

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

Ю. И. Садовский
И. М. Шуберт
Е. А. Телеш

ТРЕХМЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
В СИСТЕМЕ AutoCAD

Пособие
для студентов специальностей
профиля 70 «Строительство»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2024

УДК 004.92 (076.5) (075.8)
ББК 32.973я7
С14

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра стандартизации, метрологии и инженерной графики УО БГАТУ
(зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент *П. В. Авраменко*);
профессор кафедры дизайна УО «Институт современных знаний
имени А. М. Широкова», канд. техн. наук, доцент *В. Ф. Слепцов*

Садовский, Ю. И.

С14 **Трехмерная компьютерная графика в системе AutoCAD : пособие для студентов специальностей профиля 70 «Строительство» / Ю. И. Садовский, И. М. Шуберт, Е. А. Телеш. – Минск : БНТУ, 2024. – 57 с. ISBN 978-985-31-0001-3.**

Одним из путей интенсификации проектной деятельности и автоматизации выполнения чертежно-графических работ является использование средств компьютерной графики. Среди них значительное место занимает программный комплекс автоматизации проектных работ AutoCAD, ставший международным стандартом для подготовки конструкторской документации.

Настоящее издание разработано для студентов строительных специальностей и предназначено для подготовки и проведения лабораторных занятий по разделу дисциплины «Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика» с использованием системы компьютерного проектирования AutoCAD.

В пособии изложены необходимые теоретические положения, индивидуальные практические задания и методические рекомендации к их выполнению, которые позволяют освоить основы построения трехмерных твердотельных геометрических объектов, в том числе строительных конструкций. Рассматриваются принципы создания проекционных чертежей на основе созданных трехмерных объектов. Пособие дает необходимый минимальный объем теоретических и практических знаний для выполнения индивидуальных заданий и лабораторных работ по трехмерному моделированию, а также для изучения основных возможностей системы AutoCAD в этой области.

**УДК 004.92 (076.5) (075.8)
ББК 32.973-018я7**

ISBN 978-985-31-0001-3

© Садовский Ю. И., Шуберт И. М.,
Телеш Е. А., 2024
© Белорусский национальный
технический университет, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа № 1. Построение твердотельных примитивов	5
Лабораторная работа № 2. Построение твердотельной модели комплексной фигуры.....	10
Лабораторная работа № 3. Построение разрезов и сечений твердотельной модели	19
Лабораторная работа № 4. Построение проекционного чертежа твердотельной трехмерной модели.....	28
Лабораторная работа № 5. Построение твердотельных трехмерных моделей строительных конструкций	41
Лабораторная работа № 6. Создание трехмерных моделей фрагментов каркаса одноэтажного промышленного здания	51
ЛИТЕРАТУРА	57

ВВЕДЕНИЕ

Данное издание является второй частью учебно-методического пособия по трехмерному твердотельному моделированию в системе AutoCAD. Освоение логических принципов моделирования в трехмерном пространстве требует изучения основ этой системы автоматизированного проектирования, в первую очередь – основных команд построения и редактирования трехмерных фигур, которые детально рассматриваются в первой части учебно-методического пособия, изданного ранее.

Вторая часть пособия – лабораторный практикум – составлена из шести лабораторных работ, взаимосвязанных друг с другом. Предполагается, что, приступая к выполнению этих работ, студент знаком с основными возможностями плоскостного моделирования в системе AutoCAD и знает основные команды построения и редактирования трехмерных твердотельных фигур.

Представленные лабораторные работы направлены на изучение основ работы в трехмерном пространстве, формирование практических навыков по созданию и редактированию трехмерных объектов, изучению принципов моделирования и синтеза, лежащих в основе всех построений системы AutoCAD. Изучается построение простых трехмерных фигур на основе стандартных 3D-примитивов, составных и сложных на основе команд выдавливания, вращения, сдвига, лофтинга, а также операций булевой алгебры. При этом параллельно рассматривается ряд вопросов разделов «Проекционное черчение» и «Строительное черчение» дисциплины «Инженерная графика». К ним относятся в первую очередь такие темы, как построение видов, разрезов и сечений комплексных фигур, а также моделирование строительных конструкций.

В центре внимания – основы формообразования создаваемых поверхностей с выбором цветового решения для каждой из них, а также представление этих поверхностей на разных видах при изменении точки зрения на объект; оценка расположения отдельных плоскостей на модели по отношению к исходным плоскостям проекций и мировой системе координат и использование пользовательских систем координат. Изучаются возможности системы AutoCAD для создания проекционных 2D-чертежей и ее адаптация к требованиям стандартов системы ЕСКД по оформлению чертежей.

Рассматриваются возможности упрощенного моделирования строительных конструкций – фундаментов, плит покрытия и элементов плоской рамы одноэтажного промышленного здания. Это способствует развитию у студентов пространственного мышления, специфической и необходимой составляющей в их дальнейшей инженерной деятельности, расширяя их возможности в будущем курсовом и дипломном проектировании.

Теоретический материал, представленный перед каждой лабораторной работой, основывается на официальной документации версии программы AutoCAD 2024. Однако с ней могут работать и пользователи других версий, так как методика работы с программой изменений не претерпела. Эта система универсальна и адаптирована к любым требованиям, вне зависимости от версии.

Лабораторная работа № 1

ПОСТРОЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ПРИМИТИВОВ

Цель работы:

- ознакомиться с командами построения твердотельных моделей геометрических тел и изучить приемы их создания в системе AutoCAD;
- ознакомиться с типовыми направлениями просмотра трехмерных моделей;
- изучить типовые режимы отображения трехмерных объектов в AutoCAD.

Общие сведения

Типовые направления просмотра трехмерных моделей

В AutoCAD предусмотрено 10 типовых направлений, с которых можно просматривать трехмерные модели. При этом не нужно вручную вращать модель, а достаточно одного щелчка мыши, чтобы перейти к нужному виду.

Для перехода к нужному виду можно использовать пиктограммы с панели инструментов View (Вид), а можно использовать одноименное падающее меню.

Сами виды таковы:

- вид сверху;
- вид снизу;
- вид слева;
- вид справа;
- вид спереди;
- вид сзади;
- изометрический юго-западный вид (модель видна по диагонали в трех измерениях – данный вид является чем-то средним между видом слева, спереди и сверху);
- изометрический юго-восточный вид (как и в предыдущем случае, модель показывается по диагонали в трех измерениях, но данный вид является средним между видом справа, спереди и сверху);
- изометрический северо-восточный вид (представляет собой вид в трех измерениях, является средним между правым, задним и верхним видами);
- изометрический северо-западный вид (представляет собой вид в трех измерениях, является средним между левым, задним и верхним видами).

Именно изометрические виды позволяют наиболее ясно оценивать расположение трехмерных объектов на чертеже.

Режимы отображения трехмерных объектов

Режим отображения – это набор параметров, который управляет отображением кромок и теней на видовом экране. Для трехмерных объектов предусмотрены режимы отображения, которые можно выбрать командой Visual Styles (Стили отображения) раздела View (Вид) или на панели инструментов «Визуальные стили».

Визуальные стили определяют отображение ребер, света и теней в каждом видовом экране.

По умолчанию доступны следующие предварительно определенные визуальные стили:

– 2D-каркас (отображение объектов с использованием линий и кривых. Этот визуальный стиль оптимизирован для среды 2D-чертежа в высоком качестве);

– концептуальный (3D-объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и с учетом стиля граней по Гучу. Для стиля граней по Гучу характерны переходы между холодными и теплыми, а не между темными и светлыми оттенками цветов. Этот эффект менее реалистичен, но он лучше отображает подробности модели);

– скрытый (3D-объекты представляются в каркасном виде; линии, относящиеся к задним граням, не отображаются);

– реалистичный (3D-объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и с учетом материалов);

– тонированный (3D-объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами);

– тонированный с ребрами (3D-объекты отображаются с использованием тонирования с плавными переходами и с видимыми ребрами);

– оттенки серого (3D-объекты отображаются с использованием тонирования оттенками одного цвета (серого) с плавными переходами);

– эскизный (2D- и 3D-объекты отображаются с эффектом рисования от руки с учетом модификаторов ребер «Удлинение линий» и «Дрожание»);

– каркас (3D-объекты отображаются только с использованием линий и кривых. Параметры порядка прорисовки и заливки из 2D-тел не отображаются. Визуальный стиль «Каркас» не приводит к повторному созданию вида при изменении его направления, как в случае с визуальным стилем «2D-каркас». В крупных 3D-моделях экономия времени будет значительной);

– просвечивание (3D-объекты отображаются частично прозрачными).

В визуальных стилях с тонированием грани освещаются двумя удаленными источниками, которые перемещаются при изменении направления взгляда на модель. Освещение по умолчанию предназначено для такого освещения всех граней модели, чтобы они были визуальными различимы. Освещение по умолчанию доступно только тогда, когда все остальные источники света, включая солнечный цвет, отключены.

В визуальных стилях «Скрытый» и «Эскизный» цвет сплошных штриховок автоматически заменяется на цвет фона, что позволяет сделать их невидимыми. Чтобы сделать видимым исходный цвет для этих двух визуальных стилей, задайте для переменной VSFACESTYLE значение 1 или 2.

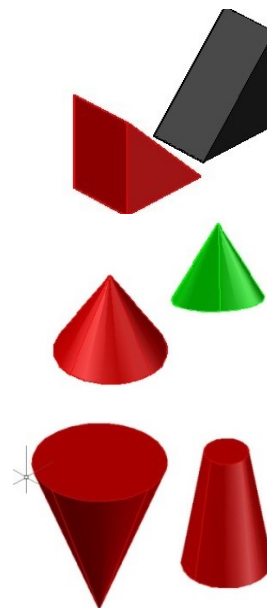
Порядок выполнения работы

1. Создать новый файл, используя шаблон формата A3 без основной надписи.
2. Построить стандартные 3D-тела. Первую точку – точку вставки – выбрать произвольно. После построения каждой фигуры произвести ее визуализа-

цию командой 3D Views (3D-виды) – SW Isometric (ЮЗ изометрия). Изменить цвета фигур. Произвести закраску фигур командой Visual Styles (Визуальные стили) – Shaded with Edges (Тонирование с кромками) из меню View (Вид).

3. Командой Box (Ящик) построить параллелепипед размерами в плане 50×30 и высотой 50 мм.

4. Командой Wedge (Клин) построить клин размерами в плане 42×35 высотой 50 мм. Изменив порядок ввода точек плана, построить второй клин, симметричный первому.



5. Командой Cone (Конус) построить:

– круговой конус с диаметром основания 32 мм и высотой 50 мм и эллиптический такой же высоты;

– перевернутый конус радиусом основания 10 мм и высотой 50 мм (высоту ввести со знаком минус);

– усеченный конус высотой 30 мм и радиусами нижнего и верхнего оснований 10 и 5 мм соответственно.

6. Командой Sphere (Шар) построить сферу диаметром 20 мм.

7. Командой Cylinder (Цилиндр) построить два цилиндра – круговой диаметром основания 30 мм и высотой 50 мм и эллиптический такой же высоты.



8. Командой Torus (Тор) построить:

– круговой открытый тор радиусом 15 мм и радиусом круга 5 мм;

– закрытый тор радиусом 10 и радиусом круга 10;

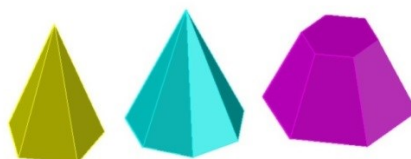
– закрытый тор радиусом –20 и радиусом круга 30.

9. Командой Pyramid (Пирамида) построить:

– пятиугольную пирамиду высотой 50 мм, основание которой описывается вокруг окружности радиусом 15 мм;

– семиугольную пирамиду такой же высоты, основание которой вписывается в окружность диаметром 20 мм;

– усеченную шестигранную пирамиду высотой 30 мм с верхним и нижним основаниями, вписанными в окружности диаметра 12 и 25 мм соответственно.



10. Построить две комбинированные фигуры: ящик и цилиндр, перевернутый конус и сфера.

Размеры ящика – $30 \times 20 \times 10$, размеры цилиндра: диаметр – 15, высота – 15. Размеры конуса: высота – 22, диаметр основания – 15. Диаметр сферы – 12 мм.

11. Командой Polysolid (Политело) построить указанные фигуры произвольных размеров.

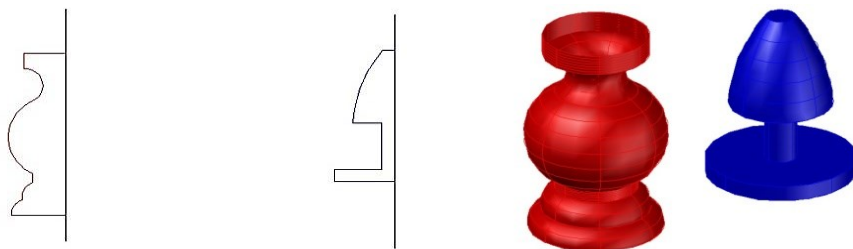
12. Построить:

– прямоугольник размерами 65×35 мм и выдавить его командой Extrude (Выдавить) на высоту 40 мм с углом сужения 10 градусов;

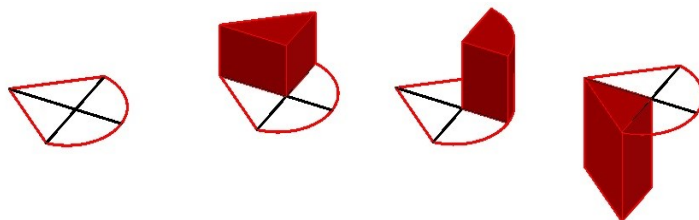
– эллипс с размерами осей 60 и 35 мм выдавливаем на высоту 30 мм;

– контур уголка размерами $55 \times 70 \times 6$ полилинией и выдавить его на 70 мм.

13. Командой Revolve (Вращай) построить показанные фигуры вращения произвольных размеров, предварительно построив их образующие и оси вращения.



14. Командой Presspull выдавить отдельные части копий показанного изображения.



15. Построить две соосные фигуры:

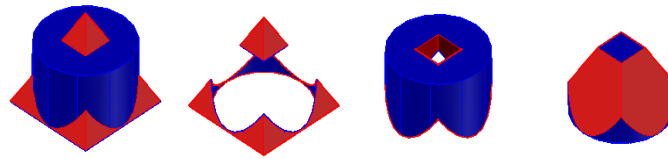
– цилиндр радиусом 200 мм и высотой 250 мм;

– четырехгранную пирамиду высотой 360 мм, основание которой вписывается в окружность радиуса 200 мм.

На копиях этих фигур последовательно выполнить:

– объединение цилиндра и пирамиды командой Union;

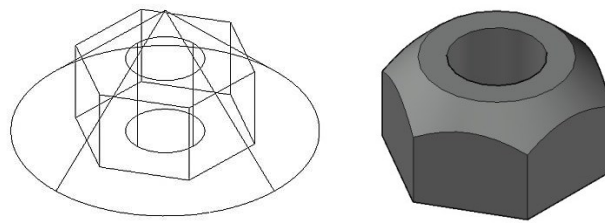
- вычитание командой Subtract цилиндра из пирамиды, затем пирамиды из цилиндра;
- пересечение обеих фигур командой Intersect.



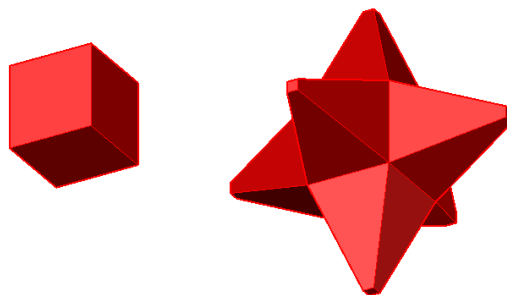
16. Построить три соосные фигуры:

- шестигранную призму высотой 75 мм, вписанную в окружность диаметра 75 мм;
- цилиндр диаметром 32 мм и высотой 75 мм;
- конус с диаметром основания 125 мм и высотой 125 мм.

17. Последовательным выполнением команд Subtract (Вычитание) и Intersect (Пересечение) построить контурное условное изображение гайки.



18. Командой Extrude Faces произвести выдавливание граней куба со стороной 50 мм на высоту 60 мм и углом сужения 20 градусов.



Лабораторная работа № 2 ПОСТРОЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ ФИГУРЫ

Цель работы:

- ознакомиться с командами построения сложных твердотельных моделей комплексных фигур в системе AutoCAD;
- изучить команды работы с пользовательскими системами координат UCS (ПСК);
- приобрести навыки практического использования команд преобразования трехмерных объектов в пространстве.

Общие сведения

Работа с пользовательскими системами координат

Пространственное моделирование связано с постоянным переопределением плоскости построений. Это может быть, например, параллельный перенос плоскости и начала координат в новую точку пространства, поворот плоскости построений относительно пространственной оси, задание плоскости по трем точкам. В связи с этим команда **UCS (ПСК)** имеет многочисленные опции для трехмерной работы.

Пользовательская система координат (ПСК) определяет местоположение и ориентацию перемещаемой декартовой системы координат. ПСК – это необходимый инструмент для многих точных операций.

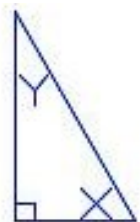
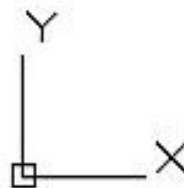
ПСК определяет:

- плоскость XU (которая также называется *рабочей плоскостью* или плоскостью построений), на которой создаются и изменяются объекты;
- горизонтальное и вертикальное направления, используемые для таких элементов, как режим «Орто», полярное отслеживание и отслеживание объектной привязки;
- выравнивание и угол сетки, образцы штриховки, текст и размерные объекты;
- начало и ориентацию для ввода координат, а также абсолютные опорные углы.

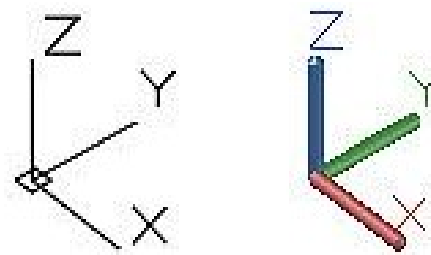
Для операций в 3D-режиме – ориентацию рабочих плоскостей, плоскостей проекций и оси Z для вертикального направления и оси поворота.

По умолчанию значок ПСК отображается в левом нижнем углу области чертежа в *текущем* видовом экране модели. ПСК в каждом пространстве листа отображается в виде треугольника чертежа.

