

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



А.Г. Буткарев

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург
2013

УДК 681.3

Буткарев А.Г. Создание твердотельной модели: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 41 с.

Пособие содержит перечень команд и сведения об их активизации, используемые для создания твердотельной модели; подробно описан один из способов создания трехмерной твердотельной модели и выполнения разреза; рассмотрены возможности придания модели реалистичного изображения.

Пособие предназначено для бакалавров направлений 190600 Эксплуатация транспортно-технических машин и комплексов, 141200 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения всех форм обучения.

Рецензент: кандидат техн. наук, доц. В.В. Кисс

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2013

© Буткарев А.Г., 2013

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие разработано на основе опыта, накопленного за последние годы преподавания компьютерной графики как в рамках курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика», так и в рамках занятий по дисциплине «Компьютерная графика». Кроме того, постоянное общение с выпускниками университетов, работающих, в основном, на предприятиях, занимающихся проектированием машин, аппаратов и технологического оборудования с использованием в качестве программного продукта AutoCAD, обусловило необходимость разработки пособия, позволяющего в процессе вузовской подготовки помочь будущим специалистам познакомиться с современными способами создания конструкторской и проектной документации. Одним из таких методов является способ формирования рабочего чертежа по твердотельной трехмерной модели. В настоящее время явно прослеживается тенденция создания чертежной документации именно таким образом. Основное внимание в пособии уделено созданию твердотельной трехмерной модели.

В качестве базовой в пособии принята версия AutoCAD 2010. Несмотря на это, структура и методика изложения материала позволят использовать опыт, приобретенный в процессе изучения пособия, при работе как с ранними, так и с более поздними версиями.

Названия команд и системных переменных приводятся на английском и русском языках, что дает возможность работать как с англоязычной, так и с русскоязычной версиями.

Учебное пособие адресовано как начинающим изучение AutoCAD, так и уже имеющим некоторый, пусть и небольшой, опыт работы с этим программным продуктом.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Целью работы является знакомство студентов с основными построениями твердотельной модели средствами компьютерной графики при использовании графического пакета AutoCAD.

Задача настоящей работы – создание трехмерной твердотельной модели предлагаемым способом. В результате выполнения задания студенты приобретают навыки самостоятельной работы с AutoCAD,

создающие предпосылки для использования этой программы при решении практических задач.

1. РАБОТА В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

При работе в трехмерном пространстве используются многие приемы вычерчивания, применяемые при работе на плоскости. В данной главе приведены особенности черчения в трехмерном пространстве.

Типы пространственных моделей

При вычерчивании пространственных трехмерных объектов в AutoCAD используются три типа трехмерных базовых моделей:

- каркасные;
- поверхностные;
- твердотельные (объемные).

Каркасная модель – это совокупность отрезков и кривых, определяющих ребра фигуры. В каркасном моделировании используются трехмерные отрезки, сплайны и полилинии, которые позволяют в общих чертах определить конфигурацию изделия – построить его каркас. Данный вид можно рассматривать как этап вспомогательных построений для трехмерного проектирования более высокого уровня.

Поверхностная модель – это совокупность поверхностей, определяющих трехмерный объект в пространстве. Моделирование поверхностей применяется для детальной отработки внешнего облика изделия. Создаваемые при этом объекты представляют собой надутые "шарики" сложной формы без внутреннего содержания и поэтому непригодны для решения таких задач, как определение инерционно-массовых характеристик изделия или получение необходимых изображений для оформления чертежей. Область применения данного вида моделирования – дизайн, анимация и т. п.

Твердотельное моделирование является основным видом трехмерного проектирования изделий машиностроения. Создаваемые в ходе такого моделирования тела воспринимаются системой как некие единые объекты, имеющие определенный объем и плотность. Твердотельное моделирование позволяет не только эффективно ре-

шать компоновочные задачи, но и определять инерционно-массовые характеристики, получать необходимые виды, разрезы и сечения трехмерного объекта для оформления рабочей документации.

Помимо средств создания пространственных объектов блок трехмерного моделирования системы AutoCAD включает в себя средства просмотра объемного изображения, визуализации и редактирования трехмерных объектов.

2. ТРЕХМЕРНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ПРИМИТИВЫ

Ниже приведены некоторые понятия и определения, принятые в трехмерном твердотельном моделировании.

Грань – ограниченная часть поверхности. Если поверхность может быть не ограничена (например, плоская, коническая, цилиндрическая), то грань ограничена всегда. Поддерживаются пять типов граней: плоские цилиндрические, конические, сферические и тороидальные. Грани образуют твердотельную модель.

Ребро – элемент, ограничивающий грань. Поддерживаются четыре типа ребер: прямолинейные, эллиптические (круговые), параболические и гиперболические. Например, грань куба ограничена четырьмя прямолинейными ребрами, а коническая грань в основании ограничена одним эллиптическим или круговым ребром.

Полупространство – часть трехмерного пространства, лежащая по одну сторону от поверхности. Другими словами, каждая поверхность является границей двух полупространств, на которые делится трехмерное пространство. Полупространство – часть трехмерного пространства, имеющая объем; поверхность – часть трехмерного пространства, имеющая площадь, но не имеющая объема.

Тело – часть пространства, ограниченная замкнутой поверхностью и имеющая определенный объем.

Тело (примитив) – наипростейший (основной, базовый) твердотельный объект, который можно создать и из которого можно строить более сложные твердотельные модели.

Область – часть плоскости, ограниченная одной или несколькими планарными гранями, которые называются границами. Например, квадрат с кругом внутри имеет внешнюю границу, состоящую из че-

тырех прямолинейных ребер, и внутреннюю границу – из одного кругового ребра.

Область (примитив) – замкнутая двумерная область, которая получена путем преобразования существующих двумерных примитивов AutoCAD, имеющих нулевую высоту (кругов, фигур, двумерных полилиний, многоугольников, эллипсов, колец и полос).

Составная область – единая область, являющаяся результатом выполнения логических операций объединения, вычитания или пересечения нескольких областей. Составная область может иметь отверстия, и для нее так же, как и для твердых тел, можно вычислить площадь и другие характеристики. Интеграция двумерного и объемного конструирования позволяет создавать из областей твердые тела и наоборот. Например, автоматически преобразуя сечение тела в область, можно вычислить ее площадь, а выдавливая или вращая области, можно создать сложные тела.

Объект – это общее имя области или тел, причем тип объекта не имеет значения: это может быть область, тело или составная модель (группа объектов, связанных в единое целое).

Пустой объект – составное тело, не имеющее объема, или составная область, не имеющая площади.

Простейшие блоки, из которых создаются сложные трехмерные объекты, называют твердотельными примитивами.

2.1. Команда BOX (ЯЩИК)

Команда **BOX (ЯЩИК)** используется для создания параллелепипеда.

Для построения параллелепипеда надо задать длину, ширину и высоту.

Активизация команды

Команда	BOX (ЯЩИК)
Главное меню	Draw→Solids→Box (Чертить→Тела → Ящик)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: BOX (Команда: ЯЩИК)

Запрос

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>:

(Указать вершину ящика или [Центр] <0,0,0>:)

Ключи:

1. Ключ Specify corner of box (Ввести координату вершины) используется для ввода координаты вершины параллелепипеда. После нажатия клавиши "Enter" для подтверждения ввода ключа по умолчанию появляется дополнительный запрос

Specify corner or [Cube/Length]:

(Указать вершину или [Куб/Длина])

Дополнительные ключи:

1.1. Ключ Specify corner (Указать вершину) – используется для ввода координат второй вершины параллелепипеда (ключ по умолчанию).

