



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

А. В. Петухов

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по курсу «Системы автоматизированного
проектирования технологических процессов»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2008

УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 30.2-5-05я73
ПЗ1

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 29.05.2006 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Информационные технологии» ГГТУ им. П. О. Сухого
О. Д. Асенчик

Петухов, А. В.

ПЗ1 Системы автоматизированного проектирования изделий машиностроения : лаб. практикум по курсу «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / А. В. Петухов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 58 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-732-2.

Подготовлен в соответствии с учебной программой курса «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов». Базируется на использовании лицензионного программного обеспечения, в частности университетской версии САПР T-FLEX CAD, предоставленной Московским ЗАО «Топ-системы» в рамках программы поддержки учебных заведений. Выполнение лабораторных работ позволит студентам приобрести навыки создания двумерного параметрического чертежа, простановки размеров, а также создания 3D модели в системе T-FLEX CAD.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

**УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 30.2-5-05я73**

ISBN 978-985-420-732-2

© А. В. Петухов, 2008
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2008

ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания курса «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» студентам специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» является подготовка инженеров-пользователей этих систем. Этот практикум призван помочь студентам в практическом освоении системы автоматизированного проектирования конструкции T-FLEX CAD – это программное обеспечение является характерным представителем систем среднего класса.

Для успешного выполнения заданий лабораторного курса необходимо:

- 1) внимательно изучить методику решения поставленной задачи;
- 2) получить у преподавателя индивидуальное задание по выполнению лабораторной работы;
- 3) выполнить действия в соответствии с методикой решения задачи;
- 4) сохранить в каталоге, указанном преподавателем, результаты работы; название файла должно соответствовать следующему формату 01_18_Ревякова, где 01 – номер лабораторной работы, 18 – номер варианта исходных данных;
- 5) распечатать и проанализировать полученные результаты;
- 6) подписать распечатку у преподавателя;
- 7) оформить отчет о выполнении работы;
- 8) защитить лабораторную работу.

Отчет о выполнении лабораторной работы оформляется на листах формата А4 и включает в себя:

- тему и цель работы;
- краткое описание методики решения задачи (план работы);
- распечатку результатов;
- вывод (описание результатов).

Неверно или небрежно оформленные работы не допускаются к защите. Только защитив все работы, студент допускается к экзамену по курсу «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Создание 2D чертежа

Цель работы: изучение метода создания двумерного параметрического чертежа в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

Пример чертежа, который необходимо создать, представлен на рис. 1.1. Это – плита со сквозным коническим отверстием. Чертеж необходимо представить в параметрическом виде, поэтому любые его модификации будут автоматически отображаться на всех проекциях.

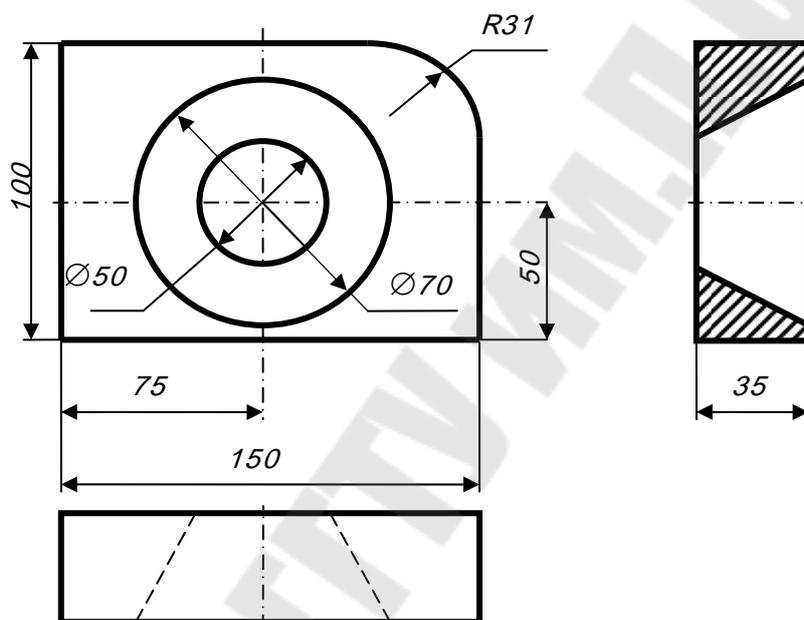


Рис. 1.1. Пример чертежа плиты

Запуск системы T-FLEX CAD. Для запуска активизируем ярлык . После запуска системы выполним команду «Создать новый файл». Вид экрана при выполнении этой команды показан на рис. 1.2.