При создании или изменении объектов можно перемещать и переориентировать ПСК в 3D-



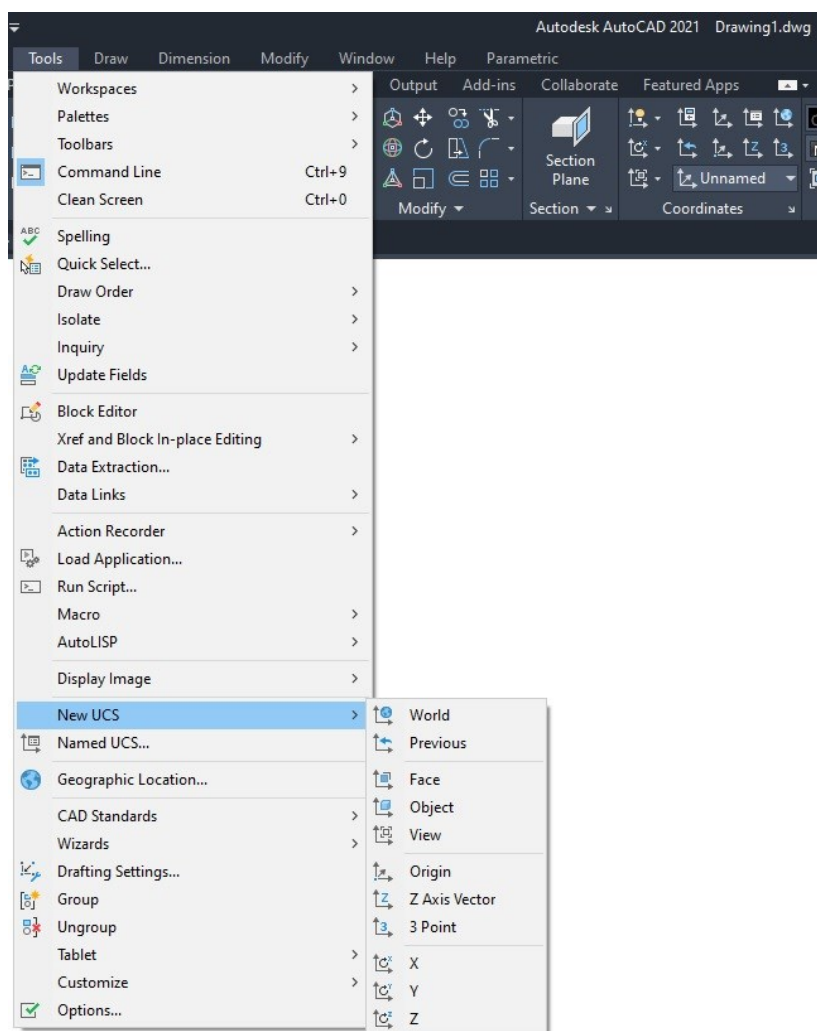
пространстве модели с целью упрощения работы. ПСК помогает вводить координаты, создавать 3D-объекты на рабочих плоскостях 2D и поворачивать объекты в 3D-режиме. Значок ПСК автоматически изменяется в зависимости от текущего визуального стиля. Цветной 3D-значок справа указывает, когда используется визуальный стиль 3D.



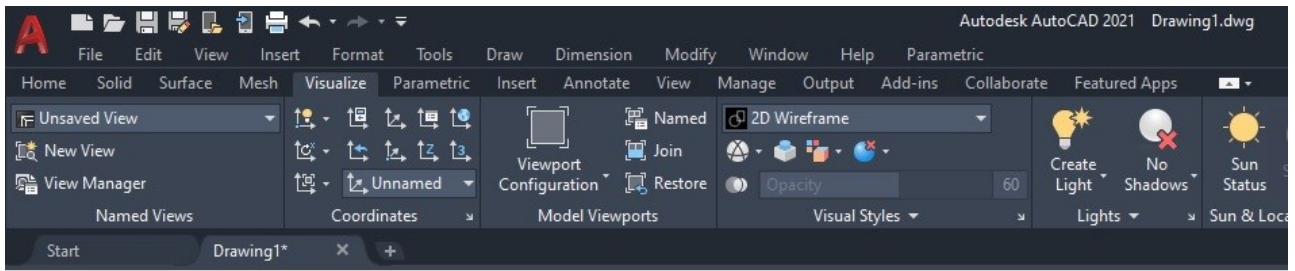
Можно переместить и повернуть ПСК в пространстве листа. Однако для ПСК в пространстве листа доступны только 2D-операции. По умолчанию значок ПСК отображается в левом нижнем углу листа. Можно изменить местоположение по умолчанию с помощью команды ЗнакПСК.

ПСК сохраняется с видовым экраном, если значение системной переменной UCSVP для этого видового экрана равно 1.

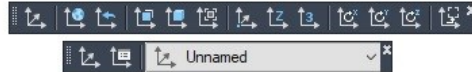
Команду UCS можно вызвать из верхнего меню Tools.



Опции команды доступны также из группы Coordinates (Координаты) меню Visualize (Визуализация) либо с помощью включенной одноименной панели инструментов UCS.



[-]Top][2D Wireframe]



При работе с командой отображаются следующие запросы:

Задать начало ПСК

Задание новой ПСК по одной, двум или трем точкам.

При задании одной точки начало текущей ПСК сдвигается с сохранением ориентации осей X , Y и Z .

При задании второй точки ПСК поворачивается и пересекает положительное направление оси X в этой точке.

При задании третьей точки ПСК поворачивается вокруг новой оси X для определения положительного направления оси Y .

Три точки определяют начало координат, положительную ось X и положительную плоскость XU .

Если не указать значение координаты Z , используется текущее значение.

Грань

Динамическое выравнивание ПСК по грани 3D-объекта.

Наведите курсор на грань, чтобы просмотреть, как будет выровнена ПСК.

Следующая

Совмещение ПСК со смежной или с задней гранью выбранной кромки.

Обратить X

Поворот ПСК на 180 градусов вокруг оси X .

Обратить Y

Поворот ПСК на 180 градусов вокруг оси Y .

Принять

Принятие изменений и размещение ПСК.

Именованные

Сохранение и восстановление именованных определений ПСК.

Восстановить

Восстановление сохраненного определения ПСК и использование его в качестве текущего.

Имя

Указывает имя определения ПСК для восстановления.

? – список определений ПСК

Создает список подробностей об указанных определениях ПСК.

Сохранить

Сохранение текущей ПСК под заданным именем.

Имя

Задаёт имя для определения ПСК.

Удалить

Удаление определения ПСК из списка сохранённых определений.

? – список определений ПСК

Список сохранённых определений ПСК, показывающих начало координат и оси X , Y и Z для каждого сохранённого определения относительно текущей ПСК. Введите звездочку для вывода списка всех определений ПСК. Если текущая ПСК совпадает с МСК (мировой системой координат), она отображается в списке под именем «МСК». Если она является пользовательской, но без имени, она отображается в списке под именем БЕЗ ИМЕНИ.

Наиболее используемые опции команды ПСК следующие:

Мир

Совмещение ПСК с мировой системой координат (МСК).

Объект

Совмещение ПСК с выбранным 2D- или 3D-объектом. ПСК можно выровнять по объекту любого типа (включая облака точек), за исключением прямых и 3D-полилиний.

Наведите курсор на объект, чтобы просмотреть, как будет выглядеть выравнивание ПСК, и щелкните мышью, чтобы разместить ПСК. В большинстве случаев начало ПСК располагается в конечной точке, ближайшей к указанной точке, ось X будет выровнена по ребру или по касательной к кривой, а ось Z будет выровнена перпендикулярно к объекту.

Предыдущая

Восстановление предыдущей ПСК.

Можно вернуться назад на последние 10 параметров ПСК в текущем сеансе. Параметры ПСК сохраняются отдельно для пространства модели и пространства листа.

Вид

Выравнивание плоскости XU ПСК по плоскости, перпендикулярной направлению взгляда. Начало координат не изменяется, оси X и Y становятся горизонтальной и вертикальной.

X, Y, Z

Поворот текущей ПСК вокруг указанной оси.

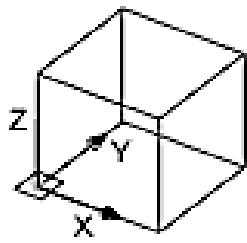
Если ориентировать большой палец правой руки согласно положительному направлению оси X , Y или Z и согнуть остальные пальцы, то положительное направление вращения будет совпадать с направлением, указываемым согнутыми пальцами.

Посредством указания точки начала координат и одного или нескольких углов поворота вокруг осей X , Y и Z можно задать любую ПСК.

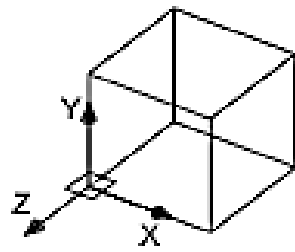
Ось Z

Выравнивание ПСК по заданной положительной ветви оси Z .

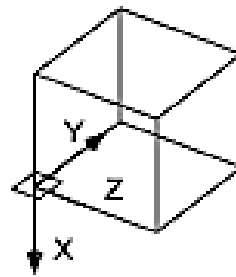
Начало координат ПСК перемещается в первую указанную точку, положительное направление оси Z проходит через вторую указанную точку.



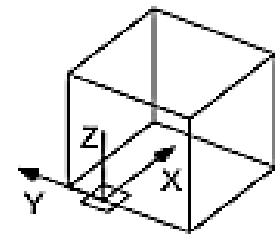
мировая система координат



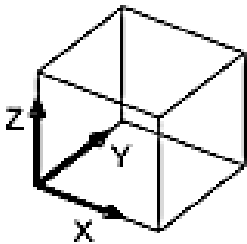
поворот вокруг оси X = 90



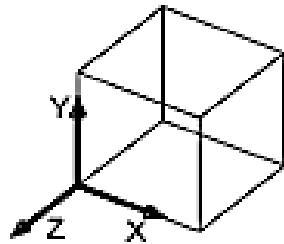
поворот вокруг оси Y = 90



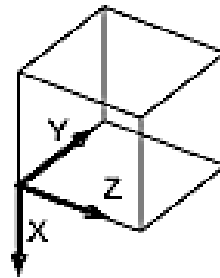
поворот вокруг оси Z = 90



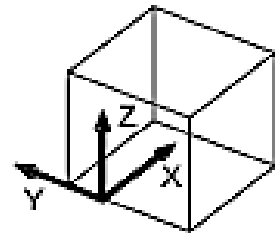
мировая система координат



поворот вокруг оси X = 90



поворот вокруг оси Y = 90



поворот вокруг оси Z = 90

Объект

Выравнивание по оси Z с касательной к конечной точке, ближайшей к указанной точке. Положительная полуось Z направлена от объекта.

Применить

Применение параметров текущей ПСК к указанному видовому экрану или ко всем видовым экранам, если для других видовых экранов установлена другая ПСК (системная переменная UCSVP).

Видовой экран

Применение текущей ПСК к указанному видовому экрану и завершение команды ПСК.

Все

Применение текущей ПСК ко всем активным видовым экранам.

3 Точки (3 points)

В этом случае создание ПСК будет производиться путем указания трех точек. Первой точкой вы зададите начало координат, второй – направление оси X, а третьей – направление оси Z.

Ось Z

Этот вариант позволяет создать ПСК путем поворота существующей системы координат на определенный угол. Угол отсчитывается против часовой стрелки от горизонтального направления вправо вращением вокруг оси Z.

Порядок выполнения работы

Рассмотрим последовательность построения трехмерной модели на примере комплексной фигуры, показанной на рис. 2.1.

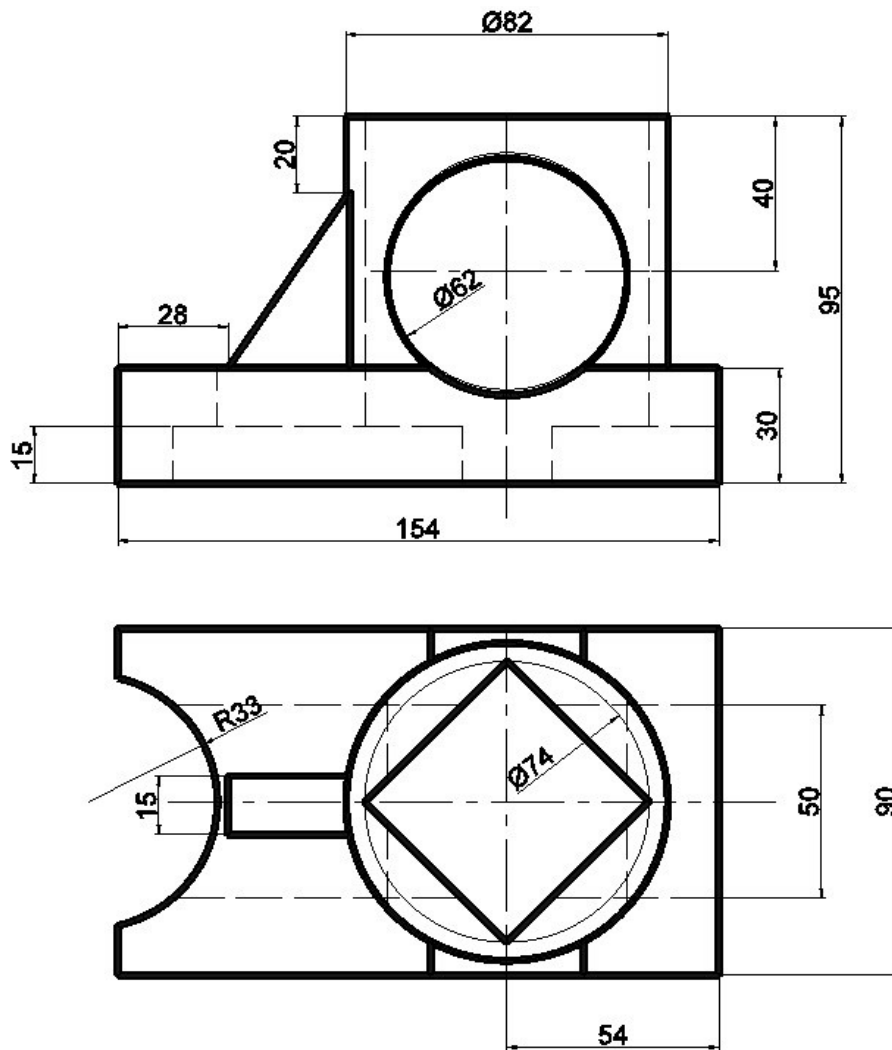


Рис. 2.1

Представим форму разрабатываемой детали как совокупность простых геометрических элементов. Ими являются призма, цилиндр, клин, то есть стандартные примитивы, которые предусмотрены в AutoCAD. Более сложные элементы получим как тела, получаемые выдавливанием плоского контура, а также путем объединения (команда Union), вычитания (Subtract) или пересечения (Intersect) созданных элементов.

Начнем с формирования нижней части детали. Вычерчиваем командой Polyline (Полилиния) контур ее поперечного сечения по размерам и выдавливаем его командой Extrude на высоту 154 мм. После этого командой 3D-rotate поворачиваем полученную фигуру на 90 градусов относительно оси X. Результаты последовательного выполнения этих команд показаны на рис. 2.2.

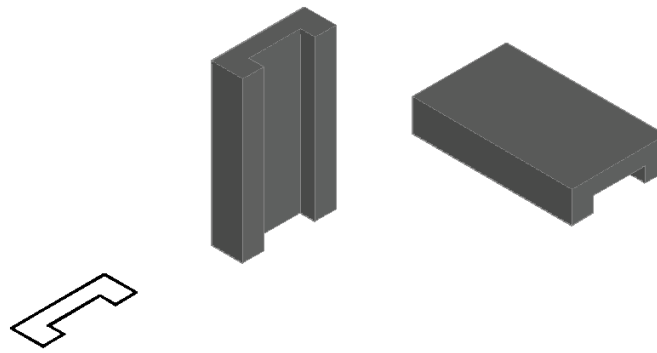


Рис. 2.2

Меняем направление взгляда на полученную часть фигуры 3D-View – Top и строим на ее поверхности окружность радиусом 33 мм, после чего выдавливаем ее на высоту 50 мм (больше толщины основания фигуры). Изменяем направление взгляда на юго-восточную изометрию и командой **Subtract** (Вычитание) вычитаем цилиндр из основания. Получаем готовую нижнюю часть фигуры, показанную на рис. 2.3 в каркасном режиме визуализации и на рис. 2.4 – в режиме закраски с выделением кромок.

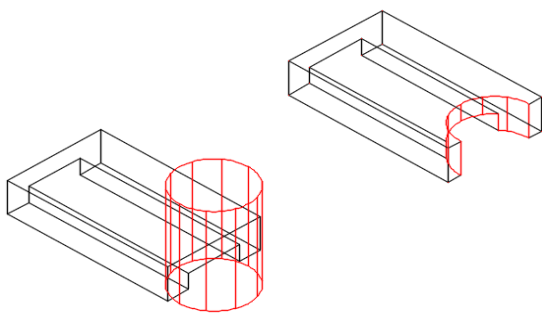


Рис. 2.3. Основание фигуры в изометрии в каркасном режиме

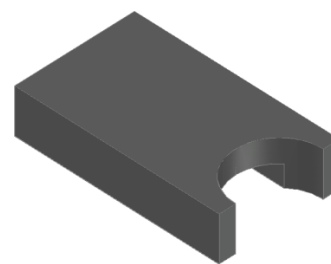


Рис. 2.4. Основание фигуры в изометрии в режиме закраски с кромками

Отметим, что основание фигуры можно было построить и другими способами. Например, построить два соосных параллелепипеда: больший – по наружным размерам основания, меньший – по размерам сквозного выреза, – а затем вычистить меньший из большего.

Переходим к построению цилиндра. Меняем направление взгляда View – Top и строим на верхнем основании цилиндр командой **Cylinder** по заданным размерам. При построении цилиндра используем объектные привязки и полярное отслеживание.

Изменяем направление взгляда на северо-восточную изометрию и проверяем полученный результат. Визуальный стиль – закраска с кромками (рис. 2.5).

Переходим к построению внутренних элементов фигуры. Для построения фронтального цилиндрического выреза делаем следующие операции:

- изменяем направление взгляда View – Front;
- формируем новую пользовательскую систему координат UCS – View;

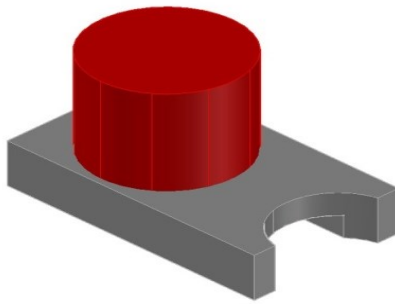


Рис. 2.5. Фигура в изометрии

– строим в новой ПСК окружность диаметром 62 мм, центр которой лежит на расстоянии 40 мм от верхнего основания цилиндра, для чего используем объектные привязки и полярное отслеживание (рис. 2.6).