Дополнительный запрос

Specify height: (Задать высоту)

Необходимо задать высоту параллелепипеда;

1.2. Ключ Cube (Куб) – используется для вычерчивания куба.

Дополнительный запрос

Specify length: (Задать длину:)

1.3. Ключ Length (Длина) – используется для задания длины параллелепипеда.

Дополнительные запросы

Specify length: (Задать длину:)

Specify width: (Задать ширину:)

Specify height: (Задать высоту)

При ответах на запросы необходимо последовательно задать длину, ширину и высоту параллелепипеда.

2. Ключ Center (Центр) – используется для задания центра параллелепипеда.

Дополнительный запрос

Specify center of box <0,0,0>: (Задать центр ящика <0,0,0>:)

Необходимо ввести координаты центра параллелепипеда.

Specify corner or [Cube/Length]:

(Указать вершину или [Куб/Длина]:)

2.2. Команда SPHERE (ШАР)

Команда **SPHERE (ШАР)** используется для вычерчивания шара. Для вычерчивания шара достаточно задать его радиус (диаметр).

Активизация команды

Команда	SPHERE (ШАР)
Главное меню	Draw → Solids → Sphere (Чертить → Тела → Шар)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: SPHERE (Команда: ШАР)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Системная переменная **ISOLINES=4**

Specify center of sphere <0,0,0>:

(Задать центр шара <0,0,0>:)

Необходимо ввести координату центра шара.

Specify radius of sphere or [Diameter]:

(Задать радиус шара или [Диаметр])

Ключи:

1. Ключ radius of sphere (радиус шара) – используется для ввода задания радиуса шара (по умолчанию).

2. Ключ Diameter (Диаметр) – используется для ввода задания диаметра шара.

Дополнительный запрос

Specify diameter: (Задать диаметр:)

Необходимо ввести значение диаметра шара.

2.3. Команда CYLINDER (ЦИЛИНДР)

Команда **CYLINDER (ЦИЛИНДР)** используется для вычерчивания цилиндра с осью, параллельной оси Z.

Для вычерчивания кругового цилиндра необходимо задать радиус (диаметр) и высоту или задать размер двух полуосей и высоту для эллиптического цилиндра.

Активизация команды

Команда	CYLINDER (ЦИЛИНДР)
Главное меню	Draw → Solids → Cylinder (Чертить → Тела → Цилиндр)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: CYLINDER (Команда: ЦИЛИНДР)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Системная переменная ISOLINES=4

Specify center point for base of cylinder or [Elliptical] <0,0,0>:

(Задать центр основания цилиндра или [Эллиптический] <0,0,0>:)

Ключи:

1. Ключ Center point for base of cylinder (Центр основания цилиндра) – используется при построении кругового цилиндра. Требуется ввести координаты центра основания для вычерчивания кругового цилиндра (ключ по умолчанию). После ввода координат появляется дополнительный запрос

Specify radius for base of cylinder or [Diameter]:

(Задать радиус основания цилиндра или [Диаметр]:)

Дополнительные ключи:

1.1. Ключ Radius for base of cylinder (Радиус основания цилиндра) – используется для задания значения радиуса цилиндра

Specify height of cylinder or [Center of other end]:

(Задать высоту цилиндра или [Центр другого конца]:)

Дополнительные ключи:

1.1.1. Ключ Specify height of cylinder (Задать высоту цилиндра) – используется, когда необходимо задать значение высоты цилиндра;

1.1.2. Ключ Center of other end (Центр другого конца) – используется, когда требуется задать координату центра второго конца цилиндра. После выбора ключа появляется запрос

Specify center of other end of cylinder:

(Задать центр другого конца цилиндра:)

Необходимо ввести требуемые координаты;

1.2. Ключ Diameter (Диаметр) – используется, когда необходимо выбрать ключ при вводе диаметра цилиндра. После выбора ключа появляются запросы, аналогичные рассмотренным выше

2. Ключ Elliptical (Эллиптический) – используется при построении эллиптического цилиндра. После выбора ключа идет серия типовых запросов при построении эллипса.

Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder or [Center]:

(Задать конец оси эллиптического основания цилиндра или [Центр]:)

Описание ключей

2.1. Specify axis endpoint of ellipse for base of cylinder (Задать конец оси эллиптического основания цилиндра) – используется для построения эллипса по двум полуосям. Необходимо ввести координату.

Specify second axis endpoint of ellipse for base of cylinder:

(Задать второй конец оси эллиптического основания цилиндра:)

Необходимо ввести координату второй точки оси эллипса.

Specify length of other axis for base of cylinder:

(Задать длину оси эллиптического основания цилиндра:)

Необходимо ввести размер второй полуоси эллипса.

Specify height of cylinder or [Center of other end]:

(Задать высоту цилиндра или [Центр другого конца]:)

2.2. Ключ Center (Центр) – используется для вычерчивания эллипса через центральную точку.

Specify center point of ellipse for base of cylinder <0,0,0>:

(Задать центральную точку эллиптического основания цилиндра <0,0,0>:)

Задать координату точки. Остальные запросы и ключи (см. в п. 2.1.)

2.4. Команда CONE (КОНУС)

Команда **CONE (КОНУС)** используется для вычерчивания конуса.

Для вычерчивания кругового конуса необходимо задать радиус (диаметр) и высоту или величину двух полуосей и высоту для эллиптического конуса.

Активизация команды

Команда	CONE (КОНУС)
Главное меню	Draw → Solids → Cone (Чертить → Тела → Конус)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: CONE (Команда: КОНУС)

Запросы

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Specify center point for base of cone or [Elliptical] <0,0,0>:

(Задать центр основания конуса или [Эллиптический] <0,0,0>:)

Specify radius for base of cone or [Diameter]: 34

(Задать радиус основания конуса или [Диаметр]:)

Запросы и ключи аналогичны запросам и ключам в команде

CYLINDER (ЦИЛИНДР) и поэтому подробно не рассматриваются.

Specify height of cone or [Apex]:

(Задать высоту конуса или [Вершина]:)

Дополнительные ключи:

Specify height of cone (Задать высоту конуса) – предполагает ввод высоты конуса. Подробнее смотри в команде **CYLINDER (ЦИЛИНДР)**.

Apex (Вершина) – высота конуса задается вводом ее координаты.

2.5. Команда TORUS (ТОР)

Команда **TORUS (ТОР)** используется для вычерчивания тора.

Для вычерчивания тора необходимо задать два радиуса:

– радиус, определяющий расстояние от центра тора до центра "трубы".

– радиус образующей окружности "трубы".

Тор строится параллельно плоскости XY текущей системы координат.

Активизация команды

Команда	TORUS (TOP)
Главное меню	Draw → Solids → Torus (Чертить → Тела → Top)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: TORUS (Команда: TOP)

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Specify center of torus <0,0,0>: (Задать центр тора <0,0,0>:)

Необходимо ввести координаты центра тора

Specify radius of torus or [Diameter]:

(Задать радиус тора или [Диаметр]:)

Необходимо ввести радиус тора, т.е. расстояние от центра тора до центра замкнутой кольцевой "трубы".

Specify radius of tube or [Diameter]:

(Задать радиус трубы или [Диаметр]:)

Необходимо ввести радиус кольцевой "трубы".

3. СОЗДАНИЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗ ТРЕХМЕРНЫХ ПРИМИТИВОВ

Один из методов создания сложных трехмерных объектов основан на использовании булевых операций при манипулировании с группой трехмерных примитивов. В программе AutoCAD используются четыре команды, реализующие булевы операции:

UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ);

SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ);

INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ);

INTERFERE (ВЗАИМОД).