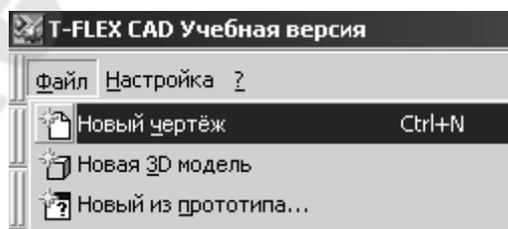


Рис. 1.2. Вид экрана при выполнении команды «Создать новый файл»

Построение главного вида плиты. Вначале выполним построения в тонких линиях (линиях построения), сделаем обводку линиями изображения. Далее, используя линии построения основного вида, достроим две проекции с тем, чтобы они изменялись при изменении основного вида. Используя отношения между линиями построения, свяжем проекции между собой. Затем нанесем текст и размеры.

Начнем построения с помощью команды **Line** (рис. 1.3):

Построить прямую.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построить Прямую»	

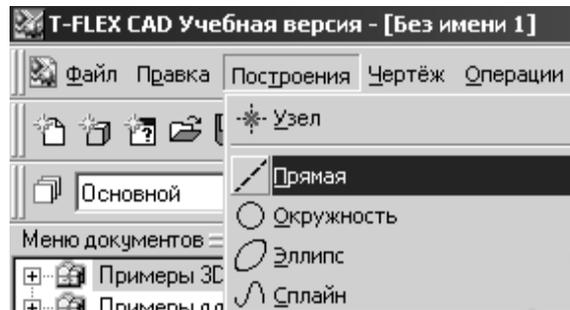


Рис. 1.3. Вид экрана при выполнении «Построить прямую»

Выберите пиктограмму  в верхней части автоматического меню (рис. 1.4).

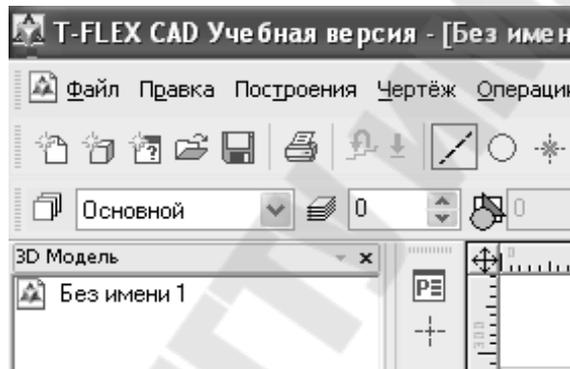


Рис. 1.4. Вид экрана при выполнении опции «Создать две перпендикулярные прямые и узел <X>»

Вы увидите перемещение перекрестья при движении курсора по полю чертежа. Подведите курсор к нижней части поля чертежа около центра и нажмите . Будут созданы пересекающиеся прямые построения и узел в месте их пересечения.

Учтите, что впоследствии для простановки размерных линий потребуется место по краям чертежа.

В T-FLEX CAD команда остается активной до тех пор, пока вы не дадите отмену команды или не укажете другую команду.

Отмена режима команды (одно нажатие ) уберет изображение перекрестья, но вы по-прежнему остаетесь в команде. После отмены режима построения двух пересекающихся прямых подведите курсор к созданной вами вертикальной линии и нажмите  (рис. 1.5).

Линия высветится. Это означает, что мы собираемся построить параллельную линию относительно вертикальной линии. Это очень важный аспект системы T-FLEX – задание отношений между элементами построений. Расположим новую линию слева от помеченной вертикальной линии при помощи . Это будет левая грань детали.

Одно нажатие  отменит режим построения параллельных линий, но вы по-прежнему останетесь в команде построения прямых. Если это не так, то повторите команду **Line** (возможно где-то совершена ошибка). Затем подведите курсор к горизонтальной прямой и нажмите . Выберется прямая для построения относительно нее параллельной прямой. Переместите курсор вверх и нажмите  для задания верхней грани детали (рис. 1.6).