Построенную окружность выдавливаем командой Extrude на длину 120 мм (больше ширины детали). Проверяем полученный результат с переходом в режим изометрии (рис. 2.7).

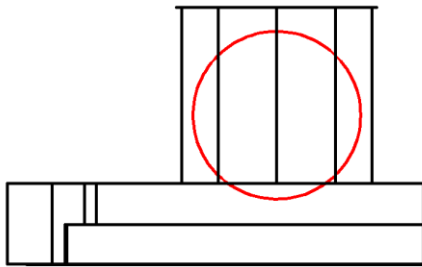


Рис. 2.6. Построение фронтального цилиндрического выреза

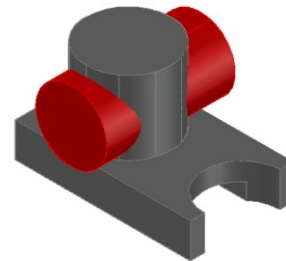


Рис. 2.7. Фигура в изометрии на этапе построения фронтального отверстия

Командой Subtract вычитаем горизонтальный цилиндр из вертикального и получаем фигуру, показанную на рис. 2.8. Командой Union объединяем все составные части в единую фигуру.

Изменяем направление взгляда View – Top и строим на верхнем основании четырехсторонний полигон (рис. 2.9).

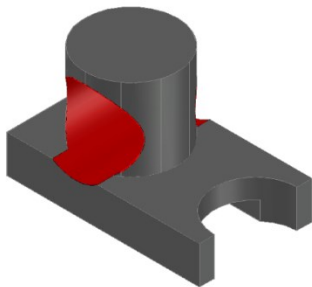


Рис. 2.8. Фигура с фронтальным вырезом

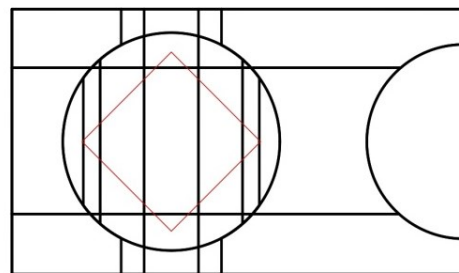


Рис. 2.9. Построение контура горизонтально проецирующего выреза

Командой Extrude выдавливаем его на расстояние минус 120 мм (вниз с запасом на расстояние большее, чем высота фигуры) (рис. 2.10).

Командой Subtract вычитаем внутреннюю призму из фигуры (рис. 2.11).

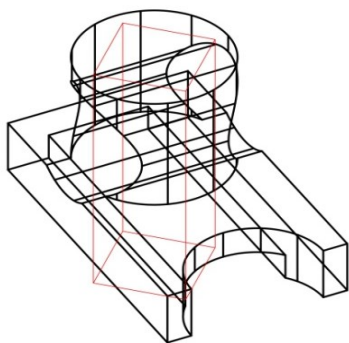


Рис. 2.10. Построение призматического выреза

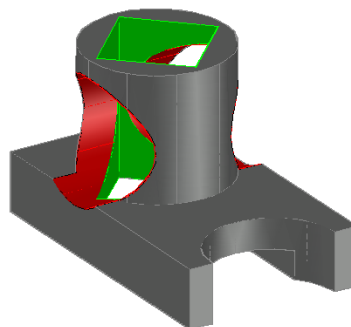


Рис. 2.11. Фигура после вычитания призмы

Командой Wedge (Клин) строим отдельно ребро жесткости по размерам и переносим его в нужное место на основании фигуры, используя объектные привязки, либо строим его сразу на фигуре в режиме изометрии (рис. 2.12). Готовая фигура показана на рис. 2.13.

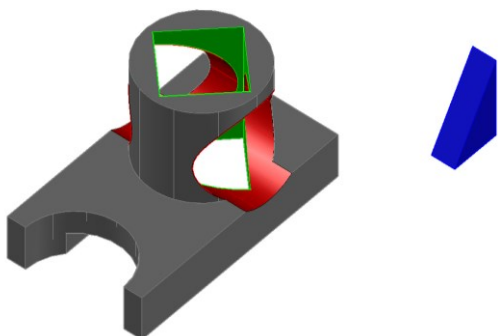


Рис. 2.12. Построение ребра жесткости

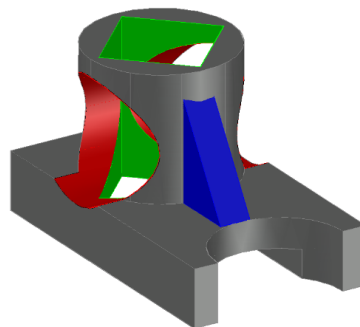


Рис. 2.13. Трехмерная модель фигуры в аксонометрии

Индивидуальное задание. Построить по своему варианту трехмерную модель 3-й или 4-й задачи раздела «Проекционное черчение» по указанию преподавателя.

Лабораторная работа № 3 ПОСТРОЕНИЕ РАЗРЕЗОВ И СЕЧЕНИЙ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Цель работы:

- ознакомиться с командами построения разрезов сложных твердотельных моделей комплексных фигур в системе AutoCAD;
- изучить команды создания сечений моделей в системе AutoCAD;
- приобрести навыки практического выполнения разрезов и сечений;
- освоить режим Orbit (Орбита) просмотра трехмерных объектов.

Общие сведения

Выполнение разрезов

Команда **Slice (Разрез)** позволяет разрезать твердотельный объект заданной секущей плоскостью на две части. При этом можно удалить одну из отрезанных частей или оставить обе части на экране. Восстановить объект в первоначальном виде можно командой Union (Объединить).

Вызвать команду можно нажатием на соответствующую пиктограмму инструментальной панели «Редактирование тел» или из падающего меню Modify (Редактирование) / 3D Operation (3D-Операции) / Slice (Разрез). После вызова команды необходимо выбрать объект, завершить выбор, а затем ответить на подсказки команды. По умолчанию заложено указание секущей плоскости тремя точками. Далее точкой указывается та часть объекта, которая должна быть сохранена. Разрезанные тела наследуют слой и цвет исходного тела, но являются новыми составными телами.

Поверхности можно разрезать только с использованием заданных плоскостей.

Разрезанные объекты наследуют слой и цвет исходного объекта, однако в результате объекты-тела или поверхности не наследуют журнал исходных объектов.

При работе с командой отображаются следующие запросы:

Объекты для разрезания

Указание объекта 3D-тела или объекта-поверхности, который надлежит разрезать:

- начальная точка режущей плоскости;
- плоский объект;
- поверхность;
- ось Z;
- вид;
- XY;
- YZ;
- XZ;
- 3 точки.

Начальная точка режущей плоскости

Задание первой из двух точек, определяющих ориентацию режущей плоскости. При использовании этого параметра режущая плоскость перпендикулярна плоскости XU текущей ПСК. После задания второй точки на плоскости можно выбрать, нужно ли сохранить обе части разрезанного объекта, или можно указать другую точку на стороне плоскости, которую требуется сохранить.

Вторая точка на плоскости. Установка второй из двух точек режущей плоскости. Если вторая указанная точка не находится на плоскости XU ПСК, она проецируется на плоскость.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

Плоский объект

Выравнивание секущей плоскости с плоскостью, содержащей выбранную окружность, эллипс, круговую или эллиптическую дугу, 2D-сплайн, 2D-полилинию или плоскую 3D-полилинию.

Выберите круг, эллипс, дугу, 2D-сплайн или 2D-полилинию. Задание плоского объекта, определяющего секущую плоскость. Также можно выбрать плоский объект 3D-полилинии.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

Поверхность

Выравнивание секущей плоскости по выбранной поверхности.

Выберите поверхность: Задание секущей поверхности.

Выберите разрезаемый объект с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

Ось Z

Определяет секущую плоскость путем задания точки начала на оси Z (нормали).

Укажите вторую точку на секущей плоскости. Устанавливает точку на режущей плоскости.

Укажите точку на оси Z (нормаль). Точка, определяющая ось, которая перпендикулярна режущей плоскости.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

Вид

Выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости просмотра на текущем видовом экране. Расположение секущей плоскости определяется указанной точкой.

Указать точку на текущей плоскости вида. Установка точки на объекте, являющейся начальной точкой среза.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

XU

Выравнивание секущей плоскости относительно плоскости XU текущей ПСК. Укажите точку, чтобы определить местоположение секущей плоскости.

Точка на плоскости XY. Выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости XY ПСК с проходом через заданную точку.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

YZ

Выравнивание секущей плоскости относительно плоскости XY текущей ПСК. Укажите точку, чтобы определить местоположение секущей плоскости.

Точка на плоскости YZ. Выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости YZ ПСК с проходом через заданную точку.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

XZ

Выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости XZ текущей ПСК. Укажите точку, чтобы определить местоположение секущей плоскости.

Точка на плоскости XZ. Выравнивание секущей плоскости параллельно плоскости XZ ПСК с проходом через заданную точку.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Обе стороны

3 точки

Определяет секущую плоскость заданием трех точек.

Укажите точку с нужной стороны для сохранения

Точка используется для определения того, какую сторону разрезанного объекта нужно сохранить. Точка не должна лежать на секущей плоскости.

Обе стороны

Сохранение обеих частей разрезанных объектов.

На рис 3.1 показаны примеры выполнения простых разрезов плоскостями уровня.

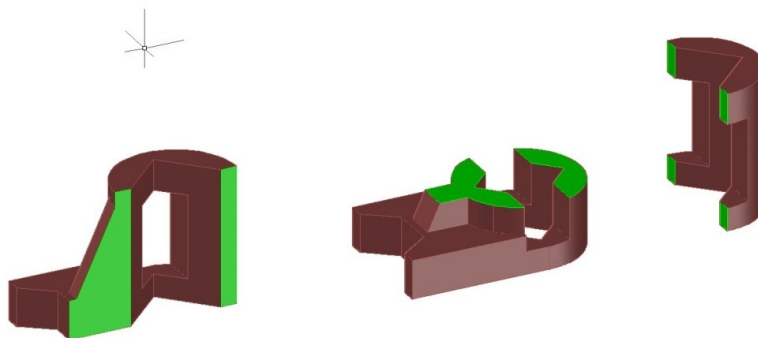


Рис. 3.1. Примеры выполнения простых разрезов

Для выполнения комбинированного выреза необходимо команду Slice (Разрез) повторить дважды: сначала выполнить полный фронтальный разрез, затем полный профильный разрез. Обязательным условием выполнения такого выреза является положительный ответ на запрос последней опции при выполнении обоих разрезов: Keep both sides – оставляет обе части разрезанного тела. В результате фигура оказывается разделенной на четыре части, одна из которых

удаляется, остальные три объединяются командой Union (рис. 3.2). Показанная фигура сначала рассекается фронтальной плоскостью по оси симметрии на две части (показаны коричневым и желтым цветом), затем желтая половина фигуры разрезается профильной плоскостью, проходящей через ось призматического выреза, на две части (показаны желтым и красным цветом). После этого красная часть фигуры удаляется. Оставшиеся части фигуры могут быть объединены в единое целое командой Union.

Такой же результат можно получить путем вычитания из модели параллелепипеда, объем которого соответствует объему удаляемой части фигуры.

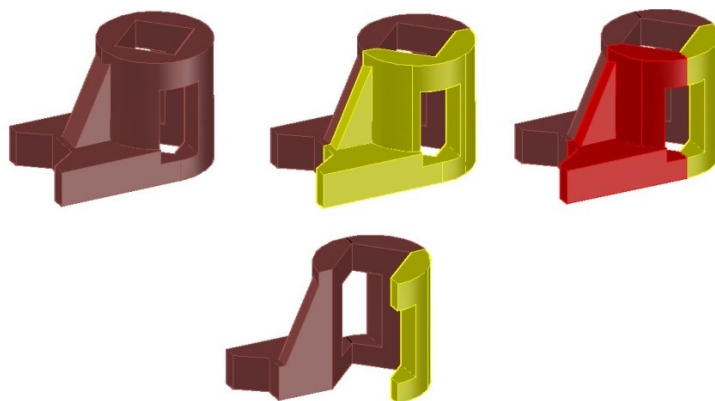


Рис. 3.2. Пример выполнения комплексного разреза

Выполнение сечений

Для построения сечений можно использовать команду Section (Сечение). Данная команда строит плоское наклонное или параллельное плоскостям проекций сечение, образуя замкнутую область из линии сечения. Переместив трехмерный объект на свободное поле чертежа после выполнения данной команды, открываем построенное сечение.

По умолчанию секущая плоскость задается путем указания трех точек. Другие варианты выполнения команды Section (Сечение) аналогичны рассмотренным вариантам команды Slice (Разрез). На рис. 3.3 показаны построенные сечения фигуры тремя плоскостями уровня и наклонной плоскостью, совпадающей с наклонной гранью ребра жесткости.

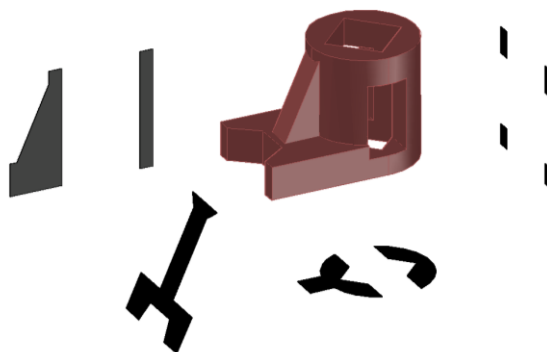


Рис. 3.3. Примеры выполнения сечений

Просмотр трехмерных моделей

В разделе View (Вид) необходимо выбрать режим Orbit (Орбита), который служит для просмотра построенного трехмерного объекта и установки точки зрения. При использовании данного инструмента пользователь как бы вращается вокруг пространственной модели, что позволяет рассмотреть ее под различными углами. В этом режиме нельзя использовать другие команды для редактирования объекта.

В AutoCAD применяются три разновидности режимов данного инструмента. Кроме команды Orbit (Вращение), который запускается по умолчанию, имеются три других опции: Constrained Orbit (Ограниченное вращение), Free Orbit (Свободное вращение) и Continuous Orbit (Непрерывное Вращение).

Выбор *первой опции* используется по умолчанию. Вращение при этом будет происходить только относительно горизонтальной и вертикальной осей.

При выборе *второй опции* на экране появляется окружность, которая делит графическую зону на несколько областей. При перемещении указателя из одной области в другую он изменяет свой внешний вид. Таким образом AutoCAD извещает пользователя о том, что изменился способ вращения модели, то есть программа будет по-разному реагировать на движения указателя мыши в зависимости от того, в какой области он находится.

Поворот в режиме круговой стрелки. Выведите указатель за внешний контур орбиты. Он примет вид круговой стрелки с точкой в центре. Если теперь перемещать указатель, удерживая нажатой левую кнопку мыши, то объекты, находящиеся на экране, будут вращаться вокруг воображаемой оси, проходящей через центр окружности перпендикулярно плоскости чертежа. Отпустив кнопку мыши, можно зафиксировать полученный вид модели.

Поворот в режиме сферы с линиями. Если переместить указатель внутрь окружности, он приобретет вид двух эллипсов со стрелками, расположенных в перпендикулярных плоскостях. Перемещая указатель при нажатой кнопке мыши, можно добиться вращения модели вокруг оси, лежащей в плоскости экрана и проходящей через центр окружности перпендикулярно направлению перемещения указателя. Например, если в данном режиме перемещать указатель в горизонтальном направлении, модель будет вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через центр окружности. Последние два режима хороши тем, что независимо от направления перемещения мыши вращение будет происходить только в одной плоскости – вертикальной или горизонтальной.

Чтобы быстро переключиться в режим Free Orbit (Свободное вращение), находясь в режиме Constrained Orbit (Ограниченное вращение), необходимо нажать и удерживать клавишу Shift.

После выбора опции Continuous Orbit (Непрерывное вращение) необходимо задать направление вращения модели. Для этого нужно, удерживая нажатой левую кнопку мыши, указать то направление, которое необходимо. Заданное вращение будет выполняться в автоматическом режиме. Для окончания вращения модели нажмите клавишу Esc или щелкните кнопкой мыши.

Примеры выполнения разрезов и сечений трехмерных фигур

Выполнение простых разрезов легко производится командой Slice соответствующими плоскостями уровня. После указания разрезаемой фигуры из списка опций команды выбирается плоскость проекций, параллельно которой должна быть расположена секущая плоскость. Для фронтального разреза это плоскость ZOX , для горизонтального разреза – плоскость XOY , для профильного – плоскость YOZ . После этого необходимо указать одну точку, через которую проходит выбранная секущая плоскость, и указать точку на оставляемой части фигуры или выбрать опцию Both – оставить обе части.

Точку, через которую проходит соответствующая секущая плоскость, необходимо выбрать с использованием соответствующих объектных привязок.

Формат команды

Command: SLICE

Select objects to slice: 1 found

Select objects to slice: - выбрать рассекаемый объект

Specify start point of slicing plane or [planar Object/Surface/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points] <3points>: XZ – плоскость для фронтального разреза

Specify a point on the XZ plane <0,0,0>: - указать, например, точку в середине толщины ребра жесткости с помощью привязки Midpoint

Specify a point on desired side or [keep Both sides] <Both>: - указать точку на задней поверхности фигуры.

Полученный результат показан на рис. 3.4.

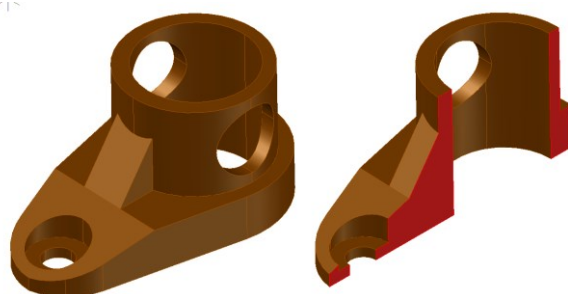


Рис. 3.4. Простой фронтальный разрез фигуры

Аналогичным образом строятся горизонтальный (рис. 3.5) и профильный (рис. 3.6) простые разрезы.