Это команды объединения и определения разности тел или их пересечения.

С помощью этих команд твердотельные объекты объединяются один с другим или вычитаются друг из друга.

3.1. Команда UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)

Команда **UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)** используется для создания нового трехмерного тела путем объединения нескольких трехмерных объектов. При этом исходные объекты могут не иметь общего объема (т. е. не соприкасаться друг с другом).

Активизация команды

Команда	UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)
Главное меню	Modify → Solids Editing → Union (Модифицировать → Редактирование тел → Объединение)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids Editing (Редактирование тел)

Описание команды

Command: UNION (Команда: ОБЪЕДИНЕНИЕ)

Запрос

Select objects: (Выбрать объекты:)

В командной строке появляется циклический запрос с требованием выбрать трехмерные исходные объекты для объединения. Необходимо выбрать требуемые объекты. Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter". После выхода из циклического запроса происходит объединение выбранных объектов в одно тело.

3.2. Команда SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)

Команда **SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)** используется для создания нового трехмерного тела путем вычитания из основного тела одного или нескольких других трехмерных объектов. Исходные объекты должны иметь общие пересекающиеся объемы.

Описание команды

Command: SUBTRACT (Команда: ВЫЧИТАНИЕ)

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract from...

(Выбрать тела или регионы, чтобы вычесть из них...)

Запрос

Select objects: (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать основные объекты, из которых будут вычитаться другие трехмерные объекты. После завершения выбора нажать клавишу "Enter".

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract...

(Выбрать вычитаемые тела и области...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать вычитаемые объекты. После завершения выбора нажать клавишу "Enter".

В результате из основного объекта будут вычтены дополнительные и сформировано новое тело.

3.3. Команда INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)

Команда **INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)** используется для создания нового трехмерного тела путем выделения общей части пересекающихся исходных трехмерных объектов. При этом исходные объекты удаляются с чертежа.

Активизация команды

Команда	INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)
Главное меню	Modify→Solids Editing→Intersect (Модифицировать→Редактирование тел → Пересечение)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids Editing (Редактирование тел)

Описание команды

Command: INTERSECT (Команда: ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)

Запрос

Select objects: (Выбрать объекты:)

В командной строке появляется циклический запрос с требованием выбрать трехмерные исходные объекты для выделения пересекающейся области. Необходимо выбрать требуемые объекты. Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter". После выхода из циклического запроса происходит формирование нового трехмерного тела из пересекающейся области.

3.4. Команда INTERFERE (ВЗАИМОД)

Команда **INTERFERE (ВЗАИМОД)** используется для создания нового трехмерного тела путем выделения общей части пересекающихся исходных трехмерных объектов. Команда **INTERFERE (ВЗАИМОД)** работает аналогично команде **INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)**, но в отличие от нее не удаляет исходные объекты с чертежа.

Существуют два способа определения общей области пересечения взаимодействующих тел:

- из одного набора объектов, когда осуществляется выделение общей области из одного набора трехмерных тел;
- из двух наборов, когда осуществляется выделение общей области от взаимодействия первого набора объектов со вторым.

Активизация команды

Команда	INTERFERE (ВЗАИМОД)
Главное меню	Draw → Solids → Interference (Чертить → Тела → Взаимодействие)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: INTERFERE (Команда: ВЗАИМОД)

Сообщение в командной строке

Select first set of solids: (Выбрать первый набор тел)

Запрос

Select objects: (Выбрать объекты:)

В командной строке появляется циклический запрос с требованием выбрать трехмерные исходные объекты для формирования первой

группы. Необходимо выбрать требуемые объекты. Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Сообщение в командной строке

Select second set of solids: (Выбрать второй набор тел)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Для выбора второй группы тел надо произвести те же манипуляции, что и для первой группы.

Если второй набор не требуется, надо нажать клавишу "Enter".

В зависимости от числа созданных наборов (один или два) выдаются следующие сообщения в командной строке:

Для одного набора тел

Comparing n solids with each other (Сравнить n тел между собой)

Для двух наборов тел

Comparing n solids against n solids (Сравнить n тел с n телами)

Если взаимодействующих тел нет, в командной строке выдается сообщение

Solids do not interfere (Тела не взаимодействуют)

и выполнение команды завершается.

В противном случае все взаимодействующие тела подсвечиваются одновременно и выдается запрос

Create interference solids? [Yes/No] <N>:

(Создать тело взаимодействия? [Да/Нет]<Нет>:)

При взаимодействии более двух тел может оказаться неясным, какие именно пары взаимодействуют, если они будут подсвечены одновременно. Поэтому выдается дополнительный запрос

Highlight pairs of interfering solids? <N>:

(Подсветить пары взаимодействующих тел? <Нет>:)

При ответе Y (Да) подсвечиваются две взаимодействующие пары и выдается циклический запрос

eXit /<Next pair>: (выХод/<Следующая пара>:)

Ключ eXit (выХод) завершает выполнение команды.

Происходит формирование нового трехмерного тела из пересекающихся объектов.

Если подсветка тел не происходит, надо установить системную переменную **HIGHLIGHT=1**.

4. СОЗДАНИЕ ТЕЛ ПУТЕМ МАНИПУЛЯЦИИ С ДВУМЕРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Опорные двумерные объекты, используемые для формирования твердотельных тел, должны отвечать определенным требованиям:

- двумерный объект должен быть замкнутым. Элементы двумерного объекта, не образующие замкнутый контур, должны быть отсечены;

- невозможно использовать двумерный объект для создания тел, если объект имеет самопересекающиеся отрезки или является частью блока;

- в качестве опорного двумерного объекта могут использоваться примитивы, созданные командами **CIRCLE** (КРУГ), **ELLIPSE** (ЭЛЛИПС), **PLINE** (ПЛИНИЯ), **DONUT** (КОЛЬЦО), **POLYGON** (МН-УГОЛ), **SPLINE** (СПЛАЙН), **RECTANGLE** (ПРЯМОУГОЛЬНИК);

- в качестве опорного профиля может использоваться специальный двумерный объект – область, созданная командой **REGION** (ОБЛАСТЬ);

- в случае, если замкнутый контур создан из частей примитивов (например, при создании контура использовались команды **LINE** (ОТРЕЗОК), **CIRCLE** (КРУГ) и **PLINE** (ПЛИНИЯ)), необходимо преобразовать этот контур в полилинию или область, используя команды **PEDIT** (ПОЛПРЕД) или **BOUNDARY** (КОНТУР).

4.1. Команда **REGION** (ОБЛАСТЬ)

Команда **REGION** (ОБЛАСТЬ) создает двумерную область из двумерных элементов с замкнутой границей.

Область (Region) – это часть плоскости, ограниченная замкнутым контуром, состоящим из последовательности связанных кривых, не пересекающих друг друга. Области обычно используются для создания опорных двумерных объектов при трехмерном проектировании, но могут быть использованы и при черчении на плоскости.

Область штрихуется и тонируется и имеет такие свойства, как площадь, момент инерции и т. д. Области не прозрачны. Любой замкнутый контур (в том числе вычерченный с помощью примитивов) может быть преобразован в область.

Области обладают одним уникальным свойством. К ним применимы булевы операции, реализуемые командами: **UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)**, **SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)**, **INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)**, **INTERFERE (ВЗАИМОД)**. Области можно объединять и вычитать, в них можно заранее делать все необходимые отверстия перед использованием команд **REVOLVE (ВРАЩАТЬ)** и **EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ)**.