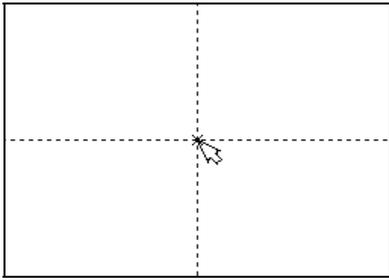


Рис. 1.5. Вид экрана при фиксации первой точки

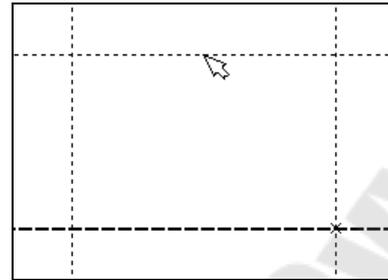


Рис. 1.6. Вид экрана при фиксации второй, третьей и четвертой точек

Следующий шаг – скруглить угол плиты.
Для этой цели воспользуемся командой **Circle**:
Построить окружность.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построить Окружность»	

Для изображения скругления верхнего правого угла плиты построим окружность, касательную к верхней и правой прямым. Переместите курсор к верхней прямой и нажмите <L>.

При этом появится окружность, радиус которой будет динамически изменяться вместе с изменением положения курсора, но при этом она будет касательной к выбранной прямой.

Это означает, что будет построена окружность, касательная к верхней прямой. Как бы мы в дальнейшем не изменяли положение верхней прямой, окружность будет сохранять касание.

Затем переместите курсор к правой прямой и снова нажмите <L>. Сейчас окружность «привязана» к двум линиям построения и сохраняет касание при перемещениях курсора. Нажатие зафиксировать текущий радиус окружности.

Постройте окружность так, как показано на рис. 1.7.

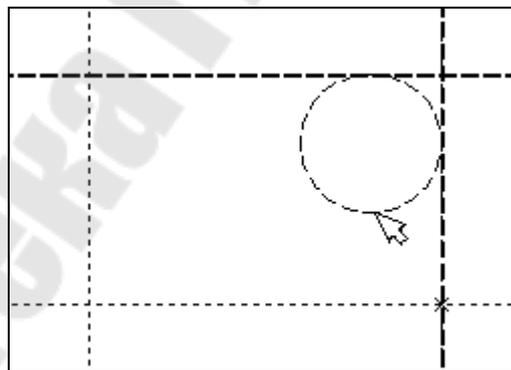


Рис. 1.7. Вид экрана при скруглении правого верхнего угла

Если результат не совпал, то вы можете вызвать команду **Undo**:
Отменить изменение.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
Функциональная клавиша <U> <Alt><BackSpace>	«Изменить Отменить»	

Вызывая эту команду, вы можете последовательно возвращаться на один шаг назад в своих действиях.

Если вы ошиблись и вызвали команду **Undo** лишний раз, то вызовите команду **REDo**:

Возвратить изменение.

Клавиатура Функциональная клавиша	Текстовое меню	Пиктограмма
<R><E><D> <Ctrl><BackSpace>	«Изменить Повторить»	

При этом вы возвратите действие, которое было ошибочно отменено.

Удалить все линии построения и вернуться к началу создания чертежа вы можете, вызвав команду **PURge**:

Удалить лишние построения.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<P><U>	«Изменить Удалить лишние построения»	

Это действие удалит все элементы построения, и можно будет повторить построения. Вы также можете удалить отдельный элемент построения, используя команду **EConstruction**:

Изменить построения.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><C>	«Изменить Построения»	

После вызова команды выберите элемент и удалите его с помощью клавиши **<Delete>** на клавиатуре или пиктограммы  в автоменю.

Теперь можно обвести построенную часть чертежа.

Для этого создадим линии изображения в команде **Graphics**:

Нанести изображение.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	«Создать Изображение»	

Заметьте, что если для вызова команды вы пользуетесь пиктограммами или текстовым меню, то при этом автоматически прекращается работа предыдущей команды, то есть сокращается одно лишнее действие (очистка статусной строки, означающая выход из команды).

Начните обводку с верхнего левого угла плиты. Линии изображения автоматически привязываются к ближайшему пересечению линий построения. Поэтому достаточно переместить курсор к пересечению и нажать . Курсор при нанесении линии изображения работает по принципу «резиновой нити» (рис. 1.8).

Требуется лишь с помощью курсора выбирать узлы или пересечения линий построения. При пересечении в одной точке более двух линий построения не рекомендуется использовать для выбора узла клавишу <Enter> или . Рекомендуется сначала создавать узлы в точках пересечения линий построения, а затем наносить изображение, используя клавишу <N>. При использовании клавиши <Enter> в режиме «свободного рисования» будет создаваться «свободный» узел (не связанный с линиями построения). Учтите вышесказанное для избежания ошибок при параметрическом изменении чертежа. Переместите курсор к точке касания верхней линии и окружности и нажмите  (рис. 1.9). Отметим, что система T-FLEX автоматически ставит узлы в конечные точки линий изображения, если они еще не были там созданы.

