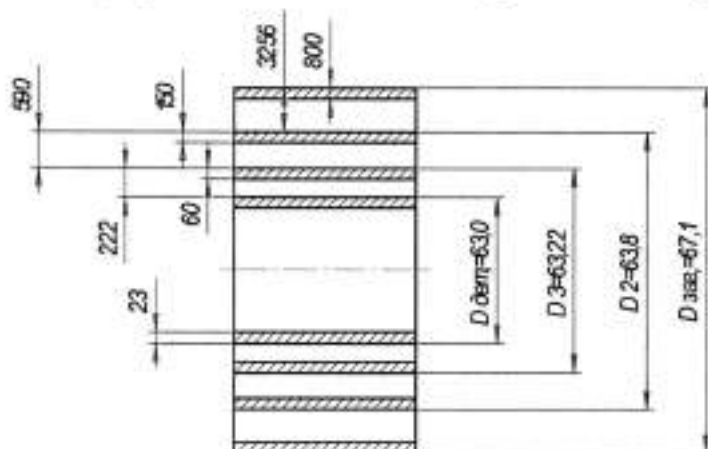


Рисунок 2

Пример 2: Толстостенная деталь (см. рисунок 3), имеющая толщину стенки 30 мм, устанавливается при обработке в самоцентрирующемся 3-х

кулачковом патроне по ранее обработанным базам. Материал детали сталь 50 ГОСТ1050.

Требуется: Определить межоперационные припуски на механическую обработку и межоперационные размеры обработки отверстия диаметром $24H10^{(+0,084)}$ мм. Последовательность обработки: 1. Сверление; 2. Зенкерование черновое; 3. Развертывание.

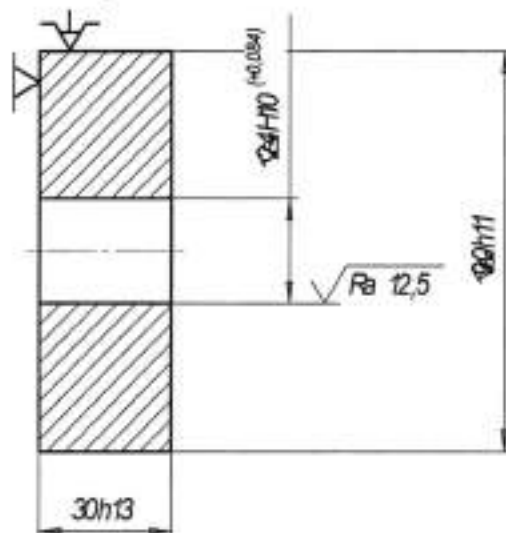


Рисунок 3

Решение: 1. Размеры для решения задачи заданы, последовательность механической обработки определена, составляем и заполняем расчетную карту (см. таблицу 2):

Таблица 2 Расчетная карта для определения припусков на обработку

Размер детали, мм	Номер перехода	Содержание технологического перехода	Элементы припуска, мкм				Допуск T , мкм	Припуск $2Z_b$, мкм	Средний расчетный диаметр, мм
			R_z	h	ρ	ϵ			
$24H10^{(+0,084)}$	1	Сверление	50	70	37	80	210	-	22,92
	2	(H12)							
	3	Зенкерование	40	40	2	80	130	626	23,55
		(H11)							
		Развертывание	10	20	-	80	84	450	24,0
		(H10)							

Из таблицы 27, стр.190 выбираем табличные значения R_z , h , T и заносим их в расчетную карту.

После развертывания: качество 10, $R_z = 10$ мкм; $h = 20$ мкм; $T_{раз} = 48$ мкм;

После чернового зенкерования квалитет 11 $R_z = 40 \text{ мкм}; h = 40 \text{ мкм}; T_{\text{max}} = 130 \text{ мкм};$

После сверления спиральным сверлом квалитет 12
 $R_z = 50 \text{ мкм}; h = 70 \text{ мкм}; T_{\text{max}} = 210 \text{ мкм}.$

2. Определяем геометрические отклонения при сверлении

$$\rho_{\text{св}} = \sqrt{(\Delta_y \cdot l)^2 + C_o^2},$$

где Δ_y - значение увода сверла, выбираем по табл.28, стр.190

l - длина просверливаемого отверстия, мм;

C_o - смещение оси отверстия относительно номинального расположения, мкм, табл.28, стр.190.

$$\Delta_y = 0,9 \text{ мкм/мм}; C_o = 25 \text{ мкм}; l = 30 \text{ мм}$$

$$\rho_{\text{св}} = \sqrt{(0,9 \cdot 30)^2 + 25^2} = \sqrt{27^2 + 25^2} = 37 \text{ мкм}$$

Для переходов зенкерования и развертывания используем коэффициенты уточнения из табл.29, стр.190, получаем:

$$\rho_{\text{знк}} = \rho_{\text{св}} \cdot 0,06 = 37 \cdot 0,06 = 2,2 \approx 2 \text{ мкм};$$

$\rho_{\text{рзн}} = \rho_{\text{знк}} \cdot 0,05 = 2,22 \cdot 0,05 = 0,11 \text{ мкм}$ - ввиду малости величины данным значением пренебрегаем. Остальные данные заносим в расчетную карту.

3. Определяем погрешность установки заготовки.

Для детали, установленной в 3-х кулачковом самоцентрирующемся патроне по ранее чисто обработанным базам радиальное смещение заготовки $\varepsilon_{\text{мт}} = \varepsilon_{\text{св}} = 80 \text{ мкм}$. Т.к. в процессе дальнейшей обработки крепление заготовки не меняется, погрешность установки сохраняется на всех последующих переходах, т.е. $\varepsilon_{\text{знк}} = 80 \text{ мкм}; \varepsilon_{\text{рзн}} = 80 \text{ мкм}$. Заносим данные в расчетную карту.

4. Определяем расчетные значения межоперационных припусков по

формуле 1.17: $2Z_n = T_{i-1} + 2(R_{z(i-1)} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$.

Определяем припуски по переходам, начиная с конечного, развертывания:

$$2Z_{z3(\text{рзн})} = 130 + 2(40 + 40 + \sqrt{2^2 + 80^2}) = 130 + 2(80 + 80) = 450 \text{ мкм};$$

$$2Z_{z2(\text{знк})} = 210 + 2(50 + 70 + \sqrt{37^2 + 80^2}) = 210 + 2(120 + 88) = 626 \text{ мкм}.$$

Припуск на сверление не рассчитывается, т.к. это не имеет смысла - отверстие сверлится в сплошном материале.

5. Определяем расчетные межоперационные размеры и размеры сверла для сверления отверстия по формуле. $D_{\text{ср}(i-1)} = D_{\text{ср}(i)} - 2Z_{\text{в}i}$.

$$D_{\text{ср,пол}} = D_{\text{пол}} = 24,0 \text{ мм};$$

$$D_{\text{ср,мин}} = 24,0 - 0,45 = 23,55 \text{ мм};$$

$$D_{\text{ср,сверл}} = 23,55 - 0,626 = 22,924 \text{ мм}.$$

Округляем до целых значений чисел допусков и записываем значение средних межоперационных размеров в расчетную карту.

$D_{\text{пол}} = 24,0 \text{ мм}; D_{\text{ср,мин}} = 23,55 \text{ мм}; D_{\text{ср,сверл}} = 22,92 \text{ мм}.$ Таким образом, для первоначального сверления отверстия необходимо выбрать сверло диаметром 22,9 мм.

6. Строим схему расположения межоперационных припусков

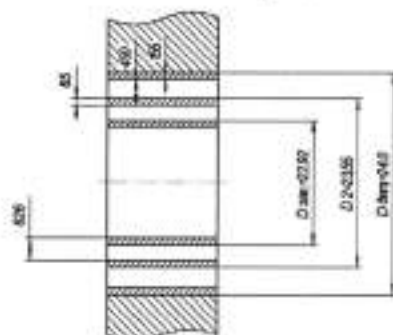


Рисунок 4

Задача 1: Деталь вал из стали 45 ГОСТ1050 (см. рисунок 5). Метод изготовления – безоблойная штамповка на молотах. Заготовка – штампованная поковка нормальной точности без правки, без термообработки. Обработка ведется в центрах. Последовательность обработки: 1. Однократное обтачивание; 2. Черновое шлифование; 3. Чистовое шлифование.

Требуется: Определить межоперационные припуски расчетно-аналитическим методом, межоперационные размеры и размеры исходной заготовки. Построить схему расположения межоперационных припусков. Варианты заданий представлены в таблице.