Описание команды

Command: REGION (Команда: ОБЛАСТЬ)

Запрос

Select objects: 1 found (Выбрать объекты:)

Далее идут циклические запросы выбора объекта. Необходимо выбрать с помощью мыши требуемые объекты и нажать клавишу <Enter> для выхода из цикла. Команда завершается, и возможные области создаются.

Типовое сообщение в командной строке, например, при попытке преобразовать в область две существующие области в одну новую.

2 closed, degenerate or unsupported objects rejected

(2 закрытых, вырожденных или неподдерживаемых отклоненных объекта)

Если область создана, ее нельзя создать еще раз.

1 loop extracted (1 извлеченная петля)

Из трех объектов один преобразован в область.

1 Region created (создана одна область)

4.2. Команда BOUNDARY (КОНТУР)

Команда **BOUNDARY (КОНТУР)** создает контур или замкнутую полилинию из перекрывающихся двумерных объектов.

Активизация команды

Команда	BOUNDARY (КОНТУР)
Главное меню	Draw → Boundary (Чертить → Контур)

Описание команды

Command: BOUNDARY (Команда: КОНТУР)

После ввода команды активизируется диалоговое окно **Boundary Creation (Создание контура** – рис. 4.1).

Данное диалоговое окно используется совместно с командой **WATCH (КШТРИХ)**, поэтому некоторые кнопки и опции для команды **BOUNDARY (КОНТУР)** остаются недоступными.

Для создания требуемого двумерного объекта в диалоговом окне доступны три области и кнопка.

Область Object Type (Тип объекта) содержит раскрывающийся список, в котором надо выбрать тип создаваемого двумерного объекта: Region (Область) или Polyline (Полилиния).

Область Boundary Set (Набор контуров) содержит раскрывающийся список и кнопку New (Новый). Кнопка New (Новый) используется, если не устраивает результат автоматического формирования контура с помощью кнопки Pick Point (Указать точку). При нажатии кнопки New (Новый) происходит временный выход в графическую область экрана и в командной строке появляется запрос

Select objects: 1 found (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать с помощью мыши требуемые объекты, из которых будет сформирован контур, и нажать клавишу <Enter> для выхода из цикла.

Область Island detection style (Стиль определения островков) содержит две опции, определяющие алгоритм поведения команды при обнаружении двумерных областей, вложенных друг в друга.

Если включена опция Flood (Множество), то все островки внутри формируемой области преобразуются в области при использовании кнопки Pick Point (Указать точку).

Если включена опция Ray casting (Минимальные вычисления), то все островки внутри формируемой области игнорируются и создается только основной контур при использовании кнопки Pick Point (Указать точку).

При нажатии кнопки Pick Point (Указать точку) происходит временный выход в графическую область экрана и в командной строке появляется запрос

Select internal point: (Выбрать внутреннюю точку:)

Необходимо указать точку внутри контура, который будет преобразован в полилинию или область.

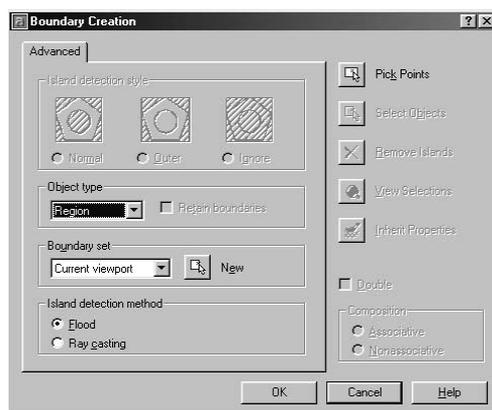


Рис. 4.1. Диалоговое окно **Boundary Creation** (Создание контура)

Типичные сообщения в командной строке при формировании требуемого контура

Selecting everything visible... (Выбор всего видимого...)

Analyzing the selected data...

(Анализирование выбранных данных...)

Analyzing internal islands...

(Анализирование внутренних островков)

2 loops extracted (2 петли извлечены.)

2 Regions created (2 региона созданы.)

BOUNDARY created 2 regions (КОНТУР создал 2 региона.)

Работа команды заканчивается.

4.3. Команда REVOLVE (ВРАЩАТЬ)

Команда **REVOLVE (ВРАЩАТЬ)** используется для создания трехмерных твердотельных объектов путем вращения вокруг оси двумерного объекта или области на заданный угол.

В качестве оси могут использоваться: оси координат X, Y, Z; прямая или две любые точки на чертеже. Ось вращения не может проходить через опорный двумерный объект. Ось может или касаться объекта, или проходить таким образом, чтобы объект целиком располагался с одной из сторон. После создания тела исходный двумерный объект удаляется. Вращение двумерного объекта происходит всегда параллельно оси.

Описание команды

Command: REVOLVE (Команда: ВРАЩАТЬ)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать требуемые двумерные объекты и нажать клавишу "Enter" для выхода из циклического запроса.

Specify start point for axis of revolution or define axis by [Object/X (axis)/Y (axis)]:

(Задать начальную точку оси вращения или определить ось по [Объект/ X (ось)/ Y(ось):])

Ключи:

1. Ключ Start point for axis of revolution (Начальная точка оси вращения) – предлагает определение оси вращения по двум точкам. Предлагает ввести координаты начальной точки. После ввода координат следуют дополнительные запросы.

Specify endpoint of axis: (Задать конечную точку оси:)

Необходимо указать координаты второй точки.

Specify angle of revolution <360>: (Задать угол вращения <360>:)

Необходимо ввести значение угла, на который должен повернуться двумерный объект при создании тела.

2. Ключ Object (Объект) – предлагает указать отрезок или сегмент полилинии для использования в качестве оси.

Дополнительные запросы

Select an object: (Выбрать объект:)

Необходимо указать сегмент или отрезок полилинии.

Specify angle of revolution <360>: (Задать угол вращения <360>:)

3. Ключ X (axis)/Y (axis) (X (ось)/ Y(ось)) – предполагает использовать в качестве оси вращения положительную ось X (или Y) текущей системы координат. После выбора соответствующего ключа следует дополнительный запрос

Specify angle of revolution <360>: (Задать угол вращения <360>:)

4.4. Команда EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ)

Команда **EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ)** используется для создания твердотельных тел путем "выдавливания" двумерных объектов по заданному направлению или траектории. С помощью одной команды можно выдавить несколько объектов.

Активизация команды

Команда	EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ)
Главное меню	Draw → Solids → Extrude (Чертить → Тела → Выдавить)
Пиктограмма	 из панели инструментов Solids (Тела)

Описание команды

Command: EXTRUDE (Команда: ВЫДАВИТЬ)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать требуемые двумерные объекты и нажать клавишу "Enter" для выхода из циклического запроса.

Specify height of extrusion or [Path]:

(Задать высоту выдавливания или [Путь]:)

Ключи:

1. Ключ Height of extrusion (Высота выдавливания) – предполагает ввод высоты выдавливания опорного двумерного объекта. После ввода величины выдавливания в командной строке появляется дополнительный запрос

Specify angle of taper for extrusion <0>:

(Задать угол сходимости при выдавливании <0>:)

Значение угла сужения "выдавливаемого" тела должно лежать в пределах $\pm 90^\circ$. Числовое значение угла не должно задавать создание самопересекающегося тела. Если угол будет больше допустимого, в командной строке появится сообщение

Unable to extrude the selected object.

(Не способен выдавить выбранный объект:)

и команда завершит работу, не построив тело.