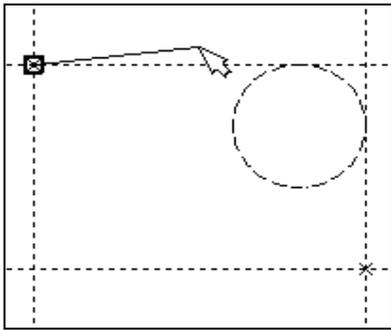


Рис. 1.8. Вид экрана в начале обводки первой линии чертежа

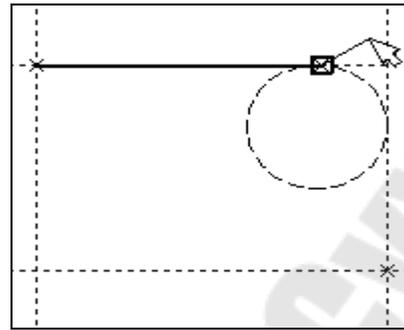


Рис. 1.9. Вид экрана при окончании обводки первой линии чертежа

Теперь мы хотим направить линию изображения вдоль окружности для построения дуги между двумя точками касания. Для этого переместите курсор к окружности и нажмите <C>. При этом выделится окружность. Направление дуги будет зависеть от того, в каком месте вы укажете вторую точку дуги.

Поставьте курсор чуть выше и правее второй точки касания (рис. 1.10).

Затем нажмите , и линия изображения будет построена в направлении часовой стрелки до второй точки касания, как на рис. 1.11.

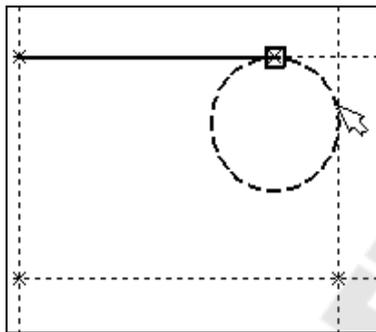


Рис. 1.10. Вид экрана в начале обводки дуги

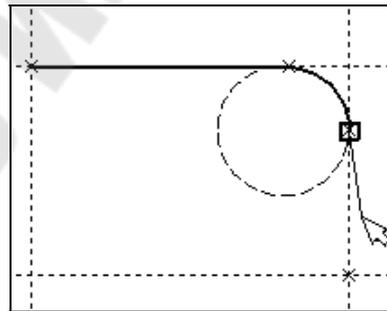


Рис. 1.11. Вид экрана при окончании обводки дуги

Укажите на правый нижний угол плиты, на левый нижний и завершите построение в левом верхнем углу, с которого вы начали обводку.

Для завершения команды нажмите . Чертеж должен выглядеть как на рис. 1.12.

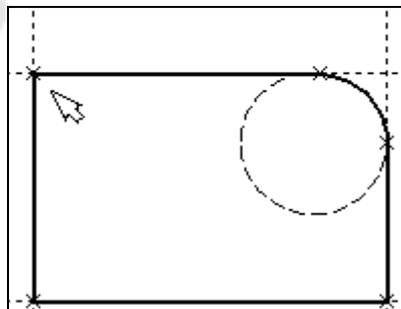


Рис. 1.12. Вид экрана после окончания обводки внешнего контура детали

Если обводка не получилась, то отредактировать линии изображения можно с помощью команды **EGraphics**:

Изменить изображение.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><G>	«Изменить Изображение»	

Переместите курсор к неверно созданной линии и нажмите . При этом линия изображения выделится, и вы можете удалить ее клавишей <Delete> или пиктограммой  в автоменю. Повторите эти действия для каждой неверно созданной линии. Если неверно построена целая область, то можно воспользоваться выбором линий изображения с помощью окна. Для этого необходимо нажать левую кнопку мыши в одном из углов предполагаемого окна и, не отпуская ее, переместить в другой угол. Затем отпустить кнопку мыши. При перемещении курсора вслед за ним должен тянуться прямоугольник из точечных линий. После этого будут помечены линии изображения, попадающие в окно, и вы сможете удалить их.

Для повторного ввода линий изображения вызовите команду **Graphics**. Для перерисовки экрана используйте клавишу <F7> в любой момент, если не все линии полностью высвечиваются после проведенных изменений.