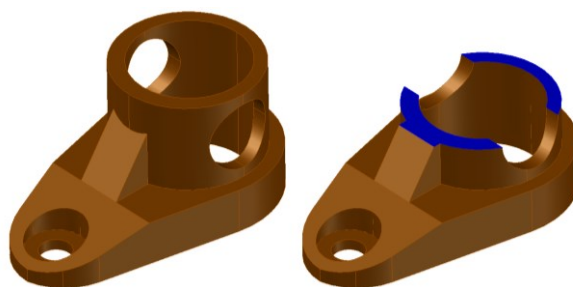


Рис. 3.5. Простой горизонтальный разрез фигуры

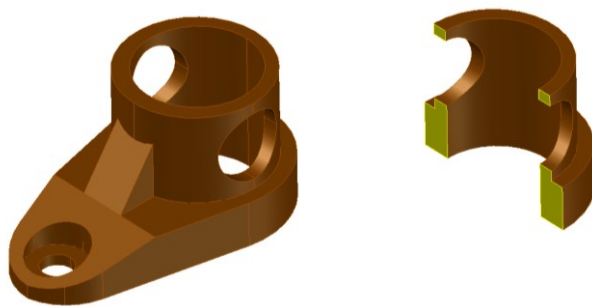


Рис. 3.6. Простой профильный разрез фигуры

Выполнение сечений для этой же фигуры производим командой Section (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Фронтальное, горизонтальное и наклонное сечения

Построение сечений, параллельных плоскостям проекций, производим аналогично простым разрезам опциями команды *XY/YZ/ZX*, наклонного (через наклонную плоскость ребра жесткости) – опцией *3 points* (3 точки), которые выбираем с помощью объектных привязок на наклонной плоскости ребра.

Формат команды

Command: SECTION

Select objects: 1 found – выбираем объект

Select objects:

Specify first point on Section plane by [Object/Zaxis/View/XY/YZ/ZX/3points]
<3points>:

Specify second point on plane:

Specify third point on plane: указываем последовательно три точки на ребре.

Для того, чтобы увидеть сечение, фигуру необходимо переместить на свободное место.

Для фигуры, показанной на рис. 3.8, построим сложный ступенчатый разрез. Используем для этого команду Subtract для вычитания из заданной фигуры многогранника, объем, положение и размеры которого равен удаляемой части фигуры.

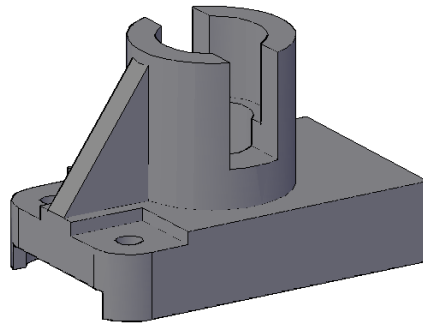


Рис. 3.8. Фигура для ступенчатого разреза

Изменив направление взгляда на вид сверху (View – Top), построим замкнутой полилинией контур многогранника для вычитания его из заданной фигуры (рис. 3.9).

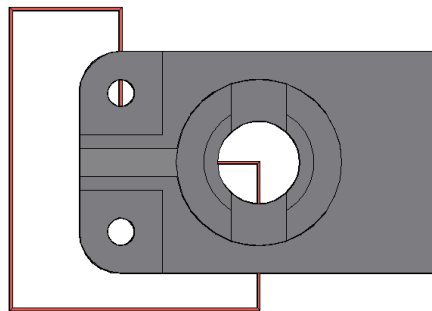


Рис. 3.9. Построение контура вычитаемой части для ступенчатого разреза

Выдавливает его командой Extrude на высоту, превышающую высоту заданной фигуры (рис. 3.10).

Завершаем разрез выполнением команды Subtract (рис. 3.11).

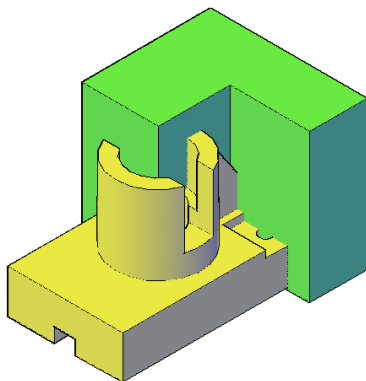


Рис. 3.10. Построение удаляемой части для ступенчатого разреза

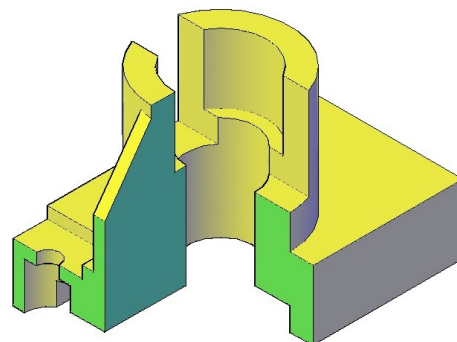


Рис. 3.11 Деталь со ступенчатым разрезом в изометрии

Для детали, показанной на рис. 3.12, выполним горизонтальный ломаный разрез. Изменив направление взгляда на вид спереди (View – Front), построим замкнутой полилинией контур многогранника для вычитания его из заданной фигуры (рис. 3.13).

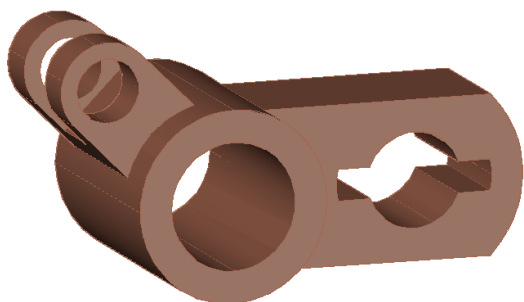


Рис. 3.12. Деталь для ломаного разреза

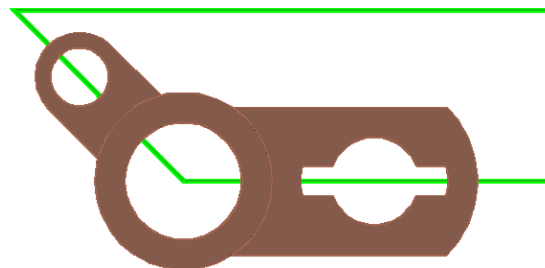


Рис. 3.13. Построение контура вычитаемой части для ломаного разреза

Выдавливаем его командой Extrude. Высота выдавливания должна превышать ширину заданной фигуры (рис. 3.14). Завершаем разрез выполнением команды Subtract (рис. 3.15).

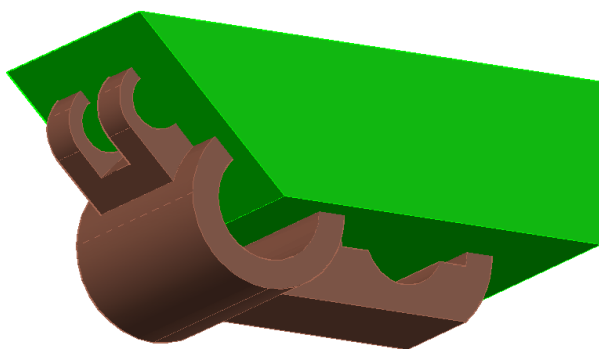


Рис. 3.14. Построение удаляемой части для ломаного разреза

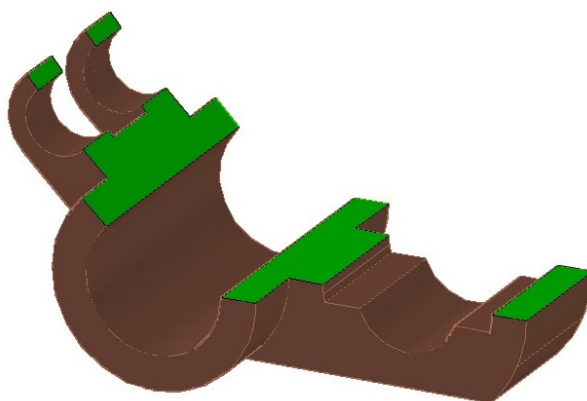


Рис. 3.15. Деталь с ломаным разрезом в аксонометрии

Индивидуальное задание. Построить по указанию преподавателя разрезы и сечения фигуры из лабораторной работы № 2.

Лабораторная работа № 4

ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКЦИОННОГО ЧЕРТЕЖА ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Цель работы:

- ознакомиться с методами построения плоских двухмерных изображений сложных твердотельных моделей комплексных фигур в системе AutoCAD;
- освоить технологию построения ассоциативно связанных видов трехмерных моделей командой Viewbase (Видбаз);
- изучить возможности команды Flatshot (Плоский снимок) в системе AutoCAD;
- приобрести навыки практического выполнения двухмерных проекционных чертежей трехмерных моделей.

Общие сведения

В AutoCAD получить плоское изображение по трехмерной модели можно двумя способами: воспользоваться командами формирования ассоциативных видов чертежа или использовать команду создания плоского изображения с модели.

Ассоциативные виды чертежа (Базовый вид)

Этот способ построения 2D-проекций подходит в том случае, если вам необходимо получить плоский чертеж по трехмерной модели с сохранением ассоциативной связи, т. е. чтобы при изменении модели также обновлялись проекции. С помощью этой команды легко получить стандартные проекции чертежа (вид сверху, вид слева и пр.).

Команда создания видов находится на ленте «Главная» – «Базовый» – «Из пространства модели».

Диалог команды зависит от того, в каком пространстве ее запустить.

Если запустить команду в пространстве модели, то:

1. Сначала необходимо указать те тела, для которых будут сформированы проекции. Если есть необходимость построить проекции по всей модели, то выберите опцию «Вся модель».

2. Указать лист, на котором будет размещена проекция. Если ввести имя нового листа, то он создастся автоматически.

3. После автоматического перехода AutoCAD в пространство указанного листа необходимо определить положение проекционного вида и нажать клавишу Enter.

4. После этого можно переместить курсор для построения проекционных видов.

Если запустить команду из пространства листа, то система сразу предложит разместить вид по модели на листе. После подтверждения также можно сформировать и проекционные виды.

Обратите внимание, что созданные проекционные виды имеют ассоциативную связь с моделью, т. е. при ее изменении чертеж автоматически изменится. Кроме того, графику этих проекций нельзя редактировать привычными способами, виды представляют из себя единые неделимые объекты.

Базовым видом является первый вид, созданный в чертеже. Все другие виды являются производными от базового вида.

Базовый вид включает все видимые твердые тела и поверхности в пространстве модели. Если пространство модели не содержит видимые тела или поверхности, отображается диалоговое окно «Выбор файла».

Когда лента активна, эта команда отображает контекстную вкладку ленты «Создание вида чертежа». Если лента не включена, используйте команду «Видред», чтобы изменить свойства базового вида.

Отображаются следующие запросы:

Пространство модели

В пространстве модели предлагается выбрать отдельные объекты или выбрать все тела и поверхности.

В листе выбираются все тела и поверхности, доступные в пространстве модели, и указывается положение базового вида.

Файл

Открывается диалоговое окно «Выбор файла».

В пространстве модели предлагается выбрать лист для базового вида.

В листе предлагается указать местоположение базового вида.

Имя нового или существующего листа, который требуется сделать текущим (доступно, только если вы работаете в пространстве модели)

Задаёт компоновку для отображения базовых видов. Имеется возможность:

Введите новое имя листа. Программа создает новую вкладку листа и открывает ее.

Введите существующее имя. Программа открывает вкладку листа.

Введите ? для отображения списка существующих вкладок листа.

Выберите объекты

Если пространство модели не содержит видимые тела или поверхности, отображается диалоговое окно «Выбор файла», в котором можно выбрать модель Inventor.

Базовый вид содержит все доступные твердые тела и поверхности в пространстве модели. Тела и поверхности можно исключить из базового вида с помощью команды «Выбрать».

Вся модель

Указывает, что нужно использовать все тела и поверхности в пространстве модели.

Положение базового вида

Указывает положение базового вида в чертеже.

Тип

Указывается, если команда завершает выполнение после создания базового вида или продолжает выполнение для создания проекционных видов.

Выбор

Указывает объекты, которые требуется добавить или удалить.

Удалить

Исключает указанные объекты из набора объектов и повторно открывает предыдущий лист.

Вся модель

Включает все объекты в наборе объектов.

Лист

Повторно открывает предыдущий лист.

Представление

Отображает типы представлений, позволяющих выбрать представление, необходимое для отображения в базовом виде.

Ориентации

Определяет ориентацию для использования вместе с базовым видом.

Чтобы использовать ту же ориентацию модели, как в пространстве модели, выберите параметр «Текущий». В противном случае можно выбрать одну из следующих предустановленных ориентаций.

Скрытые линии

Задание стиля отображения для использования вместе с базовым видом.

Масштаб

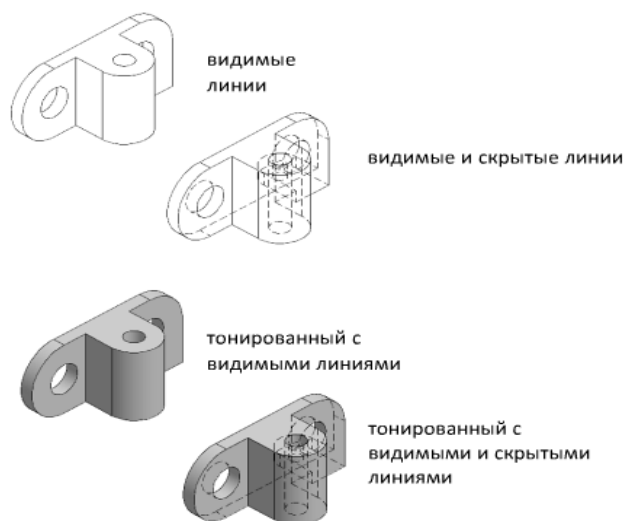
Задаёт абсолютный масштаб для использования вместе с базовым видом. Проекционные виды, являющиеся производными от этого вида, автоматически наследуют указанный масштаб.

Видимость

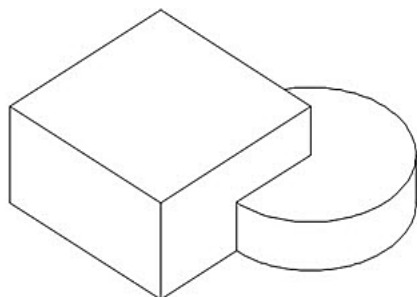
Отображение параметров видимости, заданных для базового вида. Параметры видимости объекта зависят от модели, и некоторые параметры могут быть недоступны в выбранной модели.

Ребра пересечения

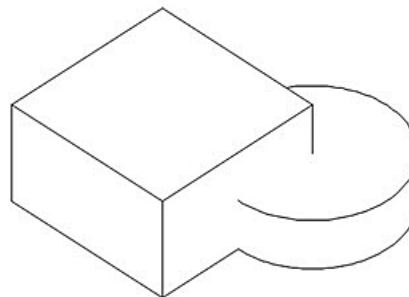
Включение и отключение видимости ребер пересечения. Ребра пересечения появляются при пересечении одного или нескольких тел друг с другом. Если видимость ребер пересечения включена, в месте схождения тел отображается отрезок.



С ребрами пересечений



Без ребер пересечений

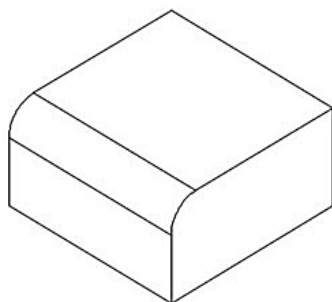


Линии перехода

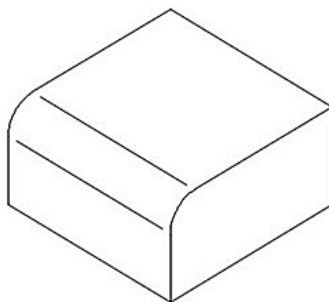
Включение и отключение видимости линий перехода. Касательные ребра отмечают переход между плоской поверхностью и скругленной кромкой и чаще всего называются сопрягаемыми кромками.

Линии перехода укорочены. Укорачивается длина линий перехода, чтобы отличать их от видимых ребер. Этот параметр доступен, только если выбран параметр «Линии перехода».

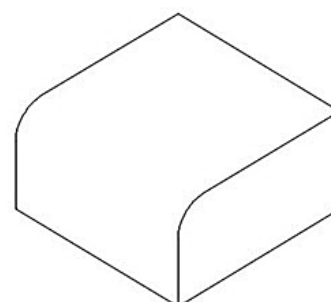
Полные касательные



Укороченные касательные



Без касательных



Создание плоских проекций

Быстро получить плоскую проекцию по трехмерной модели в AutoCAD можно с помощью команды «Плоский снимок» (Flatshot). Этот вариант лучше подходит в том случае, когда необходимо сформировать проекции с возможностью их дальнейшего редактирования, при этом ориентация модели для формирования проекции может быть абсолютно любой.

Для построения проекции выполните следующие действия:

1. В пространстве модели сориентируйте 3D-модель. Например, для получения плоской проекции вида сверху расположите модель соответствующим образом.
2. Запустите команду «Плоский снимок» (Flatshot).
3. В появившемся окне выберите способ формирования проекции: «Вставить в виде нового блока» или «Экспортировать в файл». Вариант «Заменить существующий блок» предназначен для обновления уже существующих блоков при изменении модели.

4. В разделе «Фоновые линии» установите цвет и тип линий для видимых контуров проекции, в разделе «Погашенные линии» установите видимость и параметры скрытых линий проекции. По умолчанию все линии являются сплошными.

5. После нажатия кнопки ОК укажите точку вставки блока, масштабы по осям X и Y и угол поворота.

Полученная проекция будет вставлена в пространство модели в виде обычного блока, который можно переместить в нужное место чертежа, расчленив и доработать при необходимости.

Если в процессе формирования проекции выбрать опцию «Экспортировать в файл», то необходимо указать имя и расположение создаваемого файла. В результате выполнения операции AutoCAD создаст новый файл, в котором будет находиться 2D-проекция, полученная по 3D-модели в виде набора отрезков, окружностей и дуг.

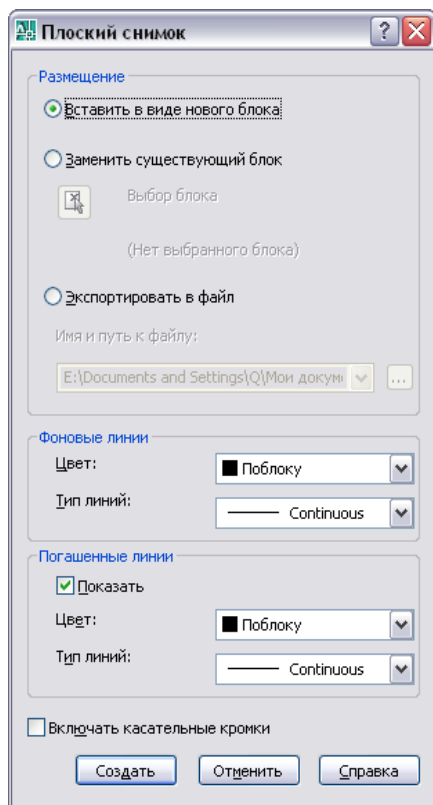


Рис. 4.1. Диалоговое окно Flatshot

Тип линий. Установка типа линий переднего плана в виде.