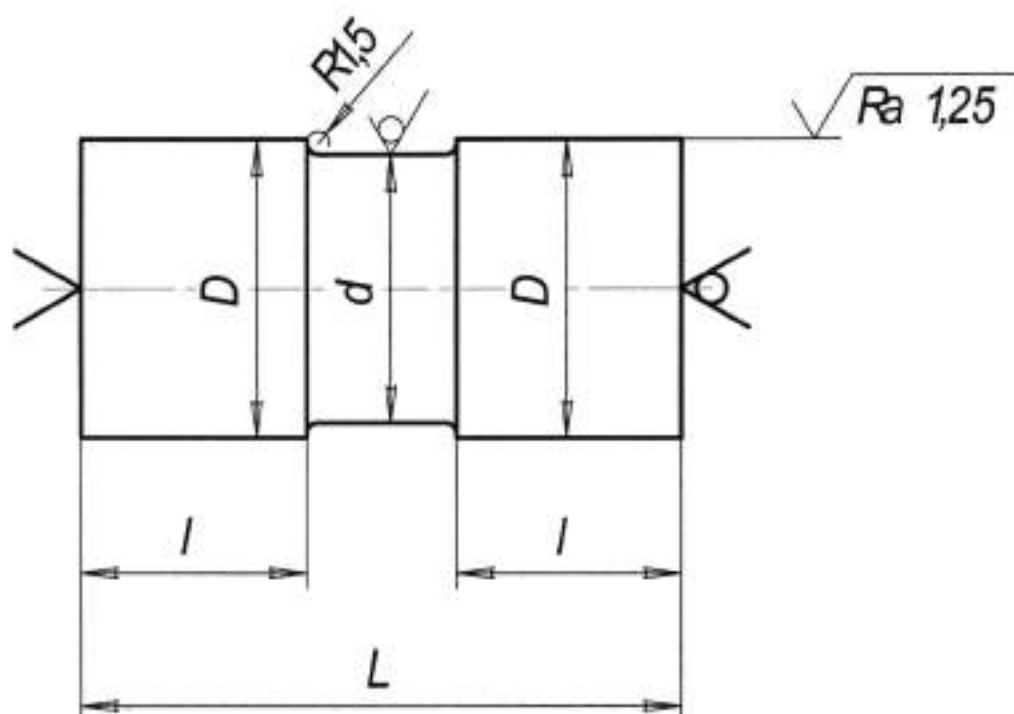


Рисунок 5

Таблица 3 Исходные данные к задаче 2

Номер варианта	$D, мм$	$d, мм$	$L, мм$	$l, мм$	Масса поковки, кг	Допуск на изготовление поковки, мм
1; 3	$85h7$	$80^{+1,9}_{-1,0}$	$300h14$	$75h13$	12	$+1,9$ $-1,0$
2; 4	$45h7$	$40^{+1,2}_{-0,6}$	$200h14$	$30h13$	2	$+1,2$ $-0,6$
5; 7	$60h7$	$55^{+1,9}_{-1,0}$	$250h14$	$60h13$	8	$+1,9$ $-1,0$
6; 8	$75h7$	$75^{+1,9}_{-1,0}$	$200h14$	$40h13$	10	$+1,9$ $-1,0$
9; 10	$55h7$	$50^{+1,2}_{-0,6}$	$150h14$	$35h13$	4	$+1,2$ $-0,6$

Задача 2: Деталь – втулка, материал детали сталь 40 ГОСТ1050-88 (см. рисунок 6). Выполнить отверстие диаметром d при установке детали на постоянные опоры, в приспособлении с винтовым зажимом по предварительно обработанным поверхностям. Последовательность обработки: 1. Сверление спиральным сверлом; 2. Чистовое зенкерование; 3. Точное развертывание.

Требуется: Определить межоперационные припуски расчетно-аналитическим методом; межоперационные размеры; построить схему расположения припусков. Варианты заданий представлены в таблице.

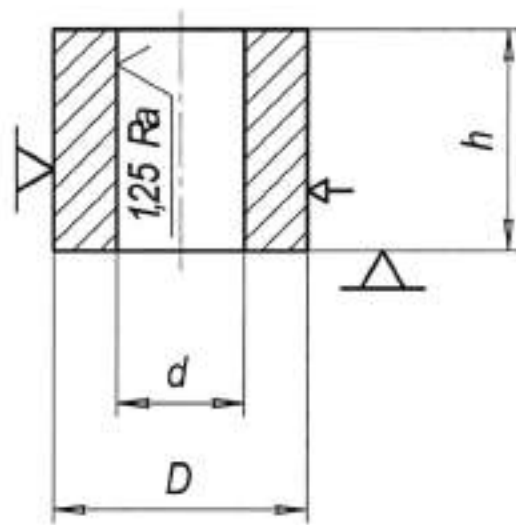


Рисунок 6

Таблица 4 Исходные данные к задаче 2

Номер варианта	$d, \text{мм}$	$D, \text{мм}$	$h, \text{мм}$
1; 3	21H8	60h13	30h14
2; 4	14H8	35h13	20h14
5; 7	23H8	65h13	35h14
6; 8	17H8	40h13	30h14
9; 10	12H8	35h13	25h14

Практическая работа №7

Нормирование одно- и многоинструментальных токарных работ

Цель занятия: установление режимов резания и нормы штучного времени на точение для одноинструментальных и многоинструментальных работ.

Содержание занятия: в соответствии с исходными данными определить режимы резания и штучное время на токарную операцию.

Порядок выполнения работ:

1.Для одноинструментальных токарных работ:

1.1 Определить расчётные размеры обработки D , l , $2Z_{\text{в}}$. Для наружных поверхностей. За расчётный диаметр D принимают диаметр заготовки, а для внутренних - диаметр отверстия после выполнения обработки; l -длина обрабатываемой поверхности в мм; $2Z_{\text{л}}$ —припуск на диаметр в мм.

1.2 Определить глубину резания t (мм). С целью повышения производительности и уменьшения числа рабочих ходов рекомендуется глубину резания принимать равной припуску на сторону.

1.3 Определить расчётную длину обработки $L_{\text{р.х.}}$ (в мм).

$$L_{\text{р.х.}} = l + l_1 + l_2, \text{ где:}$$

l_1 - величина врезания и перебега инструмента;

l_2 - дополнительный путь для подхода резца или взятия пробных стружек

1.4 Определить число рабочих ходов i .

$$i = 2Z_{\text{в}} / 2t$$

При подрезке торцов, а также при величине припуска принятой на сторону:

$$l = 2Z_{\text{в}} / t$$

1.5 По нормативам определить подачу S (в случае если обработка ведётся с поперечного суппорта, то определяется поперечная подача; в случае если обработка ведётся с продольного суппорта, то определяется продольная подача).

1.6. Выбранную подачу корректируют по паспорту станка и принимают ближайшее меньшее к нормативному значение подачи

1.7 По нормативам определить скорость резания v (м/мин).

1.8 Определить частоту вращения шпинделя станка n

$$n = 1000v / \pi D$$

1.9 По паспорту станка принимают ближайшее меньшее к расчетному значение частоты вращения шпинделя станка.

1.10 Определить фактическую скорость резания по принятой частоте вращения

$$v_f = \pi D n / 1000$$

1.11 По нормативам определить силу резания $F_{рез}$ (Н).

1.12 По нормативам определить мощность N (кВт), затрачиваемую на резание.

1.13 Определить достаточно ли мощность станка:

$$N \leq 1.2 N_{дв\eta}$$

1.14 Основное время (в мин) для всех видов токарных работ находят по формуле:

$$T_o = (L_{р.х.} / \pi S) i$$

2. Вспомогательное время нормируют по следующим элементам или комплексам приёмов:

а) время на установку и снятие детали ($t_{ул}$);

б) время, связанное с переходом (комплекс приёмов; $t_{сз}$);

в) время на измерения (контроль окончательных размеров; $t_{из}$);

г) время на приёмы не вошедшие в комплекс ($t_{вк}$).

3. Оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_{вк}$$

4. Время на обслуживание рабочего места $T_{обсл}$ (в мин) определяют по нормативам и выражают в % от оперативного времени.

5. Время перерывов на отдых и личные надобности $T_{отл}$ (в мин) определяют по нормативам и выражают в % от оперативного времени. (4%)

6. Штучное время:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обсл} + T_{отл}$$

7. Подготовительно-заключительное время $T_{п-з}$ определяют по нормативам

Задача 1: Определить режимы резания и норму штучного времени на обтачивание ступени вала из стали 50 на токарно-винторезном станке 16К20 проходным отогнутым резцом с сечением державки 16*25 с углом $\phi=45^\circ$ и $r=1$ мм. Размеры вала и исходные данные приведены в таблице 1

Таблица 1

№ варианта	Размеры обработки, мм			Параметр шероховатости Rz, мк	Вид заготовки	Предел прочности материала $\sigma_{\text{в}}$, МПа
	D	d	l			
1	60	54h4	50	80	Горячекатаный прокат	650
2	70	62h4	80	40	Горячекатаный прокат	700
3	80	72h4	100	40	Штамповка	700
4	90	86h1	ПО	20	Горячекатаный прокат	750
5	90	82h4	120	80	Штамповка	700
6	100	96h1	140	40	Горячекатаный прокат	650

Задача 2: Определить режимы резания и норму штучного времени на обтачивание торца детали. Станок токарно-винторезный 16К20. Установка и закрепление заготовки в самоцентрирующем патроне с выверкой биения мелом. Резец проходной отогнутый 16*25 мм с геометрическими параметрами $\phi=45^\circ; \gamma=10^\circ; r=1\text{мм}$. Размеры детали и исходные данные приведены в таблице 2:

Таблица 2

№ варианта	Размеры обработки, мм			Параметр шероховатости Rz, мк	Вид заготовки	Материал детали
	D	d	2Zв			
1	80	20	1	20	Горячекатаный прокат	Сталь 40, $\sigma_{\text{в}}=600$ МПа
2	100	40	2	40	Горячекатаный прокат	Сталь 20, $\sigma_{\text{в}}=500$ МПа
3	150	60	3	80	Горячекатаный прокат	Сталь 50, ($\sigma_{\text{в}}=700$ МПа)
4	200	80	4	80	Горячекатаный прокат	Сталь 40, ($\sigma_{\text{в}}=600$ МПа)
5	120	60	2	40	Отливка с тв. Коркой	Серый чугун НВ180
6	240	120	4	80	Отливка с тв. коркой	Серый чугун НВ200

Задача 3: Определить режимы резания и норму штучного времени на растачивание сквозного отверстия в детали. Станок токарно-винторезный 1А616К. Установка и закрепление заготовки в самоцентрирующем патроне с выверкой биения мелом. Резец расточной проходной 20*20 с геометрическими параметрами: $\varphi=45^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $r=1$ мм. Размеры детали и исходные данные приведены в таблице 3. Масса заготовки 3кг. Производство серийное.