После получения нужного изображения необходимо его сохранить и перейти к следующему разделу.

Сохраняется чертеж с помощью вызова команды **SAVE**:

Сохранить чертеж.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><A>	«Файл Сохранить»	

Сейчас на чертеже использованы 5 элементов построения, определяющих форму и размеры детали: левый край, правый край, вверх, низ и радиус скругления.

Для изменения элементов построения вызовите команду **EConstruction**:

Изменить построения.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><C>	«Изменить Построения»	

Переместите курсор к левой вертикальной прямой и нажмите . При этом прямая будет выделена цветом. Перемещая курсор слева направо, вы увидите, как вместе с курсором перемещается и выделенная прямая. Если вы укажете мышью новое положение прямой, то при этом изменится ширина плиты.

Обратите внимание! Изменение положений элементов построений влечет мгновенное изменение «привязанных» к ним линий изображения. Если вы попытаетесь изменить положение правой части плиты, то вся плита будет перемещаться. Это происходит потому, что левая часть детали построена относительно правой, поэтому при изменениях правой части сохраняется установленное отношение. Но левая часть может двигаться независимо от правой. Попробуйте то же с другими элементами построения, включая окружность. Вы увидите, что, перемещая элементы построения, вы меняете размеры и форму плиты, сохраняя заданные при построении отношения.

После проверки возможности модификации детали верните чертеж в приблизительно исходное состояние, показанное на рис. 1.12.

Создание конического отверстия. Перейдем к следующему элементу чертежа – коническому отверстию.

Вызовите команду **Line**. Построим в центре плиты отверстие. Выберите пиктограмму  в автоматическом меню, подведите курсор к правой границе плиты и выбо-

рите с помощью нажатия  вертикальную прямую. После этого новая параллельная прямая будет перемещаться вместе с курсором. Зафиксируйте ее положение нажатием  приблизительно посередине между правой и левой границей плиты. Нажмите  для отмены режима построения параллельной прямой.

Аналогично построим прямую, параллельную нижней границе и расположим ее также приблизительно посередине.

Для создания узла в точке пересечения новых линий подведите курсор к их пересечению и нажмите <Пробел>.

После проведения новых построений на экране вы должны получить изображение, аналогичное рис. 1.13.

Затем вызовите команду **Circle**, подведите курсор к узлу на пересечении построенных перекрестных прямых и нажмите .

Появится окружность, радиус которой будет изменяться в зависимости от положения курсора. Зафиксируйте левой клавишей мыши окружность так, чтобы ее диаметр был примерно равен половине высоты детали.

Заметьте, что после нажатия на , вы по-прежнему находитесь в команде **Circle**.

Нажмите на пиктограмму построения концентрической окружности  или на клавишу <O> для построения концентрической окружности.

Курсор должен быть при этом рядом с первой окружностью. Сделайте вторую окружность немного больше первой и зафиксируйте ее. Чертеж должен выглядеть как на рис. 1.14.

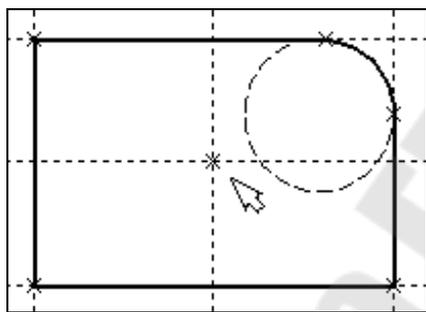


Рис. 1.13. Вид экрана после создания узлов в точках пересечения линий

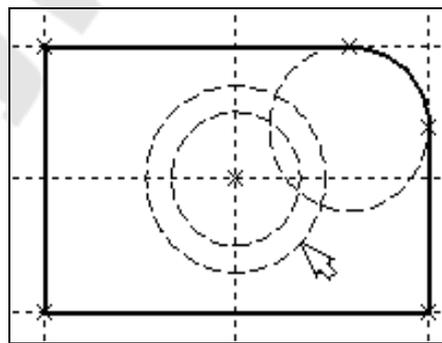


Рис. 1.14. Вид экрана после построения окружностей, изображающих коническое отверстие

Перейдите в команду **Graphics**, расположите курсор рядом с большой окружностью, которую вы только что построили, и нажмите клавишу <C>.

Окружность будет обведена сплошной основной линией. Затем расположите курсор около меньшей окружности и вновь нажмите <C>.

Обе окружности обведены.