2. Ключ Patch (Путь) – предполагает выдавливание опорного объекта вдоль направляющей. После введения ключа появляется дополнительный запрос

Select extrusion path: (Выбрать путь выдавливания:)

Необходимо указать кривую, по которой будет выдавливаться опорный объект. Требования к пути выдавливания:

- кривая должна быть разомкнута;
- в качестве пути могут использоваться разомкнутые кривые, созданные командами: **ARC** (ДУГА), **CIRCLE** (КРУГ), **ELLIPSE** (ЭЛЛИПС), **PLINE** (ПЛИНИЯ), **POLYGON** (МН-УГОЛ), **SPLINE** (СПЛАЙН), **RECTANGLE** (ПРЯМОУГОЛЬНИК);
- опорный контур не обязательно должен располагаться в начале кривой и быть ему перпендикулярным;
- в конечной точке опорный контур всегда перпендикулярен кривой;
- кривая выдавливания может быть трехмерной.

5. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Рассмотрим последовательность операций для создания несложной трехмерной модели фланца, приведенного на рис. 5.1.

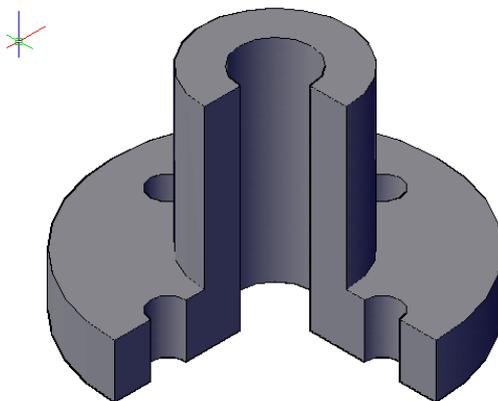


Рис. 5.1

Размеры фланца указаны на рис. 5.2.

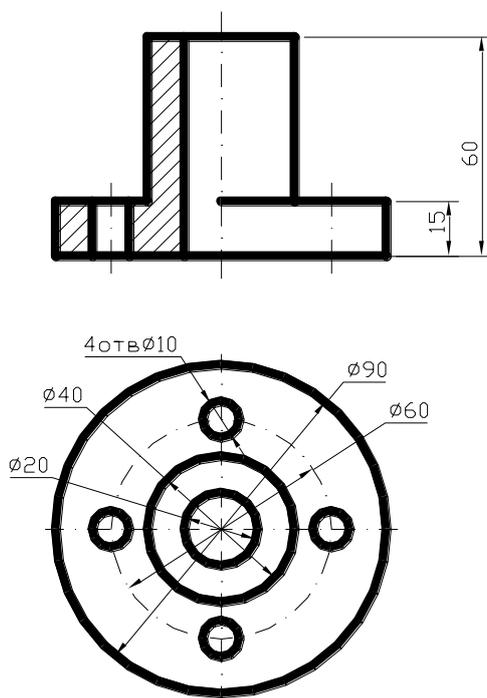


Рис. 5.2

Условно разобьем приведенный фланец на две части: нижнюю часть с большим диаметром 90 мм и верхнюю – диаметром 40 мм.

Последовательно вычерчиваем окружности диаметрами 90 и 20 мм и четыре окружности диаметром 10 мм (нижняя часть фланца).

Command: circle (Команда: круг)

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 100, 100

(Задать точку центра окружности или [3Т/2Т/ККР (касат касат радиус)]: 100, 100)

100, 100 – абсолютные декартовы координаты.

Specify radius of circle or [Diameter]: 45

(Задать радиус окружности или [Диаметр]: 45)

(Внимание: по умолчанию запрашивается значение радиуса окружности).

Аналогично вычерчиваем окружность диаметром 20 мм.

Command: circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 100, 100

Specify radius of circle or [Diameter] <20.00>: 10

Далее вычерчиваем окружность диаметром 10 мм, координаты центра которой определить несложно.

Command: circle Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 100, 130

В результате получаем изображение, приведенное на рис. 5.3.

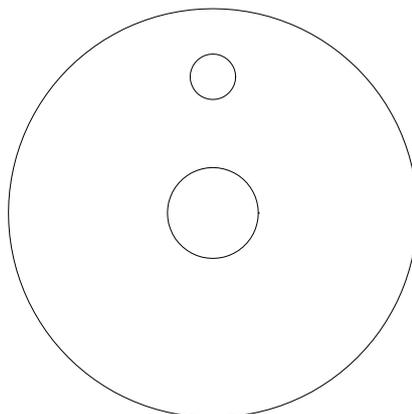


Рис. 5.3

Далее необходимо начертить круговой массив из четырех окружностей диаметром 10 мм вокруг центра большой окружности (координаты центра 100, 100).

Command: ARRAY (Команда: МАССИВ)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать мышью окружность $R = 5$ мм.

В командной строке появляется сообщение

1 found (1 найден)

Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <R>: P

(Ввести тип массива [Прямоугольный/Круговой]<П>:К)

Выбрать ключ Polar (Круговой).

Specify center point of array or [Base]: 100, 100

(Задать центр массива или [Базовый]: 100, 100

Ввести координаты центра 100, 100.

Enter the number of items in the array: 4

(Ввести количество элементов в массиве:4)

Ввести число 4.

Specify the angle to fill (+ =ccw, - =cw) <360>:

(Задать угол заполнения (+ =прс, - =пс) <360>:)

Нажать клавишу "Enter" для ввода значения угла по умолчанию.
В результате чертеж примет вид, изображенный на рис. 5.4.

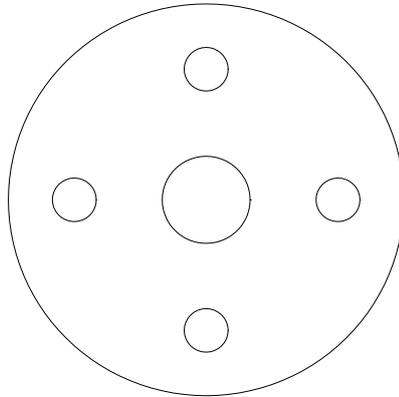


Рис. 5.4

Эту операцию можно провести, используя диалоговое окно, приведенное на рис. 5.5, вызываемое пиктограммой 

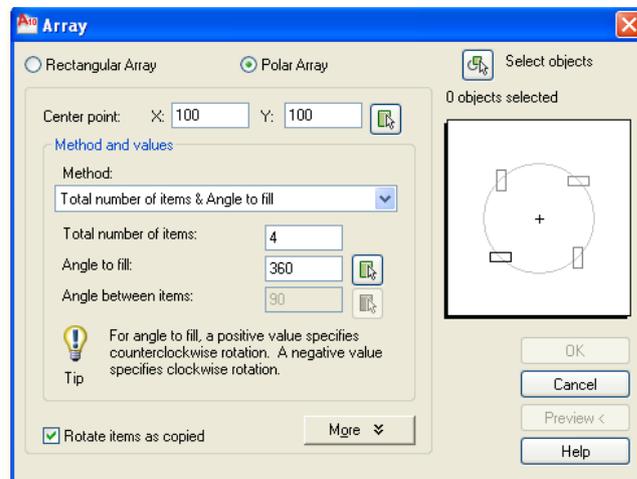


Рис. 5.5

Далее необходимо создать регион из начерченных объектов.

Command: REGION (Команда: РЕГИОН)

Select objects: ALL (Выбрать объекты: ВСЕ)

В командной строке ввести ключ ALL (ВСЕ)

Сообщение в командной строке

6 found (6 найдено)

Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Сообщение в командной строке

6 loops extracted (6 извлечений из петли)

6 Regions created (Создано 6 регионов)

Вычесть из большой окружности все малые.

Command: SUBTRACT (Команда: ВЫЧИТАНИЕ)

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract from...