Таблица 3

№ варианта	Размеры обработки, мм				Параметр шероховатости Кг, мм	Вид заготовки	Материал детали
	D	d	2Zв	L			
1	120	80Н11	3	50	20	Штамповка	Сталь40, $\sigma_{в}=600$ Мпа
2	120	70Н11	5	60	80	Штамповка	Сталь20, $\sigma_{в}=550$ МПа<
3	150	100Н11	4	100	40	Штамповка	СтальШХ15, $\sigma_{в}=750$ Мпа
4	200	120Н14	6	120	80	Штамповка	Сталь40, $\sigma_{в}=600$ МПа
5	120	70Н14	3	60	20	Отливка	Серый чугун НВ180
6	240	160Н11	4	120	80	Отливка	Серый чугун НВ160

Для многоинструментальных токарных работ:

1. Определить расчётные размеры обработки. За расчётный принимают тот диаметр детали, который является лимитирующим (по стойкости), т.е. как правило, наибольший обрабатываемый диаметр детали. Определить припуски на каждую обрабатываемую поверхность.

2. Определить глубину резания для каждого резца наладки из условия $T=Z_b$

3. Определить длину рабочего хода каждого суппорта $L_{р.х.}$ (мм)

$L_{р.х.} = l_{рез.} + l_1 + l_2$, где:

$l_{рез.}$ -наибольшая длина резания одного из резцов данного суппорта;

l_1 - величина врезания и перебега;

l_2 - дополнительный путь, вызванный особенностями наладки и конфигурации детали.

4. По нормативам для одноинструментальной обработки определить подачу суппортов за один оборот шпинделя. При различных условиях работы каждого резца, установленного на суппорте, величину подачи суппорта принимают по резцу с наименьшим принятым значением подачи.

5. По паспорту станка принимают ближайшее меньшее к принятому значение подачи каждого суппорта.

6. Определить период стойкости T в мин, для предположительно лимитирующего инструмента наладки, по нормативам.

7. Определить скорость резания для лимитирующего инструмента по нормативам для одноинструментальных работ с учётом всех поправочных коэффициентов.

8. Определить частоту вращения шпинделя станка n (об/мин):

$$n=1000v/\pi D$$

9. По паспорту станка принимают ближайшее меньшее к расчётному значение частоты вращения шпинделя станка.

10. Определить фактическую скорость резания по принятой частоте вращения для всех инструментов наладки:

$$v_f=\pi Dn/1000$$

11. Мощность потребная на резание определяется как сумма затрат мощности для каждого инструмента.

12. Основное время (в мин):

$$T_o=L_{p,x}/nS$$

13. Штучное время:

$$T_{шт}=T_{оп}+T_{обсл}+T_{отл}$$

Задача 4: Определить норму штучного времени на токарную обработку детали. Станок токарный многолезцовый 1A730. Резцы для обработки поверхностей 1,4,7: проходные 16*25, $\varphi=45^\circ$, $r=1$ мм; для обработки поверхностей 2,3 - проходные упорные 16*25, $\varphi=90^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $r=1$ мм. Для обработки поверхностей 5,6 -резцы канавочные 16*25, $b=5$ мм. Материал пластин всех резцов - T15K6, детали - сталь 50.

Исходные данные приведены в таблице 4.

Таблица 4

№ варианта	Размеры обработки, мм														Вид заготовки	Предел прочности материала $\sigma_b, \text{МПа}$
	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	l1	l2	l3	l4	l5	l6	l7		
1	90 h11	87 h11	82	84 h11	80	82 h11	74 h11	50	40	60	50	5	5	2* 45 ⁰	Горячекатаный прокат	650
2	85 h14	80 h14	75	78 h11	68	72 h14	62 h11	30	25	35	32	6	4	2* 45 ⁰	Штамповка	700
3	94 h7	88 h8	84	86 h8	82	88 h7	74h9	35	30	40	37	3	5	2* 45 ⁰	Горячекатаный прокат	650
4	78 h9	72 h7	66	68 h8	64	70 h11	63 h9	42	35	48	45	4	4	2* 45 ⁰	Штамповка	700
5	80 h12	75 h12	72	74 h12	69	73 h12	65 h12	28	24	34	30	5	6	2* 45	Штамповка	700
6	44 h13	40 h10	35	37 h14	32	35 h8	28h9	60	55	72	58	5	2	2* 45 ⁰	Горячекатаный прокат	650

Практическая работа №8

Расчет технически обоснованной нормы времени на обработку поверхности фрезерованием (плоскость, паз)

Цель занятия: Научиться определять норму штучного времени при обработке плоскостей и пазов фрезерованием.

Содержание занятия: Используя исходные данные, определить норму штучного времени и норму подготовительно-заключительного времени на операцию.

Исходные данные: эскиз обработки; материал заготовки; оборудование; оснастка; тип производства.

Порядок выполнения работы:

1. Определить расчетные размеры обработки, мм; ширину фрезерования B , длину обрабатываемой поверхности l , припуск на обработку Z .

2. Определить глубину резания. Ее по возможности принимают равной припуску.

Примечание: глубиной резания при фрезеровании считают толщину слоя металла, снимаемого за 1 рабочий ход, измеренную в направлении, перпендикулярно к оси цилиндрических и дисковых фрез, или в направлении, параллельном оси фрез, работающих торцами.

3. Рассчитать длину обработки $L=l+l_1+l_2$,

где $l_1 = l_1' + l_1''$ (здесь l_1' и l_1'' - величины врезания и перебега, принимаемые по нормативам по нормативам).

l_2 - дополнительный путь при работе по методу пробных стружек, который принимают равным 10... 15 мм, или путь, учитывающий конфигурацию детали.

4. Определить число рабочих ходов $i = \frac{h}{t}$

5. Подача на зуб фрезы S_z (мм/зуб) или подача за один оборот фрезы S_0 (мм/об) зависит от материала обрабатываемой детали, конструкции и материала фрезы и требуемой шероховатости поверхности. При выборе

подачи для черного фрезерования необходимо также учитывать мощность станка.

6. Определить скорость резания по нормативам

7. Определить частоту вращения фрезы

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{\text{фб}}}, \text{ м/мин}$$

По паспорту станка скорректировать частоту вращения и подобрать ближайшее меньшее n_n .

8. Определить фактическую скорость резания по принятому значению

n_n :

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi D_{\text{ф}} n_n}{1000}, \text{ м/мин}$$

9. Определить минутную подачу и корректируют по паспорту станка

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n_n$$

10. Определить усилие резания

11. Определить по нормативам мощность на резание

1.2 Определить основное время

$$T_0 = \frac{L}{S_{m_n}} i, \text{ мин.}$$

13. Определить вспомогательное время T_B . Оно складывается из времен:

13.1 Время на установку и снятие детали t_1 . Его определяют в зависимости от вида приспособления, массы детали, состояния поверхности устанавливаемой детали и т.д.

13.2 Время, связанное с переходом t_2 . Находят в зависимости от способа установки детали и размеров стола станка.

13.3 Время на приемы, не вошедшие в комплекс t_3 .

13.4 Время на контрольные измерения t_4 - определяют с учетом периодичности и выбранных средств измерения.

13.5 Определить сумму вспомогательного времени на операцию.

$$T_B = t_1 + t_2 + t_3 + t_4.$$

14. Определить время на обслуживание рабочего места

$$T_{\text{об}} \approx \% T_{\text{оп}}$$

15. Определить время на отдых и личные надобности

$$T_{отл} = \%T_{оп}$$

16. Определить норму штучного времени на операцию

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{отл}$$

17. Определить подготовительно-заключительное время по нормативам.

Пример расчета.

Дано: Деталь - плита; материал детали сталь 40; $\sigma_b = 600$ МПа; заготовка - поковка; припуск $h = 3$ мм; ширина фрезерования $B = 100$ мм; длина обработки $l = 300$ мм; станок вертикально-фрезерный 6P13 ($N = 10$ кВт); фреза торцовая Г15К6 $B = 150$ мм, $Z = 6$ $\phi = 60$. Установка детали - в тисках с винтовым зажимом. Масса детали - 3 кг. Производство - крупносерийное.

Определить: норму штучного времени на обработку.

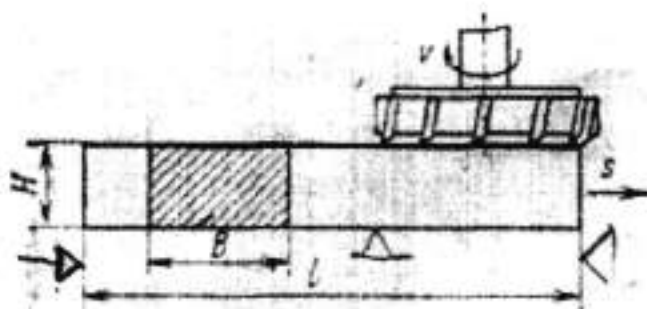


Рисунок 1

1 Расчетные размеры обработки: $B = 100$ мм; $l = 300$ мм; $h = 3$ мм.