Построение второго и третьего вида не является необходимым для построения параметрического чертежа в системе T-FLEX CAD. В приводимом примере построение вида сверху и сбоку позволяет продемонстрировать дополнительные преимущества параметрического проектирования в системе T-FLEX CAD.

Поскольку прямые имеют бесконечную длину, можно видеть, что другие виды уже частично созданы (боковой вид, вид сверху).

Установка зависимостей для создания конического отверстия. Войдите в команду **Line** и переместите курсор к линии построения, соответствующей правой границе плиты. Нажмите . При этом выделится вертикальная линия построения, и новая парал-

лельная вертикальная линия будет перемещаться за курсором. Это будет правая граница вида справа (рис. 1.15).

Зафиксируйте ее в нужном месте нажатием . Эта линия построена относительно правой границы плиты, поэтому если правая граница будет передвинута, то новая линия переместится на такое же расстояние.

Для переноса новой линии на другое расстояние следует воспользоваться командой редактирования линий и передвинуть линию. Но теперь вновь зафиксированное расстояние между видами будет сохраняться при изменении правой границы основного вида плиты.

Отношения между элементами построения сохраняются постоянно, если только вы не захотите изменить эти отношения с помощью опции <M> (модифицировать) в команде изменения построений **EConstruction**.

Обратите внимание, что вы по-прежнему привязаны к правому краю плиты (соответствующая линия построения выделена) (рис. 1.15). Нажмите один раз  для возврата на шаг назад в команде **Line**. Переместите курсор к прямой, построенной ранее.

Нажмите <L> или просто поставьте курсор рядом.

Сейчас мы хотим построить прямую, которая будет левым краем нового вида. Эта прямая будет построена относительно правой прямой вида спереди.

Зафиксируйте ее нажатием .

Рекомендуется использовать правый край детали как базовую линию, а остальные вертикальные линии построения строить относительно нее.

При таком методе построения имеются некоторые преимущества, связанные со знаком относительного расстояния между линиями.

Перейдем к созданию конического отверстия.

Задача сводится к построению двух прямых, которые были бы параллельны горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности (рис. 1.16).

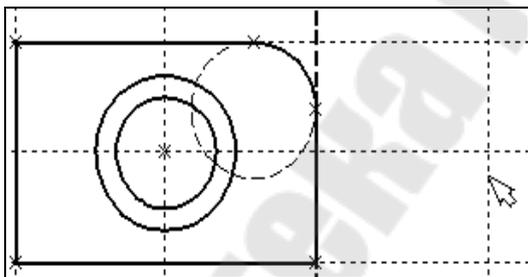


Рис. 1.15. Вид экрана при построении правой границы вида справа

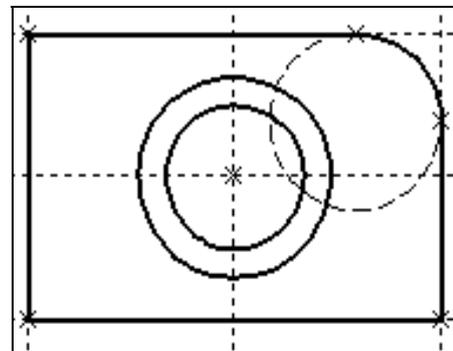


Рис. 1.16. Вид экрана при построении двух прямых, параллельных горизонтальной прямой

При этом они должны соответствовать размерам окружностей. Нажмите один раз  для возврата на шаг назад в команде **Line**, поместите курсор рядом с горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности и нажмите <L>.

Прямая выделится цветом. Отведите курсор вверх к точке касания первой окружности и нажмите <C> (рис. 1.17), затем ко второй точке касания окружности и нажмите <C> (рис. 1.18).

Прделайте описанную последовательность команд четыре раза – для верхних и нижних точек касания каждой окружности.

Теперь у нас есть нужные линии построения для обводки на боковом виде (рис. 1.19).

Воспользуйтесь командой **Graphics** и обведите 4 угла (рис. 1.20).