(Выбрать тела или регионы, чтобы вычесть из них...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать основной объект, из которого будут вычитаться другие трехмерные объекты. В нашем случае – это большая окружность.

В командной строке появляется сообщение

Select objects: 1 found (Выбрать объекты: 1 найден)

После завершения выбора нажать клавишу "Enter" для выхода из запроса.

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract...

(Выбрать вычитаемые тела и области...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Необходимо выбрать вычитаемые объекты. В нашем случае – это все окружности меньших диаметров (всего 5).

После завершения выбора нажать клавишу "Enter" для выхода из запроса.

Происходит автоматическое вычитание выбранных объектов (малых окружностей) из большой окружности.

Таким образом, создан профиль нижней части фланца с уже готовыми отверстиями.

Приступаем к формированию верхней части фланца.

Последовательно вычерчиваем окружности диаметрами 40 и 20 мм (верхняя часть фланца).

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 200, 100
(Задать точку центра окружности или [3Т/2Т/ККР(касат касат радиус)]: 200, 100)

200, 100 – абсолютные декартовы координаты.

Specify radius of circle or [Diameter]: 20

(Задать радиус окружности или [Диаметр]: 20)

Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]: 200, 100
(Задать точку центра окружности или [3Т/2Т/ККР(касат касат радиус)]: 200, 100)

Specify radius of circle or [Diameter]: 10

(Задать радиус окружности или [Диаметр]: 10)

В результате чертеж примет вид, изображенный на рис. 5.6.

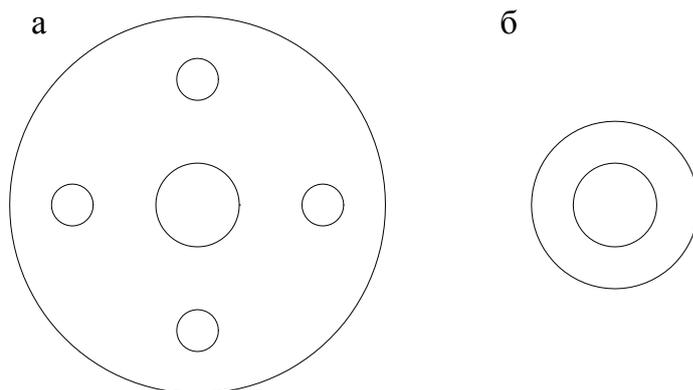


Рис. 5.6

Далее необходимо создать регион из начерченных объектов.

Command: REGION (Команда: РЕГИОН)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать две окружности верхней части фланца (рис. 5.6, б)

Сообщение в командной строке

2 found (2 найдено)

2 loops extracted (2 извлечения из петли)

2 Regions created (Создано 2 региона)

Вычесть из большей окружности малую.

Command: SUBTRACT (Команда: ВЫЧИТАНИЕ)

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract from...

(Выбрать тела или регионы, чтобы вычесть из них...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать большую окружность.

В командной строке появляется сообщение

Select objects: 1 found (Выбрать объекты: 1 найден)

Select solids and regions to subtract ...

(Выбрать вычитаемые тела и области...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать малую окружность.

Таким образом, создан профиль обода колеса с уже готовым отверстием.

1. Создать трехмерные заготовки фланца.

1.1. Создать трехмерную модель нижней части фланца.

Command: EXTRUDE (Команда: ВЫДАВИТЬ)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать нижнюю часть фланца (рис. 5.6, а).

Сообщение в командной строке

1 found (1 найден)

Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Specify height of extrusion or [Path]: 15

(Задать высоту выдавливания или [Путь]: 15)

Ввести число 15.

Specify angle of taper for extrusion <0>:

(Задать угол сужения при выдавливании <0>:)

Нажать клавишу "Enter" для ввода значения по умолчанию.

1.2. По аналогии создать трехмерную модель обода верхней части фланца (рис. 5.6, б).

Command: EXTRUDE (Команда: ВЫДАВИТЬ)

Сообщение в командной строке

Current wire frame density: ISOLINES=4

(Текущая плотность каркаса: ISOLINES=4)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать верхнюю часть фланца (рис. 5.6, б).

Сообщение в командной строке

1 found (1 найден)

Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Specify height of extrusion or [Path]: 45

(Задать высоту выдавливания или [Путь]: 45)

Ввести число 45.

Specify angle of taper for extrusion <0>:

(Задать угол сужения при выдавливании <0>:)

Нажать клавишу "Enter" для ввода значения по умолчанию.

Представить чертеж в аксонометрической проекции.

Command: -VIEW (Команда: -ВИД)

Enter an option

[?/Orthographic/Delete/Restore/Save/Ucs/Window]: SWISO Re-generating model

(Ввести опцию [?/Ортогональный/Удалить/Восстановить/Сохранить/ ПСК/Окно]: SWISO)

В результате чертеж примет вид, изображенный на рис. 5.7.

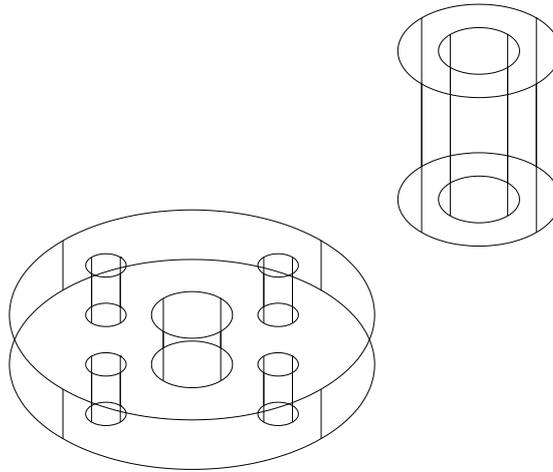


Рис. 5.7

Собрать две части фланца.

Command: MOVE (Команда: ПЕРЕНЕСТИ)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Выбрать верхнюю часть фланца.

Сообщение в командной строке

1 found (1 найден)

Для выхода из циклического запроса нажать клавишу "Enter".

Поскольку созданные фрагменты фланца представляют собой трехмерные модели, появляется третья координата (в результате процесса выдавливания по оси Z).

Specify base point or displacement: 200, 100,0

(Указать базовую точку или смещение: 200, 100,0)

Вводим координаты центра нижней окружности верхней части фланца (рис. 5.8).

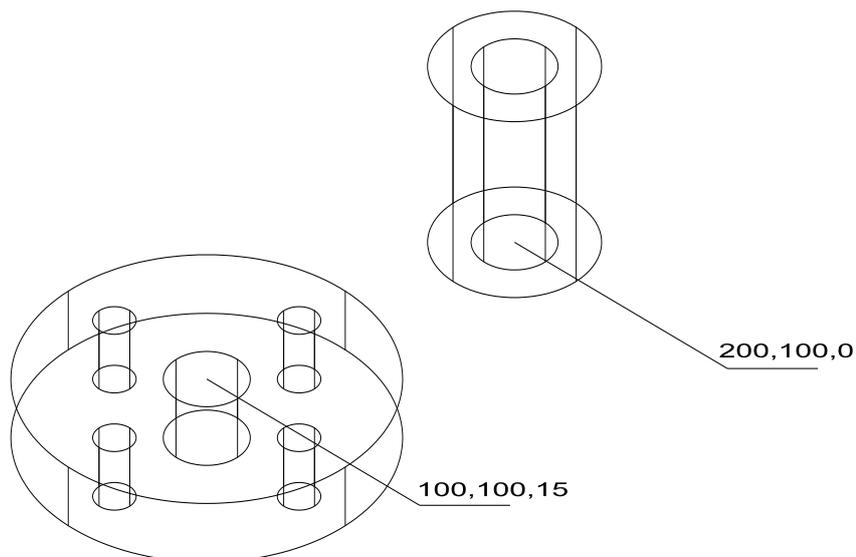


Рис. 5.8

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: 100, 100, 15.