Линии заднего плана. Определяет, будут ли отображаться присутствующие на чертеже линии заднего плана в плоском виде и позволяет установить цвет и тип этих линий.

Показать. Управляет плоским представлением линий заднего плана. В случае выбора 2D плоского представления линии, скрытые другими объектами, отображаются.

Размещение

Определяет место для создания плоского представления.

Вставить в виде нового блока

Вставка плоского представления в текущий чертеж в качестве блока.

Заменить существующий блок

Замена существующего в чертеже блока на вновь созданный блок.

Выбор блока

Временное закрытие диалогового окна при выборе блока чертежа для замены. После выбора блока нажмите Enter для повторного открытия диалогового окна «Плоский снимок».

Блок выбран

Показывает, выбран ли блок.

Экспортировать в файл

Сохранение блока во внешний файл.

Линии переднего плана. Содержит средства установки цвета и типа линий переднего плана в плоском виде.

Цвет. Установка цвета линий переднего плана в плоском виде.

Цвет. Установка цвета линий, расположенных под объектами геометрии в плоском виде.

Тип линий. Установка типа линий, расположенных под объектами геометрии в плоском виде.

Создать. Создание плоского вида

Включать касательные кромки. Создание ребер силуэта для криволинейных поверхностей.

Примеры построения проекционных чертежей трехмерных фигур

Построение видов фигуры командой Viewbase

Командой Viewbase (Видбаз) построим виды показанной на рис. 4.2 фигуры.

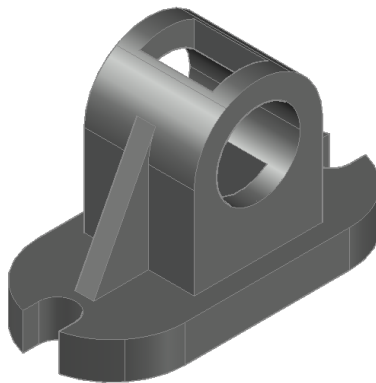


Рис. 4.2. Трехмерная модель фигуры

Строим базовый и проекционные виды указанной детали.

В ленте нажмите кнопку «Базовый» (или Viewbase (Видбаз)), выберите опцию «Из пространства модели».

Формат команды :

Command: `_VIEWBASE`

Specify model source [Model space/File]

<Model space>: `_M`

Select objects or [Entire model] <Entire model>: Specify opposite corner: 1 found – указываем требуемую фигуру

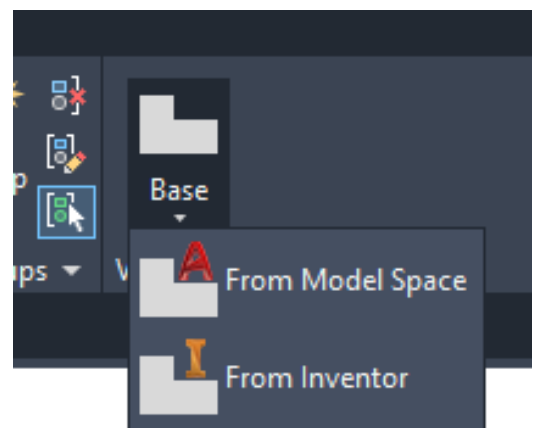
Select objects or [Entire model] <Entire model>:

Enter new or existing layout name to make current or [?] <Лист1>: - указываем лист, на котором будет производиться построение видов

Regenerating layout.

Type = Base and Projected Hidden Lines = Visible and hidden lines Scale = 1:2

Specify location of base view or [Type/Select/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility] <Type>: H- выбираем тип визуализации видов



Select style [Visible lines/vIsible and hidden lines/Shaded with visible lines/sHaded with visible and hidden lines] <Visible and hidden lines>: S – выбираем тип визуализации – закрашенный с кромками и только видимыми линиями

Specify location of base view or [Type/sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility] <Type>: происходит автоматический переход в пространство листа. Появляется тонированное изображение вида спереди, прикрепленное к курсору и предлагаемое в качестве базового вида. Мышкой указываем положение вида спереди в нужной точке листа — построен базовый вид.

Select option [sElect/Orientation/Hidden lines/Scale/Visibility/Move/eXit] <eX-it>: нажимаем клавишу Enter. Фиксируется положение базового вида.

Specify location of projected view or <eXit>: перемещаем курсор вниз — возникло и перемещается вместе с курсором изображение вида сверху / укажите его положение — построен проекционный вид сверху.

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>: перемещаем курсор вверх — возникло и перемещается вместе с курсором изображение вида снизу / укажите его положение — построен проекционный вид снизу.

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>: перемещаем курсор влево — возникло и перемещается вместе с курсором изображение вида справа / укажите его положение — построен проекционный вид справа.

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>: перемещаем курсор вправо — возникло и перемещается вместе с курсором изображение вида слева / укажите его положение — построен проекционный вид слева.

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>: перемещаем курсор вниз вправо— возникло и перемещается вместе с курсором изображение юго-изометрии / укажите его положение — построена юго- изометрия. Аналогичный образом строим еще три изометрии

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>:

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>:

Specify location of projected view or [Undo/eXit] <eXit>:

Base and 6 projected view(s) created successfully. Сообщение о завершении построения базового и 6 производных видов.

На любом этапе построение производных видов можно завершить нажатием клавиши Enter.

При необходимости построение новых проекционных видов можно продолжить, например приняв один из построенных видов за базовый, и построить два производных от него вида. Для этого нажмите на ленте кнопку «Проекционный» (или Viewproj (Вид-Проекц)) / укажите вид, от которого строим производные виды / переместите курсор и задайте положение дочернего вида, например, как изометрического и т. д.

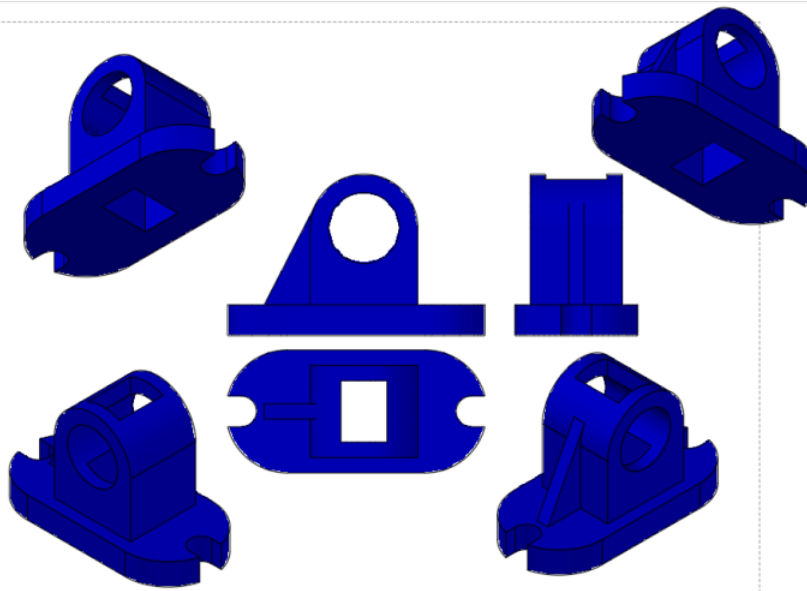


Рис. 4.3. Построенные виды:
фронтальный, горизонтальный, профильный и 4 изометрии

Команда Viewbase строит виды с того базового объекта, тип которого выбран. На рис. 4.4 показано построение проекций фигуры, для которой сделан полный фронтальный разрез.

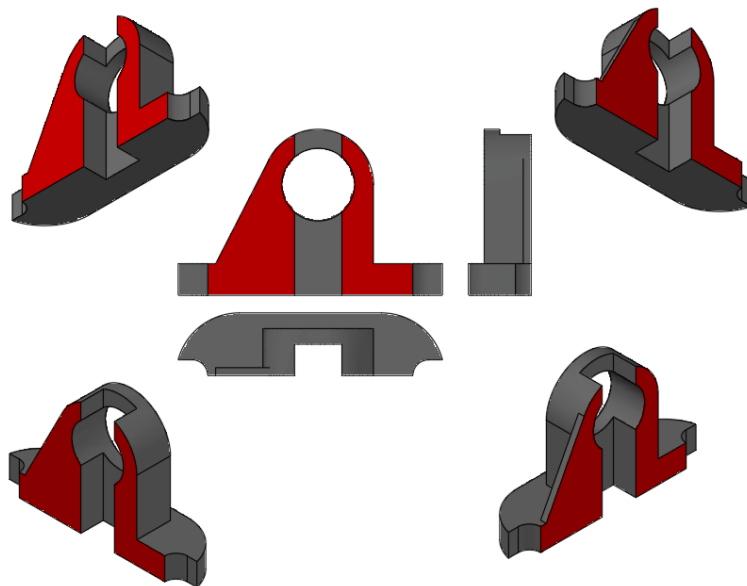


Рис. 4.4. Построенные проекции фигуры с разрезом

Построение проекционных изображений командой Flatshot (Плоский снимок)

С помощью команды Flatshot можно строить проекционные чертежи разных видов – виды, разрезы и сечения с возможностью их дальнейшей доработки в соответствии с требованиями действующих ГОСТов.

Построим для фигуры на рис. 4.2 простые разрезы проецирующими плоскостями.

Выбираем команду Flatshot из ленты (рис. 4.5) или вводим в командной строке.

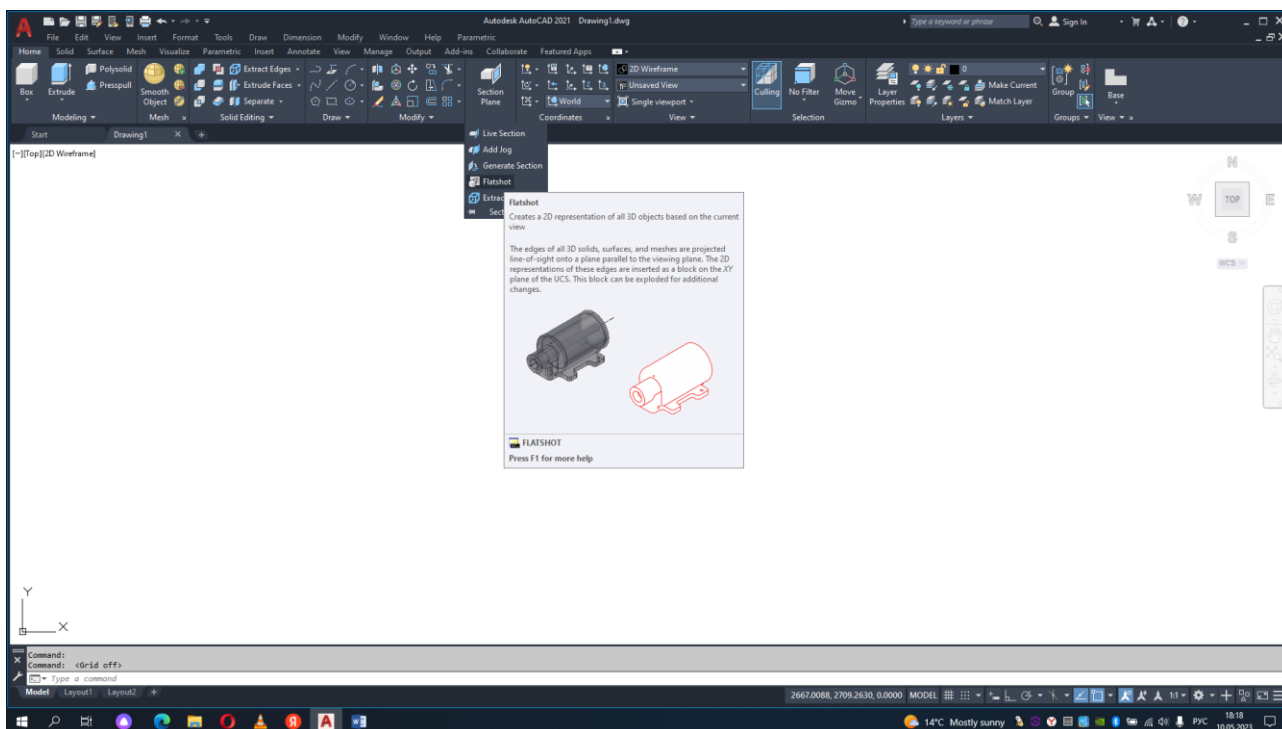


Рис. 4.5. Выбор команды Flatshot из ленты

Для того, чтобы построить все три разреза одновременно, скопируем фигуру два раза, повернув их командой 3DRotate и разместив все копии между собой в проекционной связи (рис. 4.6).

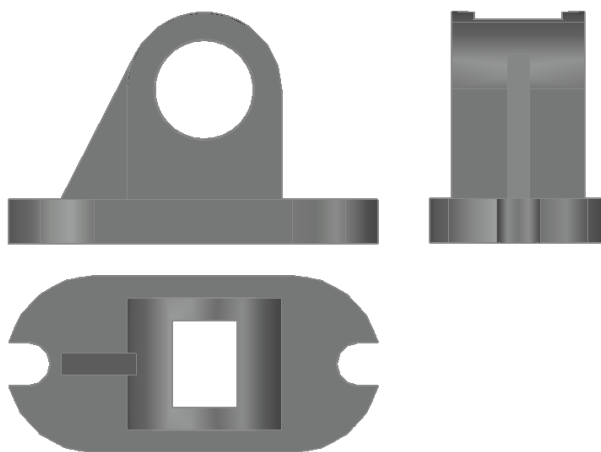


Рис. 4.6. Три копии фигуры в проекционной связи

Формат команды

Command: `_flatshot`

В диалоговом окне выбираем вставку нового блока – Insert new block

Выбираем цвет и тип линий – для видимых линий – черный и сплошная линия, для невидимых линий – красный и штриховая линия.

Units: Millimeters Conversion: 1.0000

Specify insertion point or [Basepoint/Scale/X/Y/Z/Rotate/Explode/REpeat]:
указываем точку вставки

Enter X scale factor, specify opposite corner, or [Corner/XYZ] <1>: указываем масштабный фактор по оси X

Enter Y scale factor <use X scale factor>: указываем масштабный фактор по оси Y

Specify rotation angle <0>: указываем угол поворота (при необходимости).

Полученный результат показан на рис. 4.7.

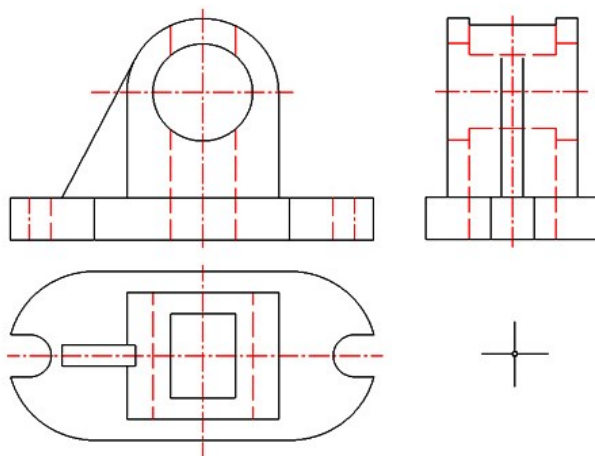


Рис. 4.7. Плоский снимок, полученный командой Flatshot

Полученные изображения командой Explode (Разделить) разделяем на отдельные примитивы и корректируем их в соответствии с требуемым результатом (проставляем размеры, меняем типы линий, удаляем ненужные и т. д.). На рис. 4.8 показаны доработанные три вида фигуры, на рис. 4.9 – три проекции с простыми разрезами, оформленные в соответствии с ГОСТ 2.305-68.

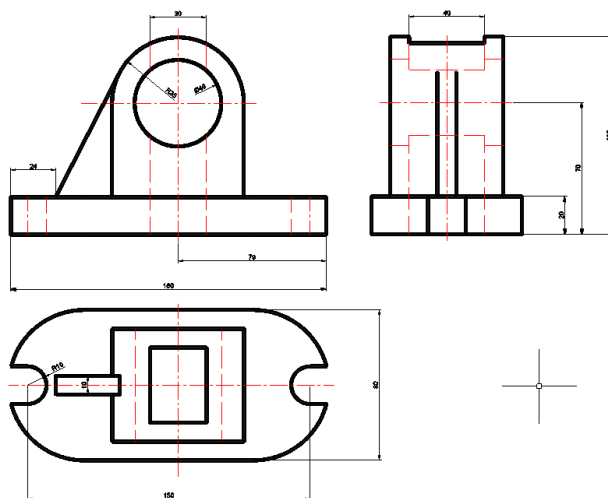


Рис. 4.8. Три вида фигуры

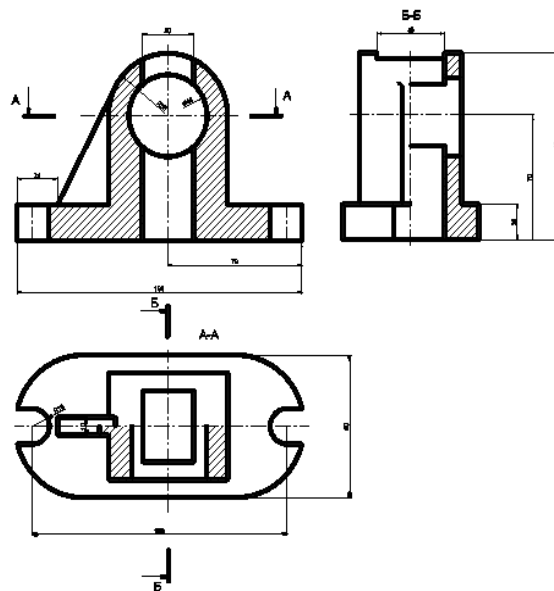


Рис. 4.9. Три проекции фигуры с простыми разрезами

Построим для фигуры на рис. 3.8 лабораторной работы № 3 профильный ступенчатый разрез.

Изменив направление взгляда на вид слева (View – Left), командой Flatshot получаем плоский вид (настройки те же, что и предыдущем примере). Полученный результат показан на рис. 4.10.