2 Глубина резания:

$$t = h = 3 \text{ мм}$$

3 Длина обработки:

При симметричной установке фрезы диаметром до 160 мм и ширине фрезерования 100 мм величина врезания и перебега $l_1 = 21$ мм (прил. 4, л.6), $l_2 = 0$.

$$L = 300 + 21 = 321 \text{ мм.}$$

4 Число рабочих ходов:

$$i = h/t = 3/3 = 1.$$

5 Подача на зуб:

$$S_z = 0,9 \dots 0,11 \text{ мм/зуб (к.4, с108)}$$

Принимаем $S_z = 0,11$ мм/зуб.

Поправочные коэффициенты (к.5, с.109): на сталь с $\sigma_B=600$ МПа $k_{Mv}=1,21$; на состояние поверхности заготовки - для поковки $k_{pz}=0,9$. С учетом поправочных коэффициентов:

$$S_z=0,11 \cdot 1,21 \cdot 0,9=0,089 \text{ мм/зуб.}$$

Принимаем $S_z=0,09$ мм/зуб.

6 Скорость резания при глубине резания до 5 мм, диаметре фрезы 150 мм и подаче S_z до 0,1 мм/зуб составит $v=282$ м/мин (к. 109).

Поправочные коэффициенты (к. 109): на сталь с $\sigma_B=600$ МПа $k_{Mv}=1,26$; для обработки поковки $k_{mv}=0,9$, $k_v=0,85$, тогда

$$v=v' \cdot k_{mv} \cdot k_{Mv} \cdot k_v=282 \cdot 1,26 \cdot 0,9 \cdot 0,85=242 \text{ мм/мин}$$

7 Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 242}{3,14 \cdot 150} = 513 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем $n_n=500 \text{ мин}^{-1}$

8 Фактическая скорость резания

$$v_o = \frac{\pi D n_n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 150 \cdot 500}{1000} = 236 \text{ м/мин}$$

9 Минутная подача

$$S_M=S_z \cdot z \cdot n_n=0,09 \cdot 6 \cdot 500=270 \text{ мм/мин}$$

По паспорту станка принимаем $S_M=250$ мм/мин.

10 Мощность на резание при ширине фрезерования $B=100$ мм, стали $\sigma_B=600$ МПа, глубина резания I до 2,9 мм и минутной подаче S_M до 270 мм/мин составит $N_p=4,6$ кВт. (к. 111)

11 Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{S_M} i = \frac{321}{250} \cdot 1 = 1,28 \text{ мин.}$$

12 Вспомогательное время.

12.1 Время на установку детали массой 3 кг в тисках с винтовым зажимом без выверки $t_{в1}=0,34$ мин (к. 9).

12.2 Время, связанное с переходом, при работе фрезой, установленной на размер, при длине стола станка до 1800 мм, $t_{в2}=0,22$ мин (к. 31).

12.3 Дополнительное время на перемещение стола станка на длину 500 мм:
 $t_{вз} = 0,1$ мин (к. 31).

Вспомогательное время на операцию

$$T_{в} = t_{в1} + t_{в2} + t_{вз} = 0,34 + 0,22 + 0,1 = 0,66 \text{ мин.}$$

13 Оперативное время:

$$T_{оп} = T_о + T_{в} = 1,28 + 0,66 = 1,94 \text{ мин.}$$

14 Время на обслуживание рабочего места составит 4% от $T_{оп}$ (к. 32), т.е.:

$$T_{обс} = T_{оп} \cdot 0,04 = 1,94 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ мин.}$$

15 Время на отдых и личные надобности равно 4% от $T_{оп}$ (к. 88), т.е.:

$$T_{отд} = T_{оп} \cdot 0,04 = 1,94 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ мин.}$$

16 Норма штучного времени:

$$T_{шт} = T_{обс} + T_{отд} + T_{оп} = 0,08 + 0,08 + 1,94 = 2,1 \text{ мин.}$$

Задача: Определить норму штучного времени на обработку плоскости детали торцевой фрезой. Станок вертикально-фрезерный 6Р13. установка детали без выверки в тисках с винтовым зажимом. Размеры детали и исходные данные приведены в таблице 1. Производство крупносерийное.

Таблица 1 Исходные данные к задаче

№ варианта	Размеры обработки, мм			Материал детали	Вид заготовки	Масса детали, кг	Параметры фрезы	
	B	H	L				B, мм	Z
1	10Н11	5	100	Сталь 40, $\sigma_b = 600$ МПа	Горячекатаный прокат	4	10	20
2	12Н14	6	200	Сталь 50, $\sigma_b = 700$ МПа	То же	6	12	12
3	16Н11	8	250	Сталь X, $\sigma_b = 800$ МПа	То же	8	16	20
4	18Н14	10	400	Сталь 30, $\sigma_b = 550$ МПа	То же	12	18	12
Серый чугун:								
5	10Н11	5	100	НВ160	Отливка	3	10	20
6	12Н14	6	200	НВ200	То же	5	12	12
7	14Н11	8	300	НВ220	То же	10	14	20
8	16Н14	10	400	НВ240	То же	14	16	12

Примечание. Станок горизонтально-фрезерный 6Р81Г. Фреза дисковая трехсторонняя $D=90$ мм со вставными ножами из стали Р6М5. Работа с охлаждением. Приспособление - тиски с винтовым зажимом. Величина партии деталей $n = 100$ шт.

Практическая работа №9

Нормирование одно- и многоинструментальных работ при обработке отверстий

Цель занятия: приобрести практические навыки определения норм выработки при сверлении.

Содержание занятия: Используя исходные данные, определить штучное время изготовления отверстия.

Исходные данные: эскиз обработки; материал заготовки; оборудование; оснастка; тип производства.

Пример выполнения работы.

Дано: В рычаге из стали 45 ($\sigma_B=750$ МПа) имеется сквозное отверстие $\varnothing 35H7$ (см. рисунок). Исходная заготовка - штампованная поковка без отверстия массой 2,5 кг. Тип производства - серийный.

Требуется спроектировать операцию по обработке отверстия.

Решение: 1. Небольшая масса заготовки не вызывает трудностей при установке ее на станок и транспортировке. Материал детали - средней твердости и хорошо поддается обработке резанием. Отверстие с точностью по 7-му качеству с малой шероховатостью ($R_a 1,25$) необходимо изготовить в сплошном материале. Тип производства позволяет применить универсальное и частично специальное технологическое оснащение.

2. Рассматриваемое отверстие в соответствии с исходными данными рационально обрабатывать набором, последовательно применяя шпиндельные инструменты, на вертикально-сверлильном станке. Принимаем первое сверло $\varnothing 20$ мм, второе сверло $\varnothing 33$ мм, зенкер $\varnothing 34,71$ мм, развертку предварительную $\varnothing 34,94$ мм и развертку чистовую $\varnothing 35H7$. Все инструменты из быстрорежущей стали P6AM5.

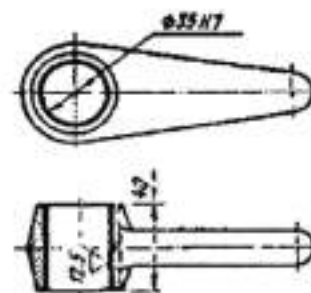


Рис. 21.1

3 Наименование операции - вертикально-сверлильная. Операция состоит из одного установка и содержит пять технологических переходов и три вспомогательных, приведенных в таблице 1.

4 Выбор технологического оснащения начинаем со станка. Выбираем вертикально-сверлильный станок, допускающий сверление отверстий с диаметром до 35 мм, модели 2Н135 .

В качестве приспособления применяем кондуктор с пятью быстросменными втулками (под каждый инструмент).

Таблица Содержание операции обработки отверстия

№ перехода	Название перехода
1	Установить заготовку и закрепить
2	Сверлить отверстие до Ø20
3	Рассверлить отверстие до Ø33
4	Зенкеровать отверстие до Ø34,71
5	Развернуть отверстие до Ø34,94 начерно
6	Развернуть отверстие до Ø35Я7 начисто
7	Контроль работы
8	Снять заготовку и уложить в тару

В заданных условиях производства рационально применять скальчатый консольный кондуктор с пневматическим приводом. Вспомогательный инструмент - быстросменный патрон, позволяющий производить смену инструмента превращение шпинделя.

В качестве измерительного инструмента для контроля готового отверстия применяя двустороннюю придельную пробку Ø35Н7 и образцы шероховатости Ra1,25.

5.Выбор режимов резания производят по соответствующей литературе и их значение вносят в ОК.

6 Основное технологическое время определяет расчётом, а вспомогательные времена - по литературе. Всё заносят в ОК.

7 Технологическая документация, составляемая на операцию, состоит из ОК. Если эскиз не поместился в ОК, составляют КЭ.

8 Пути совершенствования выполнения сверлильной операции ищем в сокращении доли вспомогательного времени и объёма ручных повторяющихся работ.

В рассматриваемом случае, кроме указанных выше мер, целесообразно применить инструменты с пластинками твёрдого сплава (уменьшится основное время), автоматизированную установку и снятие заготовок, используя быстропереналаживаемые станки с ЧПУ, вертикально - сверлильный станок модели 2P135Ф2 с револьверной головкой и системой ЧПУ, при значительном увеличении объёма выпуска деталей - более крупный вертикально - сверлильный станок с круглым 6-позиционным столом (с 6 приспособлениями) и 5-шпиндельной сверлильной головкой, в которой установлены все режущие инструменты.

Задача. В деталях типа дисков необходимо выполнить сверление отверстий заданного диаметра (варианты в таблице 2).