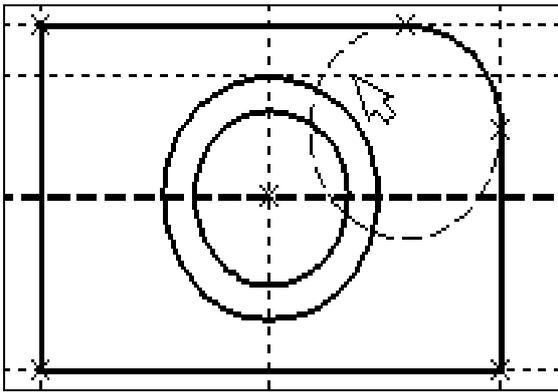


Рис. 1.17. Вид экрана при отводе курсора вверх к точке касания первой окружности

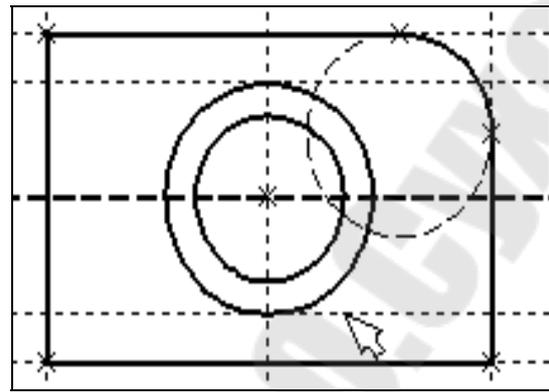


Рис. 1.18. Вид экрана при отводе курсора ко второй точке касания окружности

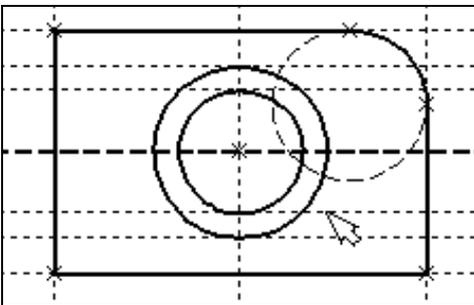


Рис. 1.19. Вид экрана после подготовки нужные линии построения для обводки на боковом виде

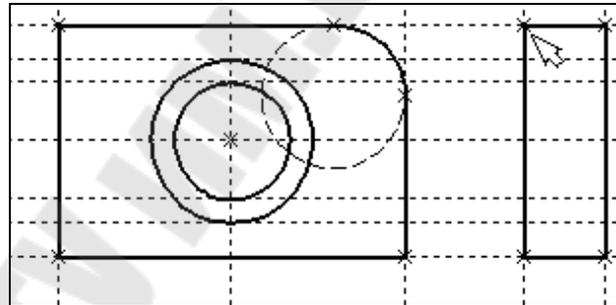


Рис. 1.20. Вид экрана после обводки четырех углов

Для этого лишь нужно подвести курсор к каждому из углов и нажать . Затем нажмите  для отмены выбора узла.

Далее нанесем две линии, изображающие коническое отверстие (рис. 1.21).

Теперь вид практически закончен, за исключением штриховки.

Создание штриховки во многом аналогично созданию линий изображения. Вызовите команду **Hatch**:

Нанести штриховку.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<H>	«Создать Штриховку»	

Затем переместите курсор к любому узлу в верхней половине вида справа и нажмите <N> или . При этом должен выделиться указанный узел. Последовательно выберите узлы по контуру верхней половины плиты, который должен быть заштрихован. Когда вы вернетесь к начальному узлу, воспользуйтесь клавишей <P> для вызова диалогового окна параметров штриховки.

Это позволит выбрать тип и масштаб штриховки. Нажмите графическую кнопку [OK] или <Enter> на клавиатуре. При этом выделенная область будет заштрихована (рис. 1.22).

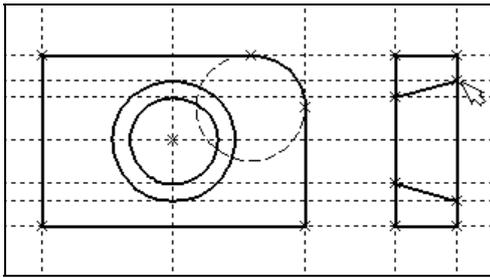


Рис. 1.21. Вид экрана после нанесения двух линий, изображающих коническое отверстие

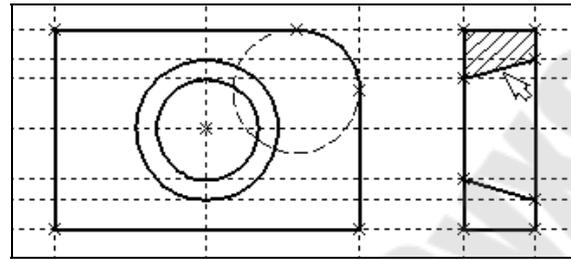


Рис. 1.22. Вид экрана после выполнения штриховки верхней части разреза

Если параметры штриховки были установлены ранее и вам не требуется их изменять, то воспользуйтесь клавишей <End> или пиктограммой  для штриховки выделенной области.