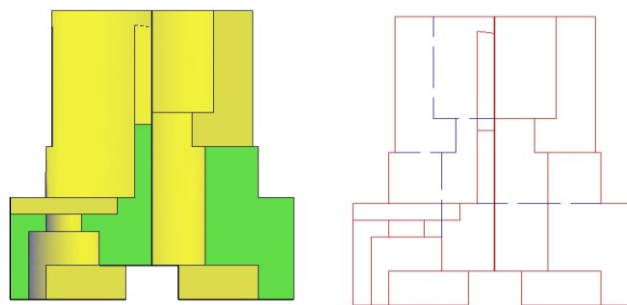


Рис. 4.10. Плоская проекции профильного вида фигуры

Разделив снимок на отдельные примитивы командой Explode, дорабатываем профильный разрез (меняем типы линий, добавляем штриховку и т. д.) (рис. 4.11).

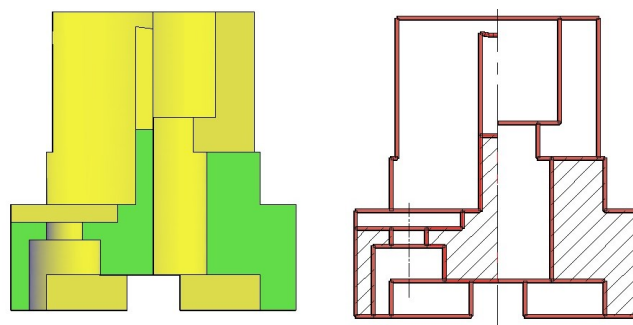


Рис. 4.11. Оформленный профильный разрез фигуры

Построим для фигуры на рис. 3.12 лабораторной работы № 3 горизонтальный ломаный разрез. Данный вид разреза строится более сложно – в три этапа.

Сначала при направлении взгляда сверху делаем плоский снимок фигуры (рис. 4.12). В настройках убираем невидимые линии. Затем с этой же точки зрения делаем плоский снимок фигуры с вырезом (рис. 4.13).

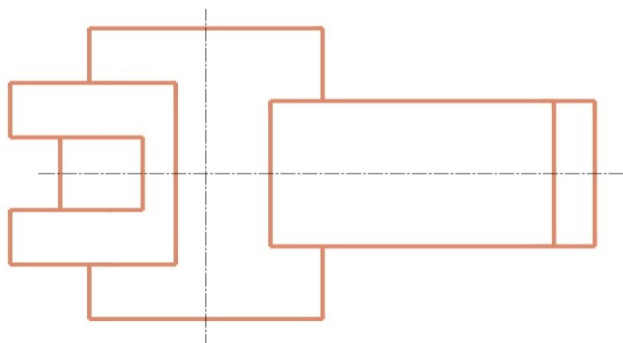


Рис. 4.12. Плоский снимок фигуры (вид сверху)

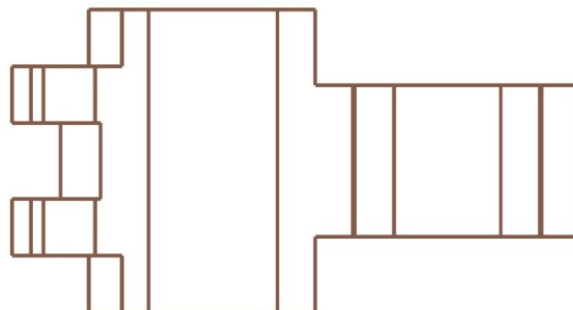


Рис. 4.13. Плоский снимок фигуры с разрезом (вид сверху)

Для того, чтобы получить наклонную часть сечения в натуральную величину, повернем фигуру с вырезом так, чтобы наклонная часть фигуры была расположена строго горизонтально (рис. 4.14). В данном примере угол поворота составляет 45 градусов. Это связано с тем, что AutoCAD не поворачивает изображение, полученное в плоскости, расположенной под углом, а создает его проекцию. Командой Flatshot делаем плоский снимок (рис. 4.15) повернутой наклонной части.

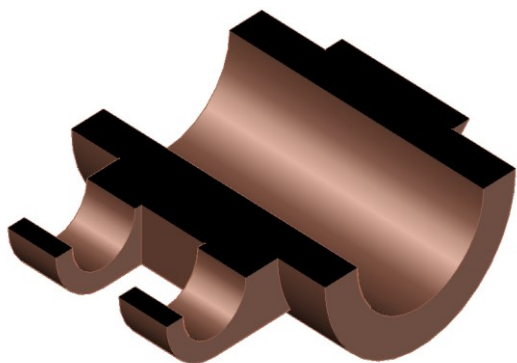


Рис. 4.14. Повернутая до совмещения с горизонтальной плоскостью наклонная часть фигуры

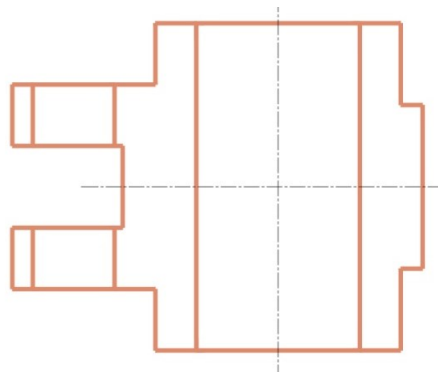


Рис. 4.15. Плоский снимок повернутой части сечения

Три полученные плоские проекции переносим в один файл через буфер обмена, и из каждой проекции после разделения их на отдельные примитивы командой Explode оставляем только нужные части изображения (обведены красным контуром) (рис. 4.16), удаляя все ненужные.

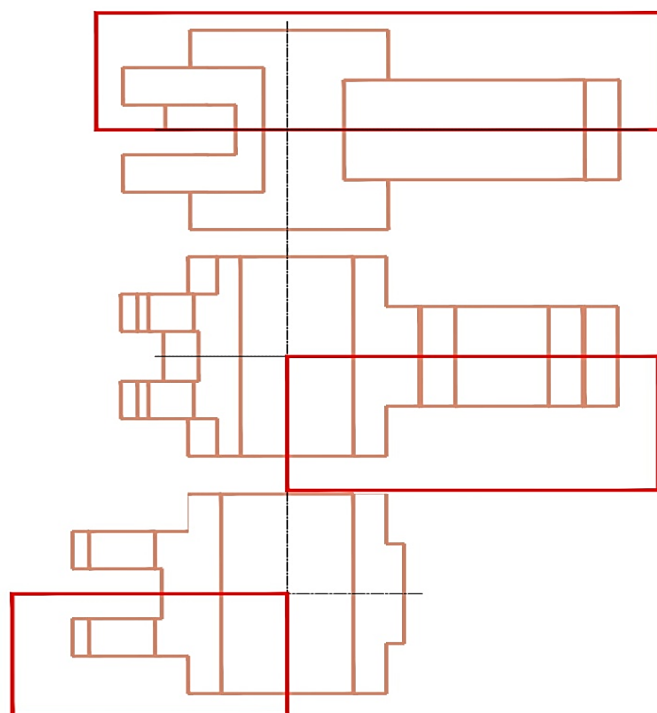


Рис. 4.16. Выделенные части ломаного разреза

После этого редактируем оставшиеся изображения – совмещаем их, располагая в проекционной связи, меняем типы линий, добавляем штриховку и т. д. Окончательный вид горизонтального ломаного разреза фигуры в изометрии показан на рис. 4.17.

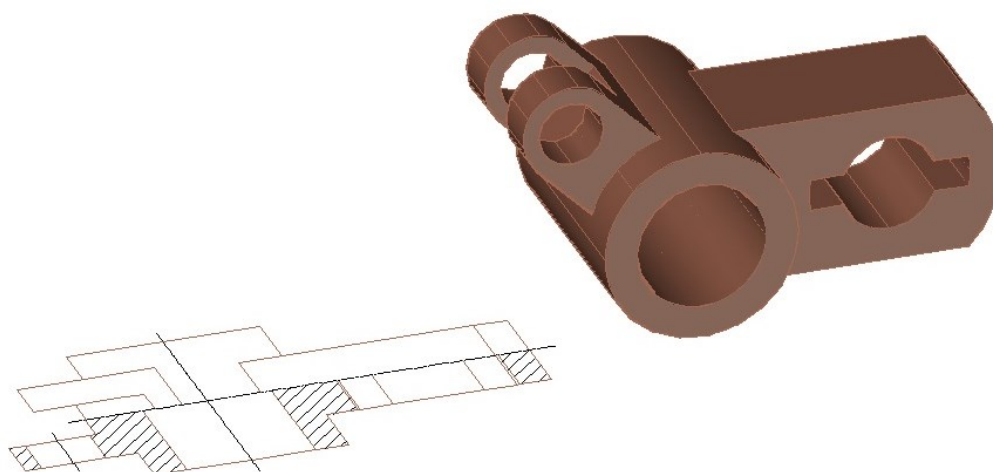


Рис. 4.17. Горизонтальный ломаный разрез фигуры

Следует отметить, что есть и другие возможности выполнения разрезов. Например, выполнение их командой `Sectionplane` (Секплоскость), переход в пространство листа и компоновки в нем видов.

Лабораторная работа № 5

ПОСТРОЕНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Цель работы:

- познакомиться с методами построения сложных твердотельных моделей строительных конструкций в системе AutoCAD;
- построить модель ребристой плиты покрытия;
- построить трехмерную модель железобетонного фундамента стаканного типа с показом армирования подошвы и стенок стакана;
- познакомиться с использованием библиотеки материалов.

Общие сведения

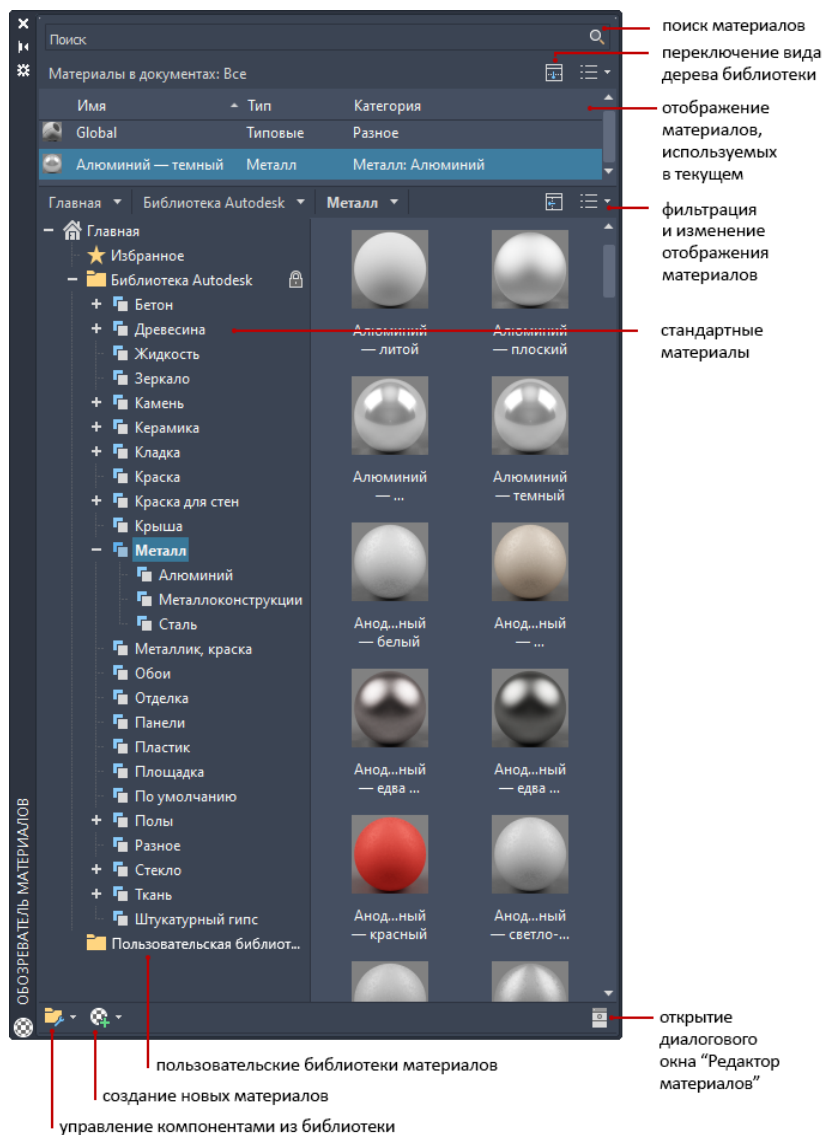
Библиотека материалов Autodesk, содержащая более 700 материалов и 1000 текстур, входит в состав программы. Можно копировать материалы Autodesk на чертеж, редактировать их и сохранять в собственной библиотеке. Обзорщик материалов служит для просмотра и управления как при работе с материалами Autodesk, так и с пользовательскими материалами.

Имеется три типа библиотек:

1. Библиотека Autodesk. Содержит стандартные материалы для использования в приложениях Autodesk, поддерживающих материалы. Пользователь не может изменить библиотеку Autodesk; можно использовать эти материалы в качестве основы для пользовательских материалов, которые можно сохранить в пользовательской библиотеке.

2. Пользовательская библиотека. Содержит материалы, которые можно использовать совместно с другими чертежами. Можно копировать, перемещать, переименовывать и удалять пользовательские библиотеки. Можно получать доступ к существующим пользовательским библиотекам, созданным локально или в сети, и добавлять их в определенные библиотеки в обзорщике материалов. Библиотеки хранятся в едином документе. К ним может быть организован общий доступ. Однако все файлы пользовательских текстур, используемые материалами в пользовательской библиотеке, должны быть вручную связаны с пользовательской библиотекой.

3. Материалы в документах. Содержит материалы, используемые или определенные на чертеже и доступные только для текущего чертежа.



Применение материалов к объектам и граням

Материалы можно применять к объектам, слоям или граням; грани на объекте, ко всему объекту или ко всем объектам на слое; 3D-объектам следующими способами:

1. *С помощью выбора объектов на чертеже для назначения материала и последующего выбора материала в библиотеке.* Вместо выбора материала в библиотеке можно щелкнуть правой кнопкой мыши материал в библиотеке и выбрать «Назначить выбранным объектам» в контекстном меню.

2. *Перетаскиванием материала из библиотеки на объект в чертеже.* При выборе объектов можно выбрать отдельные грани, нажав и удерживая клавишу Ctrl до выбора объектов на чертеже.

Открытие обозревателя материалов

Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

Управление библиотекой материалов

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

2. В нижней части обозревателя материалов разверните раскрывающийся список «Управление библиотеками».

Ниже перечислены доступные операции.

1. **«Открыть существующую библиотеку».** Открывается диалоговое окно «Добавить библиотеку», в котором можно выбрать любую существующую библиотеку.

2. **«Создать библиотеку».** Открывается диалоговое окно «Создание библиотеки», в котором можно сохранить новую библиотеку.

3. **«Удалить библиотеку».** Выберите библиотеку и нажмите «Удалить библиотеку». При удалении пользовательской библиотеки в окне обозревателя материалов файл библиотеки сохраняется на жестком диске. Для высвобождения места на диске следует удалить файл библиотеки вручную.

4. **«Создать категорию».** Выберите библиотеку и нажмите «Создать категорию».

5. **«Удалить категорию».** Выберите категорию и нажмите «Удалить категорию».

6. **«Переименовать».** Выберите библиотеку или категорию и задайте новое имя.

Добавление материала в библиотеку

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

2. В окне «Обозреватель материалов» щелкните правой кнопкой мыши по образцу материала и выберите пункт – «Добавить в» – укажите библиотеку, в которую его требуется добавить.

Материал можно добавить в несколько библиотек.

Альтернативный способ добавления материалов в библиотеку – перетащить образец в библиотеку.

Удаление материала из библиотеки

Материал можно удалить из разблокированной пользовательской библиотеки одним из указанных ниже способов. Заблокированные материалы не могут быть удалены.

1. Выберите ребро и нажмите клавишу Delete.

2. Щелкните правой кнопкой мыши по материалу и выберите «Удалить».

Поиск материала в библиотеке

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

2. В поле поиска в верхней части обозревателя материалов введите имя материала. На панели библиотеки материалов перечислены библиотеки, содержащие соответствия для введенного запроса.

3. Чтобы очистить результаты поиска и просмотреть библиотеку без фильтрации, нажмите кнопку «X» в поле поиска.

Поиск объектов, в которых используется материал

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

2. В окне «Обозреватель материалов» на панели «Материалы документа» щелкните материал правой кнопкой мыши и выберите «Выбрать объекты, примененные к ...». Объекты, использующие материал, выделяются в области рисования.

Процедуры применения материалов

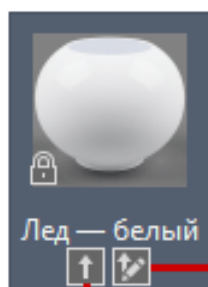
Применение материала из обозревателя материалов

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» – «Обозреватель материалов».

2. Выберите объекты, которым требуется назначить материал.

3. В обозревателе материалов щелкните правой кнопкой мыши по материалу, чтобы назначить его, и выберите «Назначить выбранным объектам».

Объектам будет назначен материал.



- применение материала к выбранному объекту
- добавление материала в список материалов документа
- открытие копии материала для редактирования

- применение материала к выбранному объекту
- добавление материала в список материалов документа

Применение материала из инструментальной палитры

1. Вкладка «Вид» – панель «Палитры» – «Инструментальные палитры».

2. В окне «Инструментальные палитры» щелкните вкладку, чтобы задать выбранную инструментальную палитру как текущую.

3. Перетащите инструмент материала с инструментальной палитры на объект.

Применение материала по слою:

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» (развернутая) – «Вставка по слою».

2. В диалоговом окне «Параметры вставки материала» перетащите материал из списка «Материалы» на слой в списке «Слои».

Материал назначается для всех объектов слоя, у которых для свойства «Материал» задано значение «ПоСлою». При создании объекта по умолчанию для свойства «Материал» используется значение «ПоСлою».

Удаление материала из объекта:

1. Вкладка «Визуализация» – панель «Материалы» (развернутая) – «Удалить материалы».

2. Выберите объект, для которого требуется удалить материалы. Материал удаляется из объекта и заменяется материалом со значением «ПоСлою».

Порядок выполнения работы

Строим трехмерную модель показанной на рис. 5.1 ребристой плиты покрытия.