Требуется: разработать сверлильную операцию, учитывая указанный тип производства; выбрать и обосновать метод обработки; установить режимы резания; выбрать станок, технологическую оснастку.

Таблица2 Исходные данные к задаче

№варианта	Количество отверстий <i>n</i>	Диаметр отверстия, мм	Длина отверстия, мм	Диаметр окружности, расположенная осей отверстий, мм	Материал детали	Тип производства
1	3	25H12	40	250	Сталь 45	Крупносерийное
2	3	25H12	40	250	Сталь 45	Единичное
3	4	20H12	28	180	Чугун СЧ15	Мелкосерийное
4	4	20H12	28	180	Чугун СЧ15	Массовое
5	6	15H12	30	250	ЧугунСЧ18	Массовое
6	6	15H12	30	250	ЧугунСЧ18	Серийное
7	8	12H12	15	300	Сталь 50	Мелкосерийное
8	8	12H12	15	300	Сталь 50	Крупносерийное
9	10	16H12	25	250	Сталь 35	Крупносерийное
10	10	16H12	25	250	Сталь 35	Единичное

Практическая работа №10

Проектирование операции обработки фасонной поверхности

Цель занятия: приобрести практические навыки в проектировании технологии обработки фасонных поверхностей.

Содержание занятия: Используя исходные данные и нормативно-техническую документацию разработать последовательность и выбрать метод обработки фасонной поверхности.

Теоретическая часть

Фасонными (сложными) поверхностями принято называть поверхности, форма которых отлична от цилиндра и плоскости. К фасонным поверхностям не относятся резьбовые, зубчатые и шлицевые поверхности.

Обработка фасонных поверхностей сложна, поэтому наличие их у детали снижает ее технологичность, особенно если к фасонной поверхности предъявляются строгие требования по точности, шероховатости и другим показателям.

Обработка фасонных поверхностей резанием может осуществляться на станках всех групп. Все многообразие способов обработки можно разделить на три основные разновидности:

1. обработка фасонным инструментом.

Для обработки тел вращения, имеющих наружные или внутренние фасонные поверхности, применяют фасонные резцы. Обработка этими резцами обычно ведется на станках-автоматах и револьверных станках в условиях крупносерийного или массового типа производства.

Основными типами фасонных резцов являются стержневые, круглые, призматические радиальные и призматические тангенциальные. Из них наибольшее применение нашли круглые и призматические резцы, работающие с радиальной подачей.

Для обработки внутренних фасонных поверхностей используются только круглые фасонные резцы с креплением на станке с помощью хвостовика, выполненного за одно целое с резцом.

Для обработки деталей с фасонным профилем используют фасонные фрезы. Некоторые из фрез стандартизованы: полукруглые, пазовые дисковые,

червячные (для нарезания зубчатых колес). В последнее время, благодаря использованию многооперационных станков с ЧПУ, получили применение фасонные фрезы с механическим креплением многогранных пластин, хотя корпуса таких фрез с гнездами под пластины, весьма сложны.

2. обработка обычным инструментом, который перемещается по фасонной траектории с помощью копировальных устройств или копиров, специальных приспособлений или за счет кинематики станка. Обработка ведется на токарно-копировальных, на токарных гидрокopировальных станках, на фрезерно-копировальных станках, оптико-профилешлифовальных станках.

3. обработка по программе на станках с программным управлением, позволяющая по заданной программе без дополнительных приспособлений вести обработку самых сложных контуров в 3-х и более плоскостях координат.

Выбор метода обработки поверхности зависит от формы поверхности, требований к ее точности и качеству, а также от типа производства и наличия того или иного оборудования на производственном участке.

Пример выполнения задания

Дано: У детали, выполненной из стали 20, имеется фасонная поверхность (см. рисунок 1). Исходная заготовка вырезана из листа толщиной 40мм.

Требуется: Предложить возможный вариант обработки фасонной поверхности в условиях серийного производства.

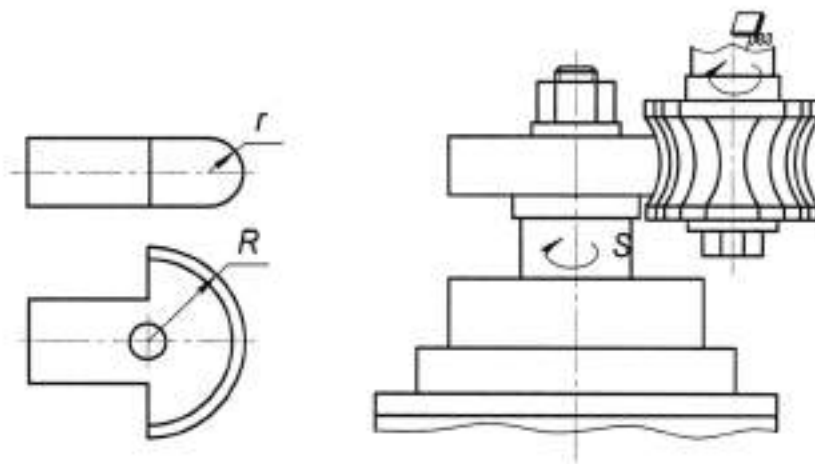


Рисунок 1

Решение: Анализируя исходные данные, устанавливаем, что фасонная поверхность является неполной поверхностью вращения с углом охвата 180° . При выборе оборудования ориентируемся на заданный тип производства – серийный. В связи с этим следует выбрать универсальное оборудование.

Для получения заданного фасонного профиля выбираем фрезерование. Обработку будем осуществлять фасонной фрезой вогнутого профиля. Заготовку закрепляем в приспособлении с винтовым зажимом, устанавливаемом на столе вертикально-фрезерного станка.

Задача: На деталях, представленных на рисунке 2 имеются фасонные поверхности.

Требуется: Произвести анализ фасонной поверхности, установить тип фасонной поверхности, предложить способ ее обработки и обосновать свой выбор в рамках рассмотренного ранее примера.

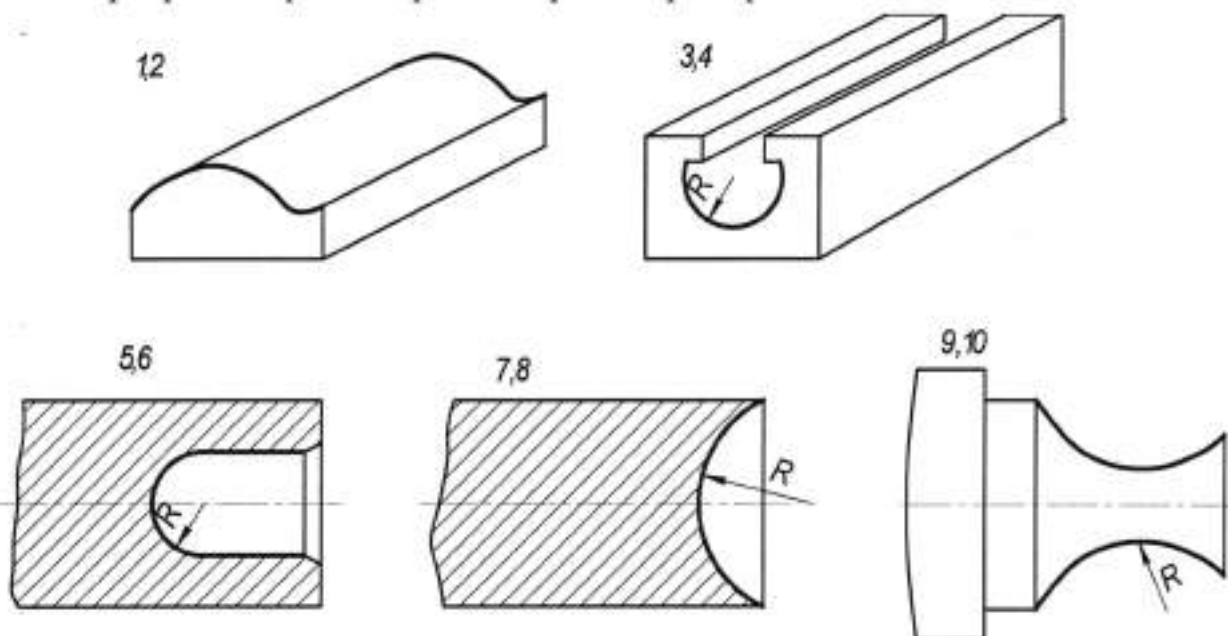


Рисунок 2 Варианты заданий

Практическая работа №11

Оформление документации на обработку вала

Цель занятия научиться оформлять технологическую документацию на механическую обработку конкретной детали.

Содержание занятия: Используя исходные данные и нормативно-техническую документацию оформить операционную карту и карту эскизов на одну из операций ТП изготовления вала.

Теоретическая часть

Проектирование технологических процессов механической обработки представляет собой комплекс взаимосвязанных работ и начинается с тщательного изучения исходных данных проектирования.

К исходным данным относятся: рабочий чертеж изделия с соответствующими техническими требованиями на изготовление детали; чертеж исходной заготовки и размер производственного задания.

Изучаются и такие дополнительные условия проектирования, как наличие или отсутствие оборудования, на котором предполагается осуществить изготовление проектируемого изделия, возможности применения прогрессивного оборудования, инструмента, приспособлений, наличие производственных площадей.

Комплектность технологических документов устанавливается в зависимости от организации технологического процесса и типа производства.

Пример выполнения задания

Для условий серийного производства проектируется операция обработки ступенчатого вала из стального горячекатаного проката, для которой разработан операционный эскиз.