(Выбрать вторую точку смещения или <использовать первую точку как смещение>: 100, 100, 15)

Вводим координаты центра верхней окружности нижней части фланца с учетом значения аппликаты центра.

В результате получаем изображенный на рис. 5.9 вид чертежа.

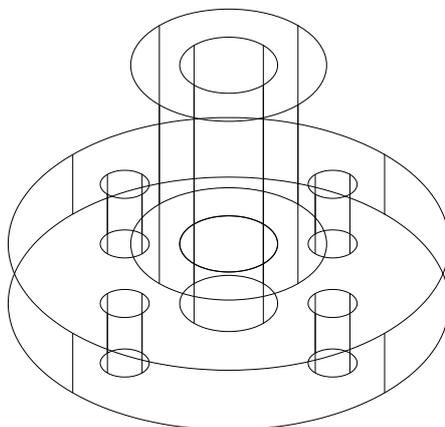


Рис. 5.9

Объединить два элемента фланца в один.

Command: UNION (Команда: ОБЪЕДИНЕНИЕ)

Select objects: (Выделить объекты:)

Выделить мышью обе части фланца.

Сообщение в командной строке.

2 found (2 найдено)

Чтобы лучше рассмотреть результаты, можно применить:

команду **HIDE (СКРЫТЬ)** для того, чтобы скрыть невидимые линии;

команду **3DORBIT (3-ОРБИТ)** для вращения объекта в пространстве.

Для того чтобы вырезать четверть фланца, можно использовать команды **BOX (ЯЩИК)**, **SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)** и объектные привязки **END (КОН)**, **CEN (ЦЕН)**.

1. Начертить куб со стороной 100 мм. С координатами угла 200,0

Command: BOX

(Команда: ЯЩИК)

Specify corner of box or [CEnter] <0,0,0>: 200,0

(Указать угол ящика или [Центр] <0,0,0>: 200,0

200,0 – абсолютные декартовы координаты.

Specify corner or [Cube/Length]: C

(Указать угол или [Куб/Длина]: К)

Выбрать ключ Cube (Куб).

Specify length: 100

(Выбрать длину: 100)

В результате чертеж примет вид (рис. 5.10).

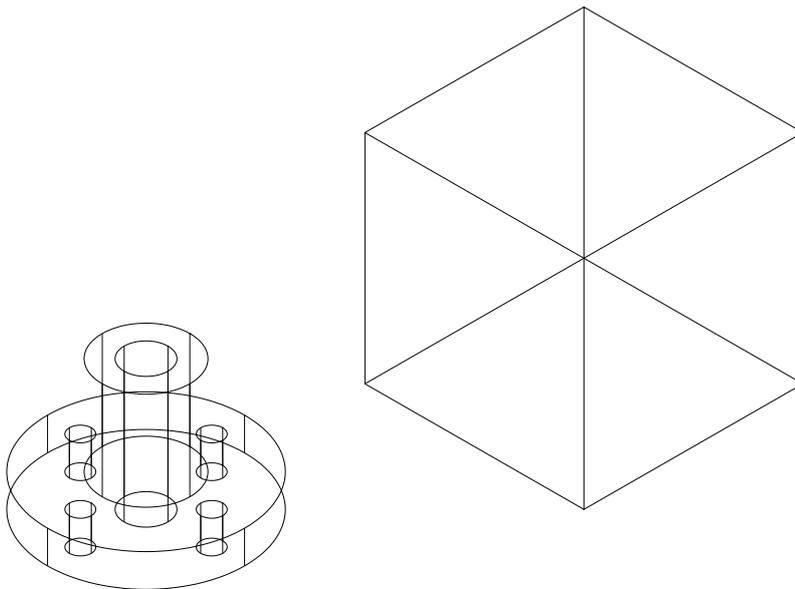


Рис. 5.10

Переместить куб и совместить его угловую точку (точка 1 на рис. 5.11, б) с точкой 2, расположенной в центре верхней окружности фланца (рис. 5.11, а).

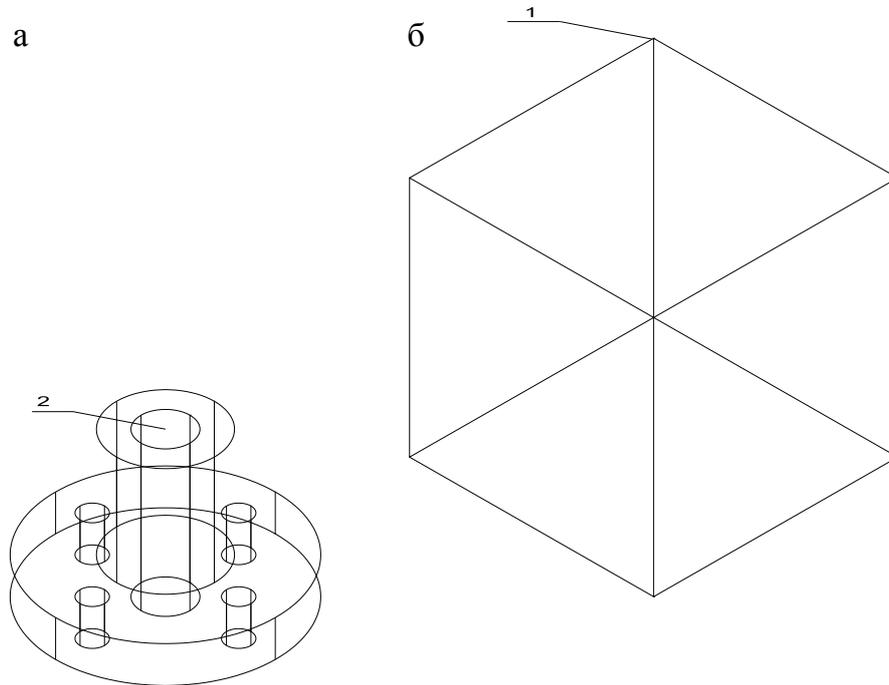


Рис. 5.11

Command: MOVE

(Команда: ПЕРЕНЕСТИ)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Указать мышью куб и нажать кнопку "Enter" для выхода из циклического запроса.

Specify base point or displacement: END

(Задать базовую точку или смещение: КОН)

Ввести объектную привязку END (КОН)

of

Указать мышью точку 1 (рис. 5.11, б).

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>: CEN

(Указать вторую точку смещения или <или используйте первую точку как смещение> ЦЕН)

Ввести объектную привязку CEN (ЦЕН).

Указать мышью точку 2 (рис. 5.11, а).

В результате получим чертеж (рис. 5.12).

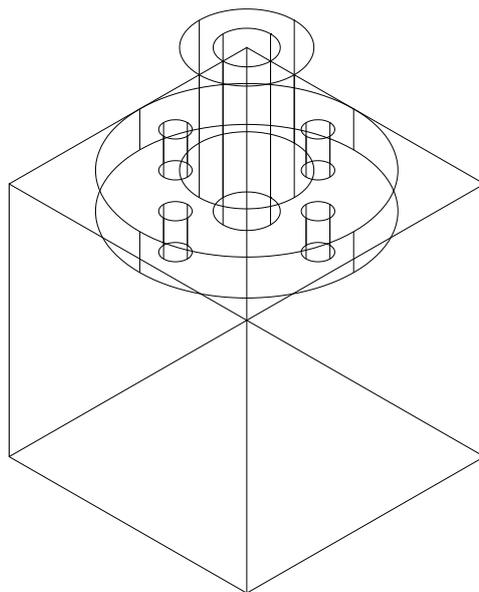


Рис. 5.12

Вычесть из фланца куб.