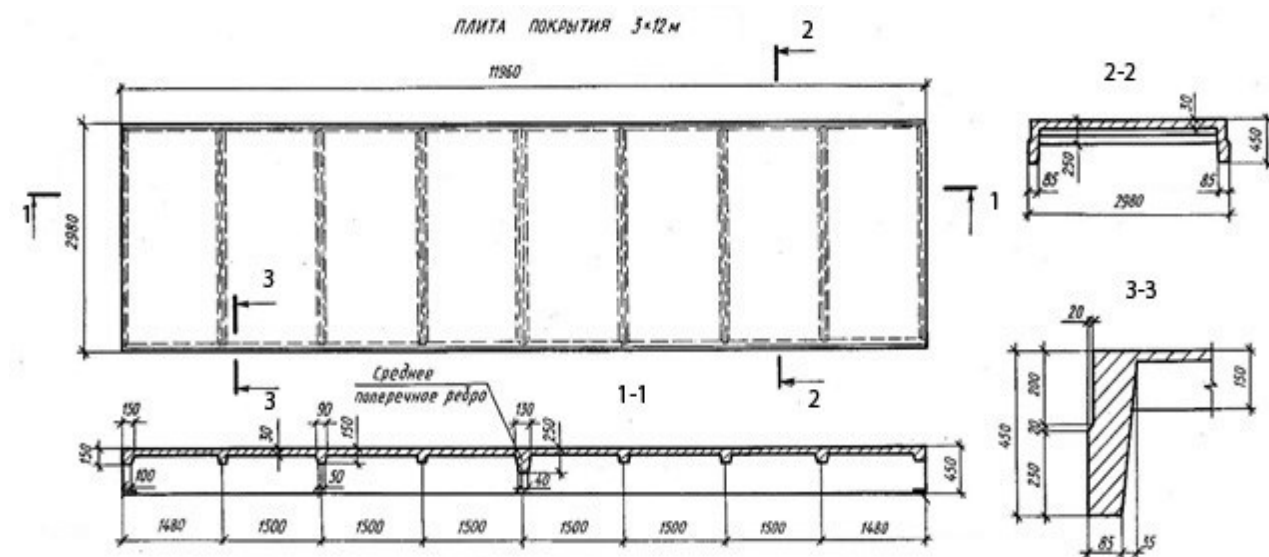


Рис. 5.1. Рибристая плита покрытия длиной 12 метров

Построения выполняем в следующей последовательности:

- замкнутой полилинией вычерчиваем по размерам контур поперечного сечения плиты (на разрезе 2-2 он показан заштрихованным);
- командой Extrude выдавливаем построенное сечение на длину плиты;
- командой 3DRotate поворачиваем плиту в горизонтальное положение вверх продольными ребрами.

Описанные этапы построения показаны на рис. 5.2.

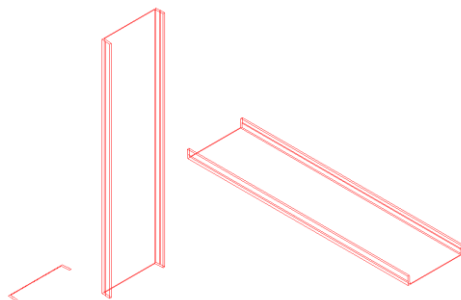


Рис. 5.2. Этапы построения плиты (полки и продольных ребер)

Замкнутой полилинией или командой Rectangle (Прямоугольник) строим контуры поперечных ребер трех типов разной ширины – крайние ребра шириной 150 мм, центральное ребро шириной 130 мм, рядовые ребра шириной 90 мм, размещая их с требуемым шагом по длине плиты. Длину контуров ребер выбираем так, чтобы они перекрывали проекции продольных ребер (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Плита на стадии построения поперечных ребер (в перевернутом положении)

Выдавливаем ребра на нужную высоту командой Extrude с углом сужения, предварительно подсчитав их – для крайних и рядовых ребер 9 градусов, для центрального – 8 градусов.

Формат команды:

Command: `_extrude`

Current wire frame density: ISOLINES=4, Closed profiles creation mode = Solid
`_MO Closed profiles creation mode [SOlid/SURface] <Solid>: _SO`

Select objects - 1 found - выбираем объект

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] `<4677.4857>`: T- выбор подкоманды угол сужения

Specify angle of taper for extrusion or [Expression] `<9>`: - ввод значения угла сужения

Specify height of extrusion or [Direction/Path/Taper angle/Expression] `<150>`: - ввод высоты ребра

Плита с выдавленными поперечными ребрами показана на рис. 5.4.

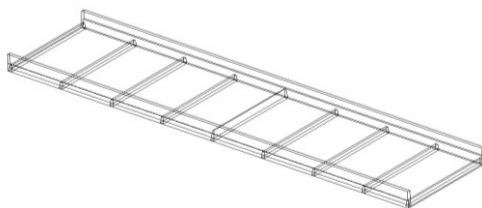


Рис. 5.4. Плита с выдавленными поперечными ребрами в изометрии, каркасный стиль отображения

Командой Union объединяем все элементы плиты в единое целое.

Присвоим плите материал. В падающем меню «Сервис» – «Палитры» выберем «Обозреватель материалов» (либо в падающем меню «Вид» – «Тонирование» – «Окно просмотра материалов»). Из библиотеки Autodesk выберем материал для плиты – из группы Concrete – Warm Gray. Учитывая большой выбор материалов в этой и других группах, необходимо сделать несколько проб для получения лучшего результата. На рис. 5.5, а показана плита с примененным к ней материалом – Concrete – Warm gray и фоном – растровым рисунком, на рис. 5.5, б – в изометрии в режиме закраски с кромками.

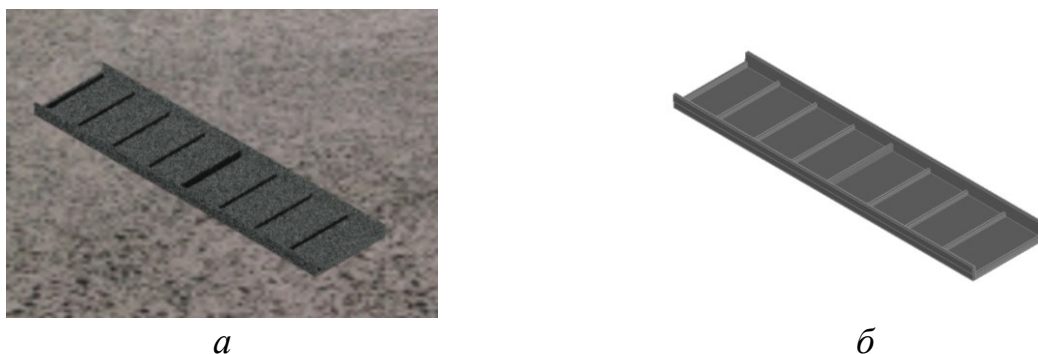


Рис. 5.5. Плита покрытия в перевернутом положении:
а – в тонированном виде с материалом Concrete –Warm Gray и растровым фоном;
б – в режиме закраски с показом кромок

Строим модель стаканного фундамента с одной ступенью и показом армирования. Рабочий чертеж фундамента показан на рис. 5.6, его армирование – на рис. 5.7.

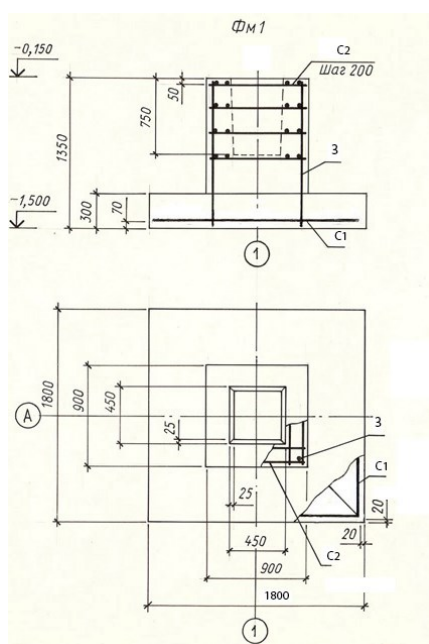


Рис. 5.6. Железобетонный фундамент стаканного типа

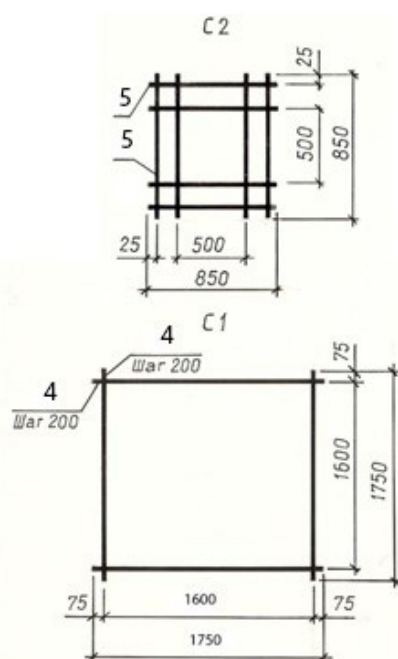


Рис. 5.7. Армирование фундамента

Диаметр стержней сетки подошвы С1 – 12 мм, сетки стакана С2 – 8 мм.

Строим контуры подошвы и стаканной части фундамента (рис. 5.8, *a*) и выдавливаем их командой Extrude на нужную высоту (рис. 5.8, *б*).

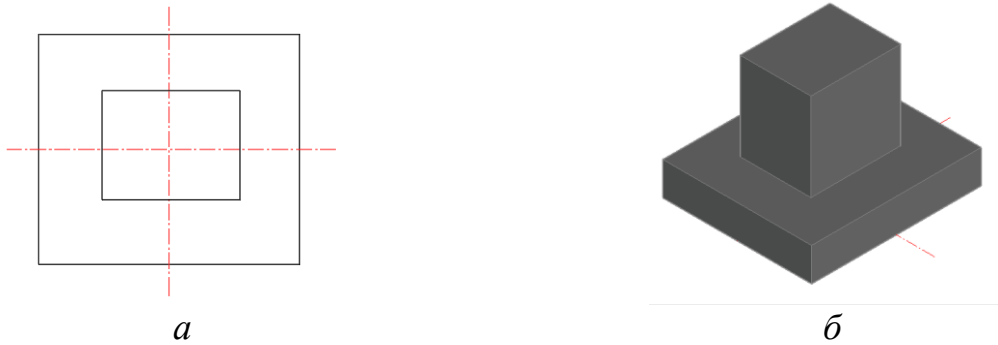


Рис. 5.8. Формирование основания фундамента:
a – вид сверху; *б* – фундамент в изометрии

Строим на виде сверху замкнутой полилинией наружный контур стаканного отверстия и выдавливаем его вниз (на отрицательную высоту) с необходимым углом сужения командой Extrude (рис. 5.9).

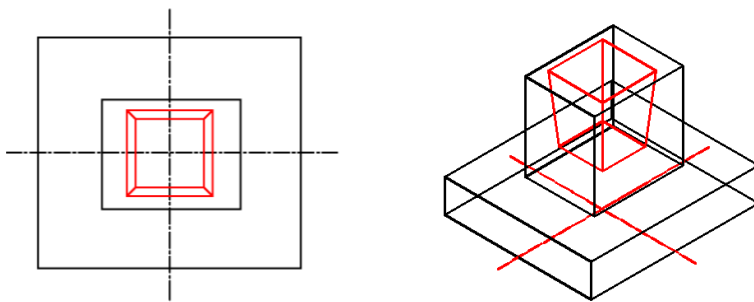


Рис. 5.9. Формирование стакана фундамента

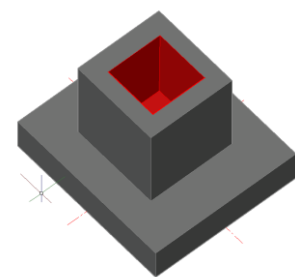


Рис. 5.10. Фундамент в аксонометрии

Четвертной вырез фундамента выполняем путем вычитания из него параллелепипеда, объем которого равен объему удаляемой части фундамента. Для этого на виде сверху строим замкнутый контур, выдавливаем его на высоту фундамента (рис. 5.11, *a*) и командой Subtract вычитаем из фундамента (рис. 5.11, *б*).



Рис. 5.11. Формирование четвертного выреза:
a – формирование удаляемого параллелепипеда; *б* – фундамент с вырезом в изометрии

Построение сетки подошвы фундамента выполняем в следующей последовательности:

- командой Donut строим контур поперечного сечения арматурного стержня;
- командой Array строим стержни сетки одного направления;
- командой 3Drotate поворачиваем их в проектное (горизонтальное) положение (рис. 5.12).

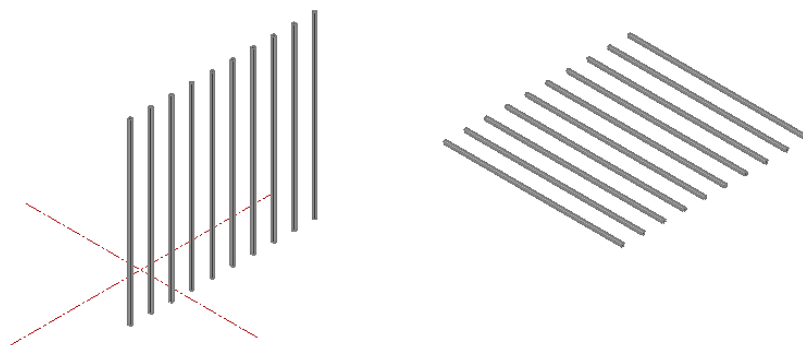


Рис. 5.12. Создание ряда продольных стержней сетки

Создаем второй ряд арматурных стержней:

- для этого командой COPY скопируем полученный массив, подняв его вертикально вверх на произвольное расстояние, например на 100 мм;
- скопированный массив поворачиваем на 90 градусов командой 3DRotate. Ось поворота должна проходить через центр симметрии обоих массивов;
- командой 3DMove опускаем повернутый массив вниз на расстояние, равное расстоянию подъема, уменьшенному на радиус арматурного стержня.

Проверяем правильность положения обоих рядов арматурных стержней, изменяя точку зрения на View – Front, и объединяем все элементы сетки в единое целое командой Union (рис. 5.13). Аналогичным образом формируем сетку стакана (рис. 5.14).

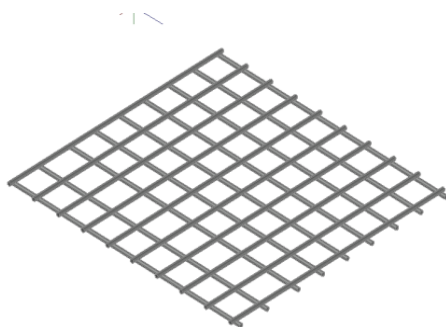


Рис. 5.13. Арматурная сетка подошвы фундамента

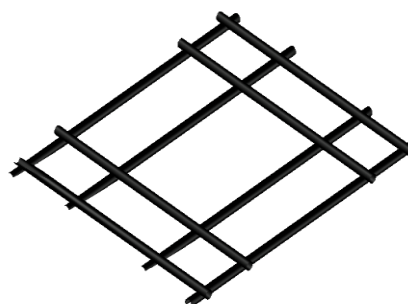


Рис. 5.14. Арматурная сетка стакана

Переносим все элементы фундамента через буфер обмена в один файл (рис. 5.15).

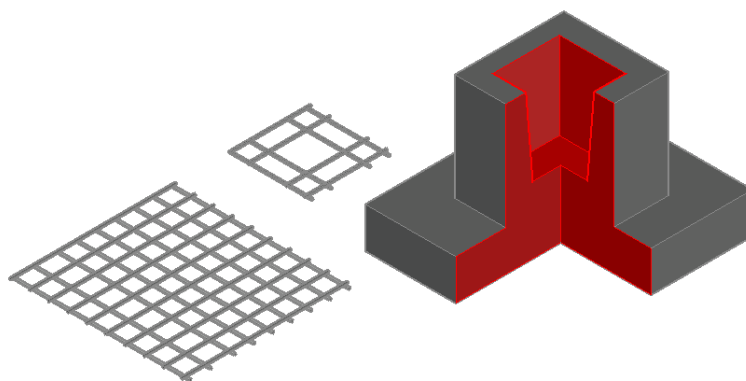


Рис. 5.15. Составные части стаканного фундамента

Командами трехмерного редактирования 3DMove и 3DRotate с обязательным использованием объектных привязок размещаем арматурные сетки в проектном положении в теле фундамента (рис. 5.16).

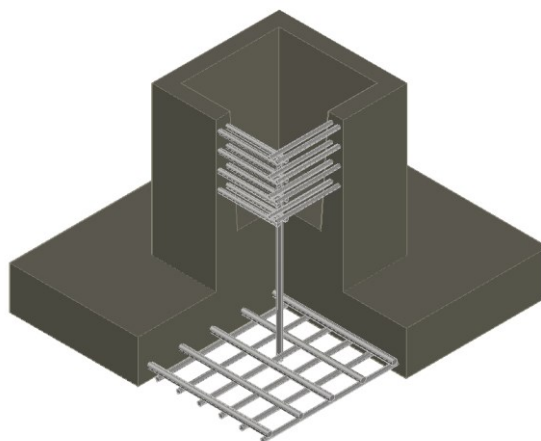


Рис. 5.16. Стаканный фундамент с четвертным вырезом

В падающем меню «Сервис» – «Палитры» выбрать «Обозреватель материалов» (либо в падающем меню «Вид» – «Тонирование» – «Окно просмотра материалов»), а там – библиотеку Autodesk. Выбрать материалы для фундамента – из группы Concrete, для арматуры – Metall. Учитывая большой выбор материалов в этих и других группах, необходимо сделать несколько проб для получения лучшего результата. На рис. 5.16 показан фундамент в изометрии с примененными к нему материалами: фундамент – Concrete – Efflorence gray, арматура – Metall – Staneless Satin.

Лабораторная работа № 6

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ФРАГМЕНТОВ КАРКАСА ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Цель работы:

- ознакомиться с методами построения сложных твердотельных моделей строительных конструкций в системе AutoCAD;
- построить трехмерные модели фрагментов каркаса одноэтажного промышленного здания;
- познакомиться с основными понятиями тонирования (рендеринга) трехмерных изображений.

Общие сведения

Тонирование в AutoCAD – это действие, при котором в соответствии с настроенным освещением, материалом и особенностью окружающей среды создается плоское изображение, учитывающее отражения, преломления лучей, а также общее освещение. При этом в программе предусмотрены разнообразные стандартные наборы параметров тонирования, а также параметры тонирования для многократного использования. Для начала процесса тонирования достаточно нажать кнопку *Render (Тонирование)* в одноименной вкладке и инструментальной группе. После этого результат тонирования выводится в специальное окно.

Основные этапы тонирования связаны с выбором материалов (рассмотрен в предыдущей работе), освещения и созданием фона.

Создание источников света

Все возможности для работы с источниками света предоставляет падающее меню раздела View / Render / Light (Вид / Тонирование / Источники света). По умолчанию трехмерные модели в программе освещаются двумя удаленными источниками света. При добавлении в чертеж первого источника света программа спрашивает, следует ли отключать освещение, присутствующее по умолчанию. Модель может освещаться только либо созданными пользователем световыми источниками, либо освещением, присутствующим по умолчанию.