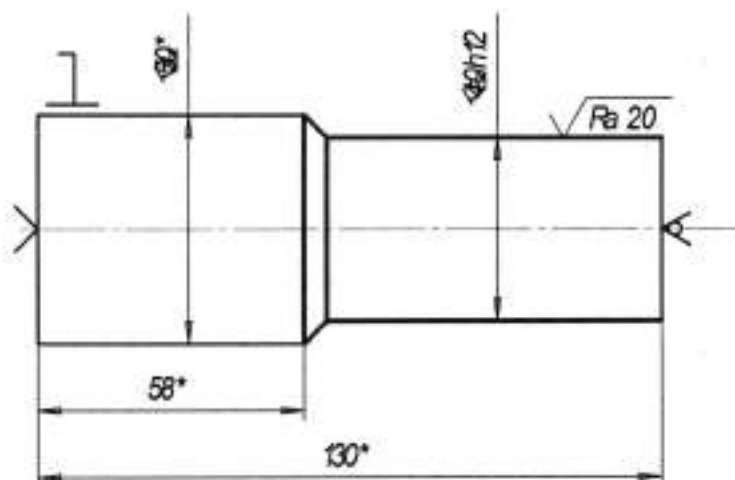


Рисунок 1

Требуется: Произвести выбор технологического оснащения для этой операции; оформить операционную карту механической обработки и карту эскизов с учетом требований ЕСТД и ЕСКД.

Решение: В соответствии со схемой базирования, представленной на эскизе, заготовка устанавливается в центрах. Для данной операции требуется токарный станок, допускающий обработку детали таких габаритов. Пользуясь технологическими справочниками или литературой по металлорежущим станкам, устанавливаем, что можно выбрать токарно-винторезные станки мод. 16К20, 1И611 и др.

Учитывая, что производство серийное принимаем универсальный станок 16К20.

Из эскиза видно, что обработка ведется в центрах, поэтому нужен следующий комплект приспособлений: патрон токарный поводковый ГОСТ2572; центр упорный станочный ГОСТ13214; центр станочный вращающийся ГОСТ8742.

В качестве режущего инструмента выбираем токарный проходной отогнутый правый резец, оснащенный пластинкой твердого сплава Т15К6 с углом в плане $\varphi=45^{\circ}$, обозначение 2102-0031 ГОСТ18877.

Для контроля готового диаметра и параметра шероховатости обработанной поверхности соответственно выбираем штангенциркуль ШЦ -I ГОСТ166-80 и образцы шероховатости ГОСТ9378. Оформление операционной карты механической обработки производим путем заполнения бланка ОК, форма 1 или 2 с продолжением на форме 1а по ГОСТ3.1404. В операционную карту вписываем расчетные данные ($d, мм$ и $L, мм$), элементы режимов резания $t, i, S, n_{\phi}, v_{\phi}$ и результаты технического нормирования $T_{\phi}, T_{\sigma}, T_{шт}$.

Операционный эскиз размещаем на карте эскизов в соответствии с вышеприведенными рекомендациями и требованиями ЕСКД.

Задача. На рисунке 2 представлены детали, выделенные поверхности которых подвергаются механической обработке. Производство – крупносерийное.

Требуется: Произвести выбор технологического оснащения; оформить операционную карту механической обработки и карту эскизов с учетом требований ЕСТД и ЕСКД. Недостающими данными задаться.

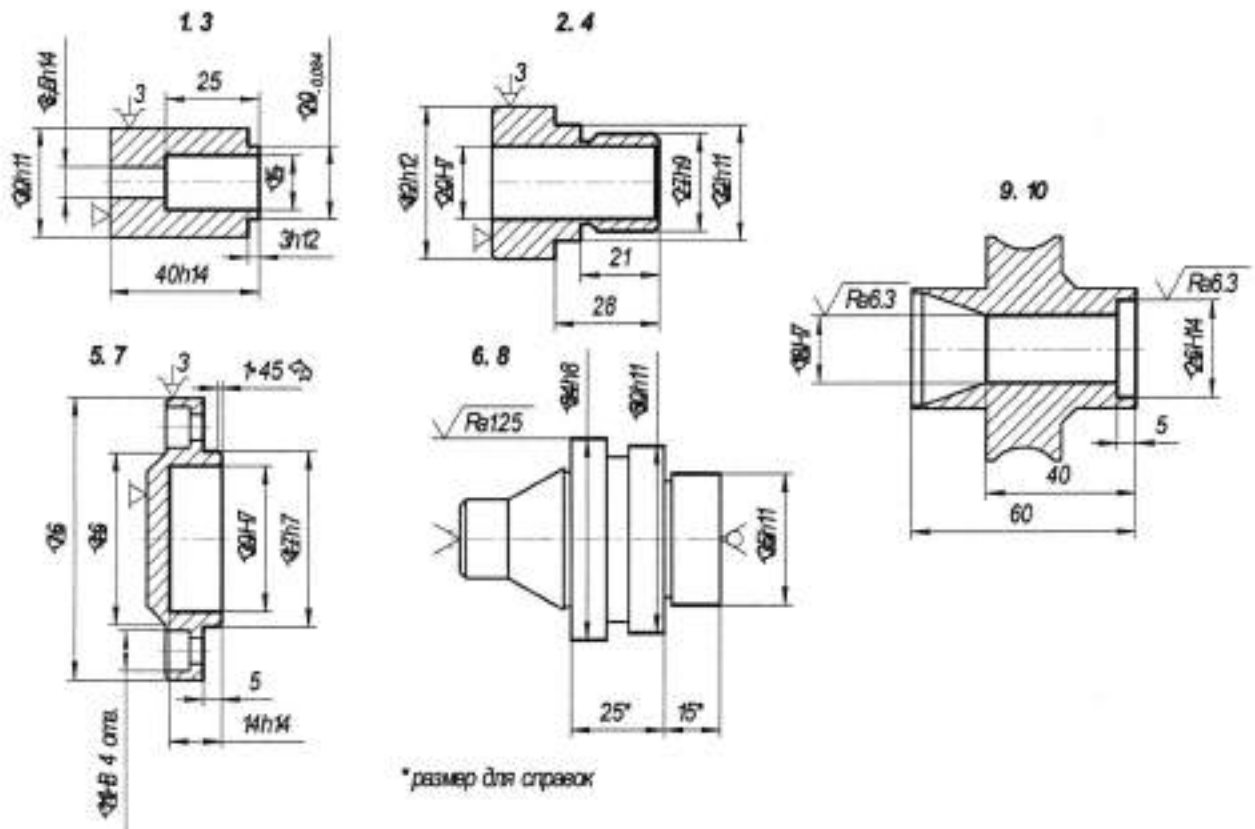


Рисунок 2 Исходные данные к задаче

Практическая работа №12

Оформление документации на обработку призматического тела

Цель занятия: приобрести практические навыки в проектировании технологии обработки призматических деталей в условиях различных типов производств.

Содержание занятия: Используя исходные данные и нормативно-техническую документацию оформить операционную карту и карту эскизов на одну из операций ТП изготовления призматической поверхности.

Задание: Разработать маршрут изготовления детали. Оформить МК и ОК согласно требованиям ЕСТД.

Теоретическая часть

Обработку деталей призматической формы можно представить как совокупность обработки ряда плоских и, при наличии конструктивных особенностей, фасонных поверхностей. Плоские поверхности ограничивают объём призматического тела и, в зависимости от его конструкции, располагаются друг относительно друга под прямым углом или под наклоном. Обработка плоских поверхностей имеет свои особенности и закономерности, основанные на общих и основных требованиях к ним.

Основные требования к плоским поверхностям:

- плоскостность;
- прямолинейность;
- параллельность и перпендикулярность взаимного расположения поверхностей;
- качество.

Величина отклонений по перечисленным показателям точности определяется степенью ответственности детали, последовательностью обработки и особенностями ТП. При выборе способов обработки плоских поверхностей учитывают расположение конструкторских и технологических баз, а также технологические возможности оборудования. Основными способами обработки плоских тел являются строгание, долбление, фрезерование, протягивание, шлифование.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкторский чертеж детали.
 2. Назначить оптимальный вариант получения заготовки для данного типа производства и обосновать свой выбор.
 3. В соответствии с заданием на работу разработать проектный вариант маршрутного технологического процесса изготовления детали.
 4. Составить план технологической операции обработки плоскости, уступа, паза, исходя из условия достижения требуемых параметров точности и качества, определить количество и содержание технологических переходов.
 5. В зависимости от типа производства определить тип применяемой технологической оснастки (универсальная или специальная).
 6. Для рассматриваемого производства определить модель оборудования.
 7. Выбрать технологическую оснастку. Например: ПР: 7200-0212 Тиски ГОСТ 14904; РИ.2210-0015 Фреза торцевая Т15К6, Ø 60мм, Z=3 ГОСТ20537; СИ: Штангенциркуль ШЦ-11 ГОСТ 166
- Выбор инструмента при обработке фрезерованием определяется видом обрабатываемой поверхности. Для обработки плоскостей преимущественно используются торцевые фрезы; для обработки уступов, пазов, контуров-концевые фрезы с различной формой рабочей части; для обработки узких пазов- дисковые фрезы; в случае технологической необходимости применяют обработку комплектом насадных специальных или стандартных фрез.
9. Назначить режимы резания на операцию по нормативам.
 10. Выполнить техническое нормирование операции.
 11. Оформить ОК и КЭ.