Command: SUBTRACT

(Команда: ВЫЧИТАНИЕ)

Сообщение в командной строке

Select solids and regions to subtract from...

(Выбрать тела или регионы, чтобы вычесть из них...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Указать мышью фланец и нажать клавишу "Enter".

Сообщение в командной строке.

Select solids and regions to subtract...

(Выбрать вычитаемые тела и области...)

Select objects: (Выбрать объекты:)

Указать мышью куб и нажать клавишу "Enter".

В результате чертеж примет вид, приведенный на рис. 5.13.

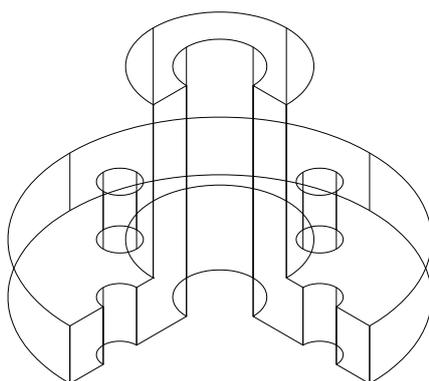


Рис. 5.13

На рис. 5.14 изображен фланец после применения команды HIDE (СКРЫТЬ):

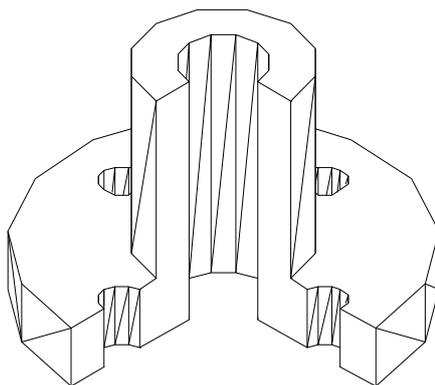


Рис. 5.14

Для придания изделию наглядного вида можно использовать ниспадающие меню в закладке View (Вид), приведенные на рис. 5.15.

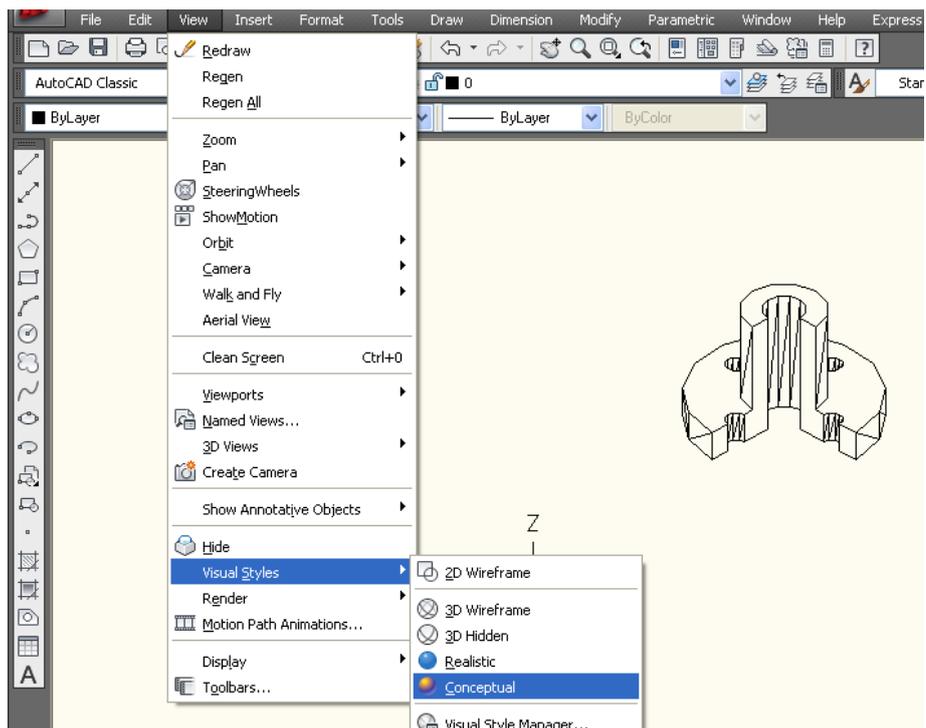


Рис. 5.15

Путь: View (Вид) – Visual Styles (Визуальные стили) – Conceptual (Концептуальный).

После применения указанных команд чертеж принимает вид, изображенный на рис. 5.16.

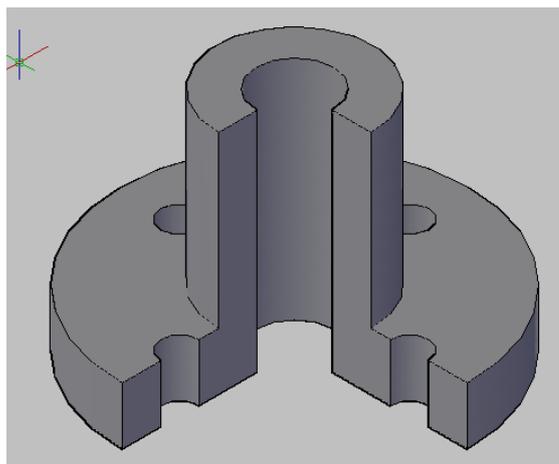


Рис. 5.16

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Буткарев А.Г., Рыков С.А.** Формирование чертежа по твердотельной модели в AutoCAD.– СПб.: СПбГУНиПТ, 2004. – 355 с.
2. **Сазонов А.А.** Трехмерное моделирование в AutoCAD 2011. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 376 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.....	3
1. Работа в трехмерном пространстве	4
Типы пространственных моделей.....	4
2. Трехмерные твердотельные примитивы	5
2.1. Команда BOX (ЯЩИК).....	6
2.2. Команда SPHERE (ШАР).....	8
2.3. Команда CYLINDER (ЦИЛИНДР)	8
2.4. Команда CONE (КОНУС).....	11
2.5. Команда TORUS (ТОР).....	11
3. СОЗДАНИЕ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ИЗ ТРЕХМЕРНЫХ ПРИМИТИВОВ	12
3.1. Команда UNION (ОБЪЕДИНЕНИЕ)	13
3.2. Команда SUBTRACT (ВЫЧИТАНИЕ)	13
3.3. Команда INTERSECT (ПЕРЕСЕЧЕНИЕ)	14
3.4. Команда INTERFERE (ВЗАИМОД)	15
4. СОЗДАНИЕ ТЕЛ ПУТЕМ МАНИПУЛЯЦИИ С ДВУМЕРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	17
4.1. Команда REGION (ОБЛАСТЬ)	17
4.2. Команда BOUNDARY (КОНТУР).....	18
4.3. Команда REVOLVE (ВРАЩАТЬ)	20
4.4. Команда EXTRUDE (ВЫДАВИТЬ).....	22
5. ПРИМЕР СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ	23
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	37



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru
www.gunipt.edu.ru

Буткарев Алексей Георгиевич

СОЗДАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор

Т.Г. Смирнова

Титульный редактор

Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка

Д.Е. Мышковский

Дизайн обложки

Н.А. Потехина

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 25.11.2013. Формат 60×84 1/8

Усл. печ. л. 5,12. Печ. л. 5,5. Уч.-изд. л. 4,76

Тираж 70 экз. Заказ № С 86

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-
тельный университет
информационных технологий,
механики и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