Параметры освещения играют важную роль для придания тонированному изображению реалистичности. AutoCAD поддерживает четыре типа освещения: солнечным (рассеянным) светом, удаленным излучателем, точечным излучателем и прожектором.

Солнечный свет является основным источником естественного освещения в AutoCAD. Если применяется фотометрический режим (для системной переменной LIGHTINGUNITS задано значение 1 или 2), то доступны дополнительные свойства солнца, а визуализация осуществляется с применением модели солнечного света. Если же используется стандартный режим (для системной

переменной LIGHTINGUNITS задано значение 0), то дополнительные свойства света и неба недоступны. Освещение солнечным светом считается самым простым и используется в основном как вспомогательное средство для увеличения общей яркости изображения на этапе тонирования.

Точечный излучатель моделирует работу лампочки. При этом световой поток рассеивается во всех направлениях с уменьшением интенсивности при увеличении расстояния от источника. Данный тип излучателей удобно использовать для подсветки затененных мест чертежа. Для создания нового точечного источника света достаточно выбрать кнопку Create a point light (Создать точечный источник света) в инструментальной группе Light (Свет) вкладки Render (Тонирование) – она запускает команду Pointlight.

Далее AutoCAD предлагает выбрать положение источника света в трехмерном пространстве. Для облегчения этой процедуры на экране высвечивается маркер, обозначающий текущее положение излучателя. Для того чтобы выбрать точку вставки излучателя, достаточно щелкнуть в нужном месте экрана при помощи объектной привязки или ввести координаты в командную строку. Далее параметры точечного излучателя задаются через параметры команды в командной строке или в палитре свойств уже после завершения работы команды.

Для настройки дополнительных параметров точечного источника света, доступных только в фотометрическом режиме, необходимо присвоить системной переменной LIGHTINGUNITS значение 1.

Удаленный источник характеризуется строгой направленностью излучения с настраиваемой интенсивностью светового потока. Свет от этого источника распространяется в обе стороны от точки вставки, а интенсивность освещения не уменьшается при удалении от объекта. Для создания нового удаленного источника света достаточно выбрать кнопку Create a distant light (Создать удаленный источник света), расположенную в инструментальной группе Light (Свет) вкладки Render (Тонирование). Данная кнопка выполняет запуск команды Distantlight. Далее AutoCAD предлагает выбрать вектор направления источника света в трехмерном пространстве по координатам двух точек. После этого параметры удаленного излучателя задаются через параметры команды в командной строке.

Данный тип излучателей характеризуется такими параметрами, как азимут и возвышение. Азимут задается углом и определяет положение источника света по отношению к объектам в плоскости XU . Возвышение также определяется углом, но откладывается этот угол из плоскости XU , приближаясь к оси Z (крайнее значение возвышения). Используя азимут и возвышение, можно осветить равномерно практически все объекты чертежа из любой точки пространства.

Прожектор используется для освещения отдельных мест объекта. Этот свет характеризуется направлением и конусообразностью светового потока. При этом размеры конуса и направление освещения настраиваются при выборе источника. Если увеличивать расстояние от источника до объекта, то интенсивность светового потока уменьшается. Для создания нового прожектора достаточно выбрать кнопку Create a spotlight (Создать новый прожектор), располо-

женную в инструментальной группе Light (Свет) вкладки Render (Тонирование). Данная кнопка запускает команду Spotlight. Далее AutoCAD предлагает выбрать вектор направления источника света в трехмерном пространстве по координатам двух точек. После этого параметры прожектора задаются через параметры команды в командной строке или в палитре свойств уже после завершения работы команды. Этот тип излучателей характеризуется такими параметрами, как «Яркое пятно» и «Полный конус». «Яркое пятно» – это область с наиболее насыщенным пучком света, а «Полный конус» – основная часть пучка света, формируемая прожектором. Таким образом, данный излучатель фактически имитирует работу фонарика.

Фон устанавливается командой Background, настройки которой выполняются в одноименном окне (рис. 6.1).

В этом окне можно выбрать следующие типы фона:

- *Solid* – равномерная закраска одним цветом;
- *Gradient* – градиентная закраска;
- *Image* – установка картинки в качестве фона;
- *Sun & Sky* – солнце и небо.

Существуют также более сложные элементы тонирования, такие как наложение текстур материала, управление туманом, вставка элементов ландшафта и т. д.

На рис. 6.2 показаны результаты тонирования фундамента из предыдущей лабораторной работы при разных параметрах тонирования.

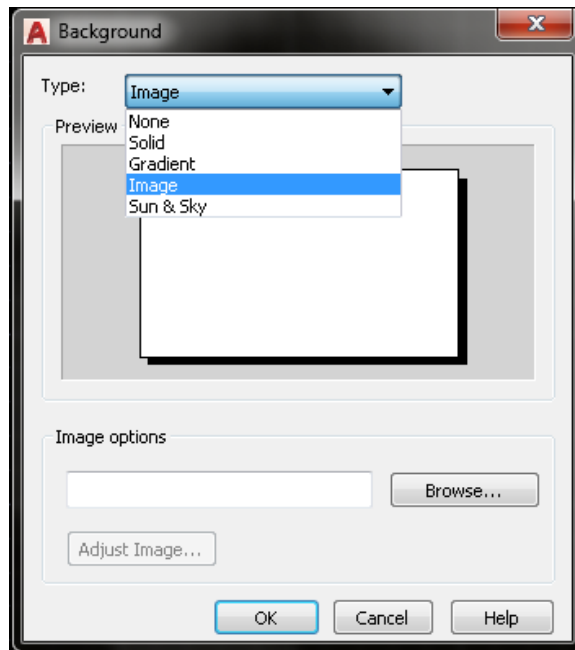


Рис. 6.1. Окно выбора фона

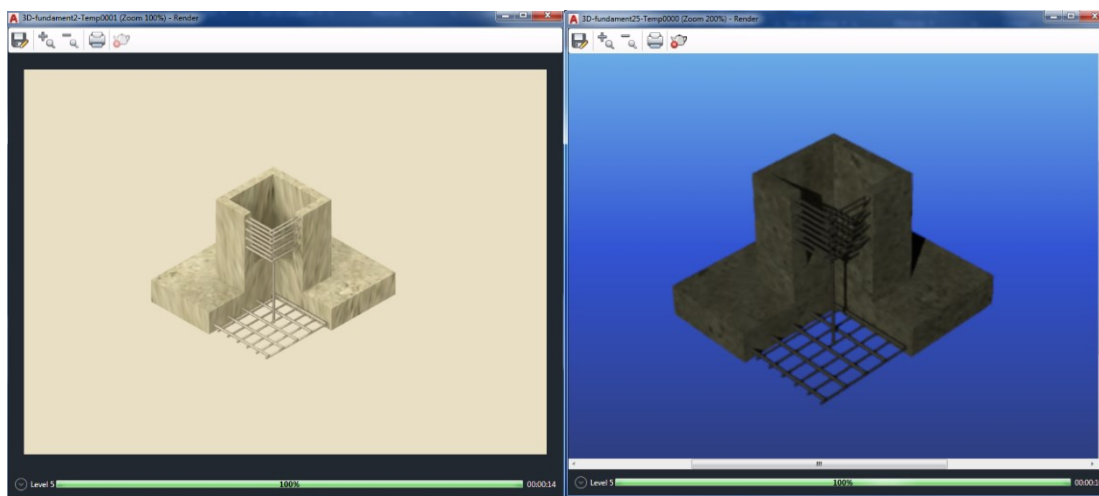


Рис. 6.2. Тонирование фундамента при разных параметрах

Конструкции для формирования модели каркаса рамы моделируются достаточно просто в следующей последовательности:

- вычерчивается замкнутый контур конструкции по размерам из своего варианта задания «Выполнение чертежей одноэтажного промышленного здания»;
- выдавливается вся фигура или ее часть на заданную высоту (толщину конструкции);
- командами трехмерного переноса и поворота полученная конструкция приводится в проектное положение.

На рис. 6.3 показаны этапы построения двух видов колонн (крайнего и среднего ряда) для зданий с мостовыми кранами.

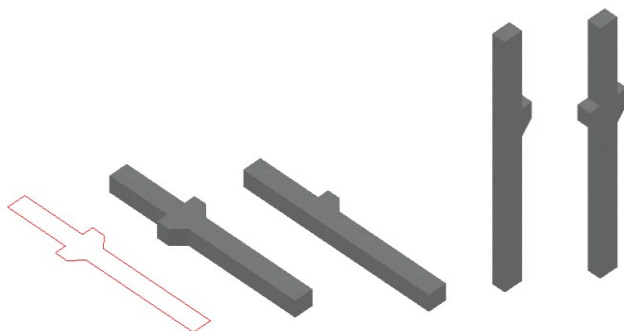


Рис. 6.3. Построение колонн сплошного сечения для здания с мостовыми кранами

На рис. 6.4 и 6.5 показано построение подкрановой балки длиной 12 м и двускатной балки покрытия. Фундаментная балка строится аналогично по своим размерам.

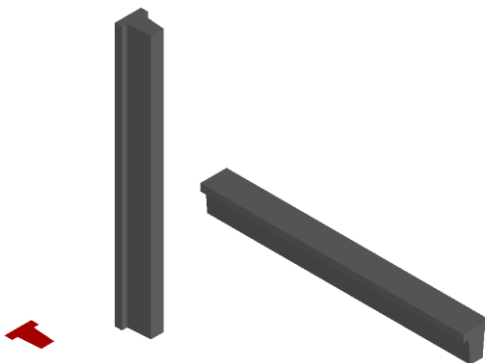


Рис. 6.4. Построение подкрановой (фундаментной) балки

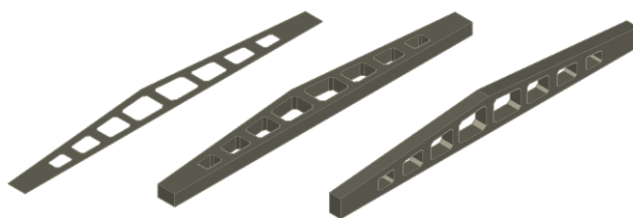


Рис. 6.5. Построение двускатной балки покрытия

Построенные конструкции собираются во фрагменты каркаса промышленного здания командами трехмерного поворота и переноса с обязательным использованием объектных привязок.

В зависимости от квалификации студентов работа может быть выполнена в нескольких вариантах сложности:

– план конструкций нулевого цикла – фундаментов и фундаментных балок – рис. 6.6;

– плоская рама с использованием фундаментов, колонн и балок (ферм) покрытия – рис. 6.7;

– фрагмент каркаса из двух плоских рам (добавляются крановые балки) – рис. 6.8;

– фрагмент каркаса из двух плоских рам с добавлением фундаментных балок и плит покрытия (плиты взять из 5 лабораторной работы) – рис. 6.9.

Для точной установки фундаментных балок необходимо по месту построить бетонные столбики-приливы (показаны красным цветом).

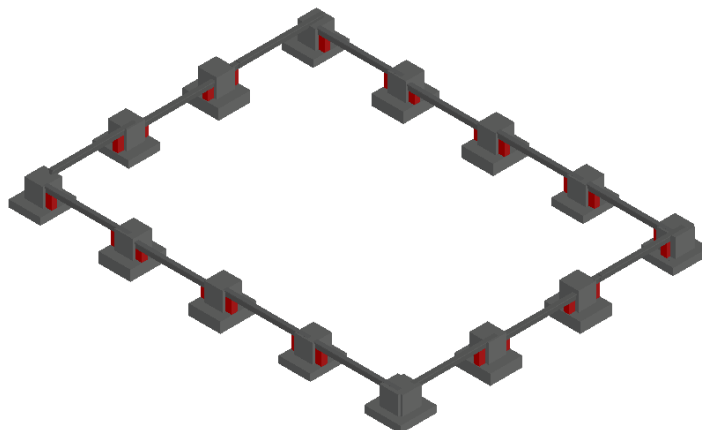


Рис. 6.6. План конструкций нулевого цикла

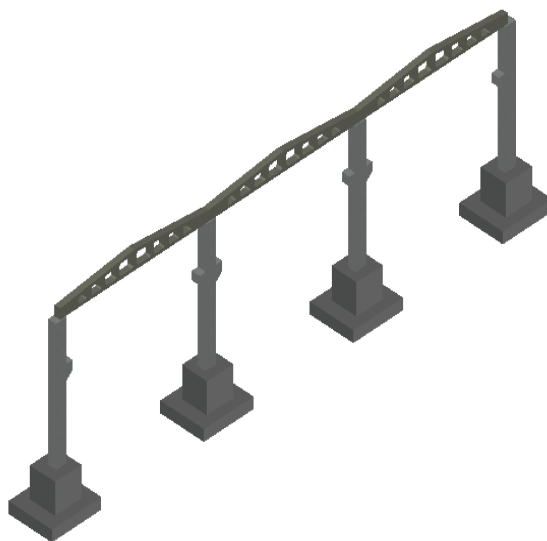


Рис. 6.7. Плоская рама промышленного здания

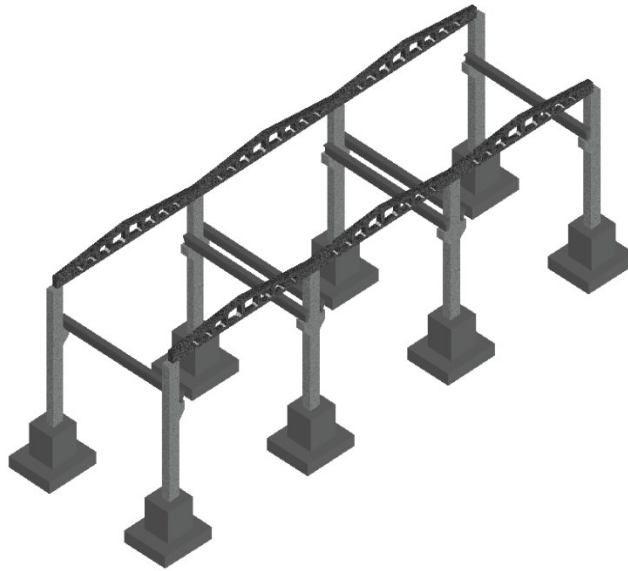


Рис. 6.8. Фрагмент каркаса с подкрановыми балками

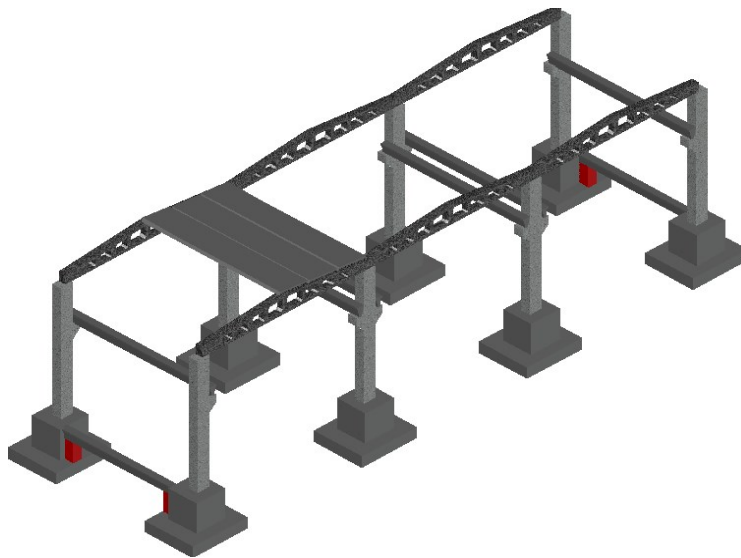


Рис. 6.9. Фрагмент каркаса с балками (подкрановыми и фундаментными) и плитами покрытия

ЛИТЕРАТУРА

1. Жарков, Н. AutoCAD 2020. Полное руководство / Н. Жарков, Р. Прокди, М. Финков. – СПб. : Наука и техника. – 2020. – 624 с.
2. Сазонов, А. А. 3D-моделирование в AutoCAD / А. А. Сазонов. – М. : ДМК Пресс, 2012. – 376 с.
3. Габидулин, В. М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2016 / В. М. Габидулин. – М. : ДМК Пресс, 2016. – 272 с.
4. Герасименко, А. Моделирование в AutoCAD 2021. Двумерные и трехмерные построения / А. Герасименко. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 706 с.
5. Соколова, Т. Ю. – AutoCAD 2016. Двухмерное и трехмерное моделирование. Учебный курс / Т. Ю. Соколова. – М. : ДМК Пресс, 2016. – 752 с.
6. Мясоедова, Т. М. 3D-моделирование в САПР AutoCAD : учебное пособие / Т. М. Мясоедова, Ю. А. Рогоза. – Омск : ОмГТУ, 2017. – 112 с.
7. Полещук, Н. Самоучитель AutoCAD / Н. Полещук. – СПб. : BHV-Петербург, 2019. – 480 с.
8. Твердотельное моделирование сборочных единиц в САД-системах / В. П. Большаков [и др.]. – СПб. : Питер, 2018. – 369 с.
9. Финкельштейн, Э. AutoCAD 2010 и AutoCAD LT 2010. Библия пользователя / Э. Финкельштейн. – М. : Диалектика, 2009. – 1360 с.
10. Орлов, А. AutoCAD 2016 / А. Орлов. – СПб. : Питер, 2016. – 384 с.
11. Омура, Дж. Autocad 3D. Трехмерное моделирование / Дж. Омура. – М. : Лори, 2008. – 544 с.
12. Садовский, Ю. И. Система инженерной графики AutoCAD для строителей. Основы создания двухмерных изображений / Ю. И. Садовский. – Минск : БНТУ, 2007. – 111 с.
13. Садовский, Ю. И. Система инженерной графики AutoCAD для строителей. Основы трехмерного компьютерного моделирования : в 2 ч. / Ю. И. Садовский. – Минск : БНТУ, 2013. – Ч. 1: Создание и редактирование трехмерных объектов. – 91 с.
14. Садовский, Ю. И. Система инженерной графики AutoCAD для строителей : лабораторный практикум / Ю. И. Садовский, И. М. Шуберт. – Минск : БНТУ, 2017. – 69 с.

Учебное издание

САДОВСКИЙ Юрий Игоревич
ШУБЕРТ Ирина Михайловна
ТЕЛЕШ Евгений Александрович

**ТРЕХМЕРНАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
В СИСТЕМЕ AutoCAD**

Пособие
для студентов специальностей
профиля 70 «Строительство»

Редактор *Н. Ю. Казакова*
Компьютерная верстка *А. В. Степанкиной*

Подписано в печать 02.08.2024. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Цифровая печать.
Усл. печ. л. 6,74. Уч.-изд. л. 4,29. Тираж 100. Заказ 974.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.