Пример выполнения работы

По плану технологического процесса изготовления детали черновая обработка верхней части детали производится фрезерованием. Материал детали серый чугун СЧ21 ГОСТ 1412. Заготовка получена методом литья в землю, точность отливки по II классу, масса заготовки 10кг. При выполнении

операции должен быть выполнен размер $60h12_{(-0,3)}$ мм и параметр шероховатости $R_a 5$. Производство – серийное.

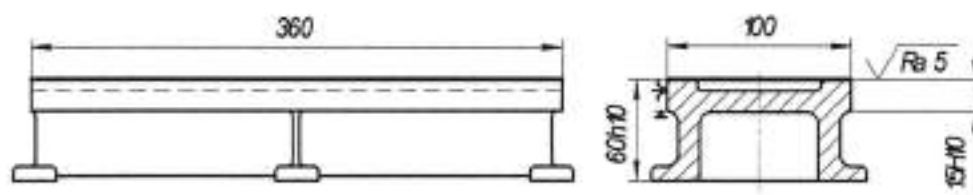


Рисунок 1

Требуется: спроектировать фрезерную операцию.

Решение: Обрабатываемая заготовка средняя по размерам и по массе. Операция по характеру – черновая, величина снимаемого припуска невелика, но имеется литейная корка. Согласно заданию тип производства – серийный. Учитываем все вышеизложенное при выборе метода обработки и оборудования.

Обработку будем производить торцовым фрезерованием на вертикально-фрезерном станке, т.к. в данном случае это обеспечит необходимую производительность и заданное качество.

Принимаем вертикально-фрезерный станок средних размеров (например, 6P12 или 6P13). Операция состоит из одного установа. В качестве технологической базы принимаем плоскость основания, которая предварительно должна быть чисто обработана. Кроме плоскости основания для правильной ориентации заготовки в качестве технологической базы используем отверстия в основании. Комплект этих поверхностей, составляющих технологическую базу, обычно является надежной и постоянной базой, обеспечивающей высокое качество обработки.

Закрепление заготовки на столе станка нужно осуществить в специальном приспособлении, соответствующем принятой технологической базе. На плите приспособления должны быть три плоскостные опоры и два установочных пальца: цилиндрический и срезанный. Зажимное устройство приспособления должно быть механизированным, например, пневматическим. Возможно применение двухместного приспособления.

В качестве режущего инструмента применяем торцовую насадную фрезу диаметром $D_{фр}=160$ мм ($D_{фр}=1,6B$), где B - ширина фрезерования,

оснащенную многогранными сменными неперетачиваемыми пластинками из твердого сплава Т15К6 с механическим креплением.

Для контроля качества обработки потребуется специальный шаблон на размер $60h12$ и образцы шероховатости $R_a 20$ для плоскостей.

Режимы резания и техническое нормирование операции производится, как в ранее рассмотренных примерах.

Задача: В условиях серийного производства осуществляется обработка корпусной детали аналогичной рассмотренной в примере. Для 1-го...5-го вариантов обработка - черновая, а для 6-го...10-го – чистовая. Исходная заготовка получена литьем.

Требуется: спроектировать операцию механической обработки с подробным оформлением операционной карты и карты эскизов. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 Исходные данные для задачи

Номер варианта	Наименование и марка материала	Координирующий размер, мм	Размеры обрабатываемой плоскости, мм	Масса заготовки, кг	Припуск на сторону, мм	Точность координирующего размера	Шероховатость после обработки $R_a, \mu\text{м}$
1	Сталь45Л	50	140x40	8,5	3,6	$h12$	20
2	Чугун Ч18	120	300x100	6,0	3,7	$h12$	20
3	Сталь 40Л	140	600x180	12,0	6,5	$h12$	20
4	Чугун Ч21	65	175x65	8,5	2,0	$h12$	20
5	Сталь50Л	79	120x80	4,8	3,2	$h12$	20
6	Сталь45Л	50	140x40	8,5	1,0	$h10$	5
7	Чугун Ч18	120	300x100	6,0	1,5	$h10$	5
8	Стал 40Л	140	600x180	12,0	2,0	$h10$	5

Практическая работа №13

Составление ТП обработки втулки

Цель занятия научиться составлять несложные ТП изготовления деталей типа втулок, учитывая специфику конкретного производства.

Содержание занятия: Используя исходные данные и нормативно-техническую документацию оформить операционную карту и карту эскизов на одну из операций ТП изготовления втулки.

Задание: Разработать маршрут изготовления детали типа втулка (см. рисунок 5). Разработать одну из операций механической обработки, указав ее наименование, содержание и структуру; обосновать выбор технологических баз; выбрать станок и технологическую оснастку; записать содержание операции по переходам. Оформить МК и ОК согласно требованиям ЕСТД.

Порядок выполнения работы

1. Проанализировать выданное задание на работу.
2. Определить оптимальный маршрут обработки детали с учетом рекомендаций, изложенных в теоретической части
3. Составить развернутый ТП изготовления детали.
4. Подготовиться к ответу на контрольные вопросы преподавателя.

Теоретическая часть

В ходе выполнения предложенной работы рассмотрим на примере варианты возможного изготовления детали и оценим критерии их выбора.

Выбор исходной заготовки непосредственно зависит и определяется типом производства, условиями и возможностями производства, зависит от конструктивных и технологических особенностей детали.

Прогрессивные заготовки целесообразно проектировать в условиях крупносерийного и массового производства, где их выбор будет экономически целесообразен. Максимальное приближение заготовки по форме и размерам к готовой детали обеспечивают сокращение механообрабатывающей стадии, т.е. уменьшит длительность технологического цикла.

В единичном производстве обработку ведут, как правило, от непрогрессивной заготовки. При построении ТП следует учесть и тот фактор, что технологии для единичного производства характеризуются концентрацией операций, максимальным использованием возможностей легко переналаживаемого оборудования с ЧПУ. В то время как действующие в условиях крупносерийного производства ТП характеризуются

дифференцированием операций, применением наряду с универсальным специальным и специализированного оборудования, предназначенного для узкого спектра возможных технологических действий, но характеризующихся более высокой точностью. Выбор оснастки (приспособлений, режущего, вспомогательного инструмента, средств измерения) также определяется и во многом зависит от типа производства.

Изготовление деталей в единичном производстве характеризуется применением преимущественно универсальной и нормализованной оснастки. В крупносерийном производстве технически оправдано использование специальной оснастки, обеспечивающей оптимальные условия изготовления деталей, максимальную стойкость, точность, качество, производительность, меньшую трудоёмкость при наладке оборудования.

Пример выполнения типового варианта задания на работу.

Вариант №1. Изготовление втулки в условиях единичного производства.

Имеется исходная заготовка - штучная из горячекатаного круглого проката нормальной точности. Материал детали сталь 45 ГОСТ 1050, тип производства – единичное.

Требуется: Разработать технологический процесс механической обработки втулки (см. рисунок 1).

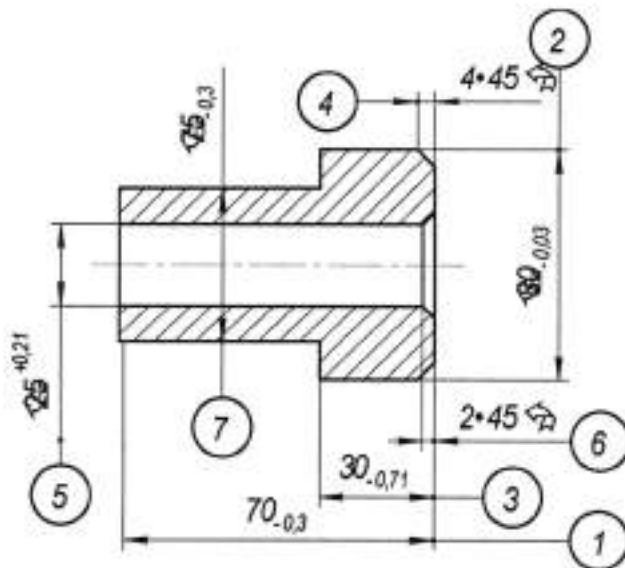


Рисунок 1.

0010Токарная

Токарно-винторезный станок 16К20

ПР: Патрон токарный 3-кулачковый, ГОСТ 24351.

Установ А

1. Подрезать торец 1 предварительно.

РИ: Резец отогнутый проходной правый Т15К6 ГОСТ 18868.

СИ: Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166

2. Точить наружный диаметр, выдерживая размер 2 на длину 3.

РИ: Резец упорно-проходной Т15К6 ГОСТ 20872

СИ: Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166

3. Точить фаску, выдерживая размер 4.

РИ: Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ 18868

СИ: Фаскомер

4. Сверлить отверстие в размер 5.

РИ: Сверло Р6М5 $\varnothing 25$, ГОСТ 10902-77

СИ: Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166.

5. Зенковать фаску, выдерживая размер 6.

РИ: Зенковка Р6М5 ГОСТ14953

СИ: Фаскомер

Обработка заготовки после перезакрепления её в патроне (Установ Б) осуществляется в аналогичной последовательности и предусматривает подрезку второго торца; точение диаметра 7 до уступа и подрезку торцевой ступени втулки в размер 1.

Вариант №2. Изготовление втулки в условиях крупносерийного производства.

Исходная заготовка - штампованная поковка повышенной точности, подверженная ТО, правке, очистке, обработке торцов.

Построение ТП изготовления данной детали для условий крупносерийного производства может осуществляться по двум направлениям:

1) Дифференцирование операций, т.е. увеличение числа несложных операций.

Повышение производительности можно достичь за счет замены технологической оснастки. В частности, замена универсального 3-х кулачкового патрона на специальный цанговый зажим, настроенный под $\varnothing 80$ и $\varnothing 75$ соответственно обеспечит быстрое и точное закрепление и раскрепление детали.

Специальные средства измерения: калибры-скобы и пробки сократят время на контроль.

0010 Токарная

Токарно-винторезный станок 16К20

ПР: Патрон цанговый специальный

1. Подрезать торец «как чисто»

2. Точить поверхность $\varnothing 75_{-0,3}$ на длину 40 .

РИ: Резец проходной отогнутый Т15К6 ГОСТ 18868

СИ: Калибр-скоба 75мм; Спец. калибр для контроля длины 40мм

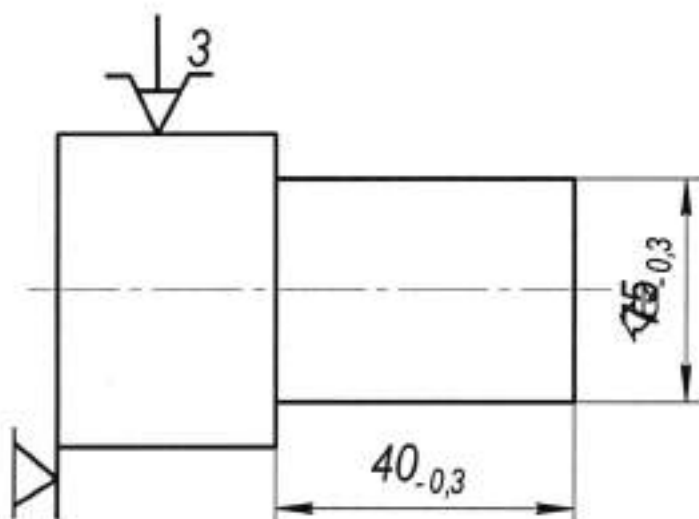


Рисунок 2

0020 Сверлильная.

Вертикально-сверлильный станок 2Н135

ПР: Кондуктор.

1. Сверлить отверстие $\varnothing 25^{+0,21}$ на проход.

РИ: Сверло $\varnothing 25.P6M5$.

СИ: Калибр-пробка на $\varnothing 25$.

2.Зенковать фаску $2 \times 45^\circ$

РИ: Зенковка P6M5

СИ: Шаблон - фаскомер

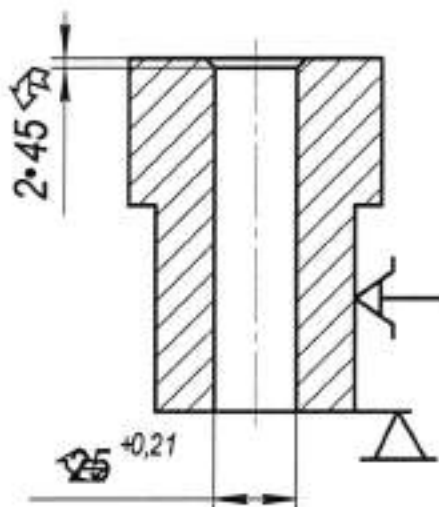


Рисунок 3

0030 Токарная

Токарно-винторезный станок 16К20

ПР: Патрон цанговый специальный

РИ. Резец проходной отогнутый ГОСТ 18868

1. Точить поверхность $\varnothing 80_{-0,3}$ на длину $30_{-0,3}$

СИ: Калибр-скоба на $\varnothing 80$

2. Обточить фаску $2 \times 45^\circ$

СИ: Шаблон для измерения фасок.

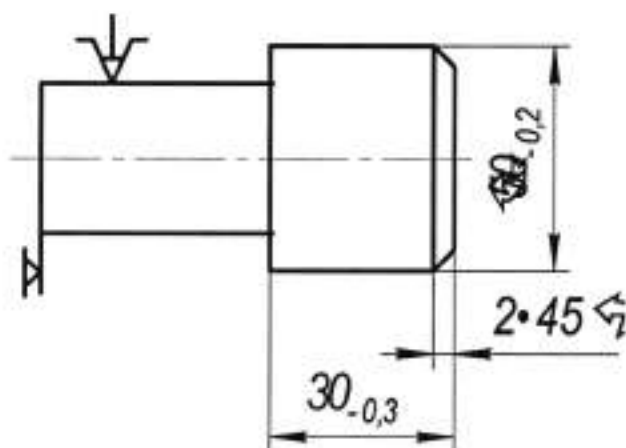


Рисунок 4

Использование токарно-винторезного станка 16К20; проведение обработки за два установка (аналогично варианту №1), и введение автономной сверлильной операции может отрицательно сказаться на точности обработки внутреннего отверстия (т.к. в этом случае предполагается переустановка), увеличится время на межстаночное транспортирование детали, потребуются специальный кондуктор, обеспечивающий центрование детали при её установке для обеспечения соосности.

Таким образом, анализируя последовательность обработки по второму варианту, приходим к выводу, что в данном случае метод дифференциации операций нецелесообразен, а технологический процесс обработки втулки необходимо построить по методу концентрации операций.

0010 Токарная.

Токарно-винторезный станок 16К20.

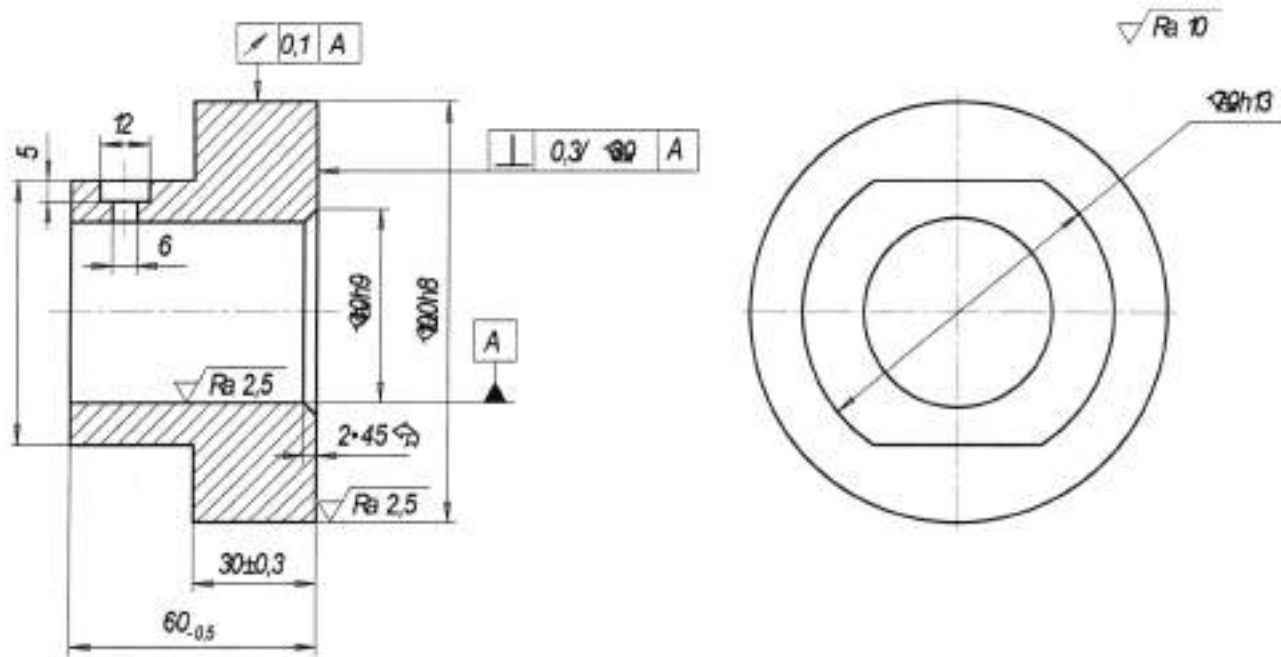
(Содержание операции аналогично "Установу А" варианта №1)

0020 Токарная.

Токарно-винторезный станок 16К20

(Содержание операции аналогично " Установу Б" вариант №1)

Рисунок 5 Эскиз детали к заданию



**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 дисциплине
«Общая технология машиностроения»**

**специальность
15.02.04 Специальные машины и устройства**

Тула, 2022 г.

УТВЕРЖДЕНЫ

Цикловой комиссией машиностроения

Протокол от «4» сентября 2022 г. № 7

Председатель цикловой комиссии Дол Т.В.Валуева

Автор: Барбарина Л.И., преподаватель колледжа

ВВЕДЕНИЕ

При изучении дисциплины «Общая технология машиностроения» предусмотрена самостоятельная работа студента в объеме 62 часов.

Вид самостоятельной работы:

- Оформление практических работ;
- Подготовка рефератов по предложенным преподавателем темам;
- Подготовка мультимедийной презентации по тематике, предложенной преподавателем

1 Самостоятельная работа студента по подготовке и оформлению отчетов о выполнении практических работ

Для оформления отчета о выполнении практической работы студенту необходимо:

1. ознакомиться с информацией, изложенной в теоретической части методических указаниях для выполнения практических работ;
2. используя полученную информацию, выполнить практическую часть;
3. используя знания и умения, сформированные в ходе выполнения работы, ответить на контрольные вопросы;
4. сделать вывод по работе.

Отчет по практической работе оформляется студентом письменно в тетради в клетку по следующей структуре:

1. Название работы
2. Номер работы.
3. Цель работы.
4. Содержание работы
5. Вывод по работе.

2 Самостоятельная работа студента

по выполнению индивидуального задания (рефератов)

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 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** (
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)