Проделайте те же действия для штриховки нижней части плиты (рис. 1.23).

В принципе можно было создать не две отдельные штриховки, а одну, состоящую из двух контуров. Для этого нужно было задать второй контур сразу после завершения первого, а затем уже нажать <End> или пиктограмму  в автоменю.

После создания штриховки можно переходить к виду сверху.

Вызовите команду **Line**.

Выберите нижнюю прямую главного вида для привязки положения вида сверху к главному (рис. 1.24).

Переместите вновь создаваемую прямую и зафиксируйте нажатием  под главным видом. Это будет нижняя линия вида сверху.

Для отмены режима построения параллельных линий нажмите .

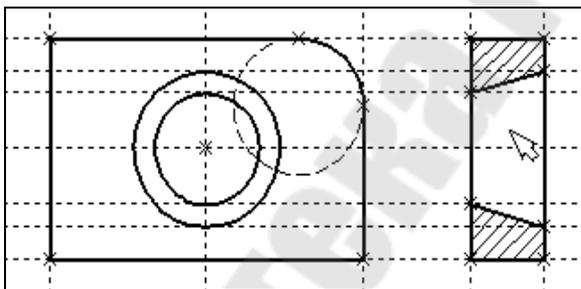


Рис. 1.23. Вид экрана после выполнения штриховки нижней части разреза

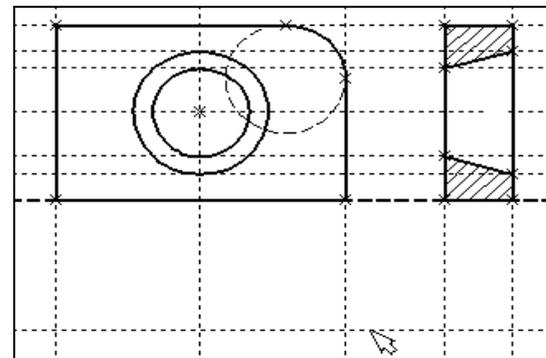


Рис. 1.24. Вид экрана после выбора нижней прямой главного вида

Поставим себе задачу создать вид сверху так, чтобы он был связан с другими видами, то есть модификации других видов приводили бы к изменениям на виде сверху.

Простейший способ в проекционном черчении связать проекции – построить прямую под углом 45° к граничным линиям вида слева и вида сверху.

Остальные вспомогательные линии строятся относительно данной прямой.

Одна из полезных комбинаций в команде **Line** – <L>, <L>.

Когда в команде **Line**, где вы должны находиться сейчас, вы указываете по очереди две прямые (опция <L>), то в результате будет создана новая прямая, которая является осью симметрии двух выбранных. Если указанные прямые пересекаются, то новая прямая будет

биссектрисой угла, образуемого выбранными прямыми. Если использовать эту команду для параллельных прямых, то будет создана параллельная прямая, располагающаяся посередине.

Поскольку проекционные прямые вида слева и вида сверху пересекаются под прямым углом, то новая линия пройдет под требуемым углом 45 градусов.

В команде **Line** укажите на крайнюю правую прямую вида слева и нажмите клавишу <L>. Прямая выделится.

Затем сделайте то же самое для нижней прямой вида сверху. Возникнет новая прямая, которая проходит через точку пересечения под углом 45° (рис. 1.25).

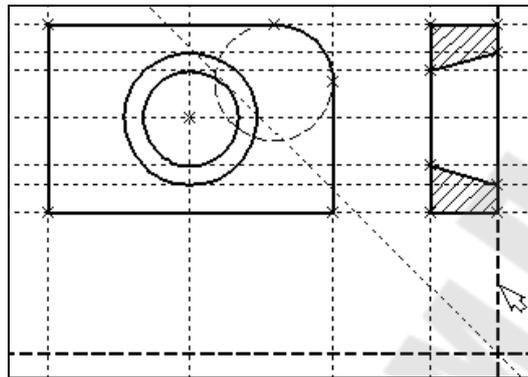


Рис. 1.25. Вид экрана после возникновения новой прямой

Пока мы находимся в команде **Line** можно расставить узлы в любых точках пересечения. Для нас важны те точки пересечения линий построения, которые формируют правую границу вида справа и линию под углом 45°, которую мы сейчас создали.

Для построения узлов можно также использовать команду **Note**:
Построить узел.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<N>	«Построить Узел»	

Поставьте курсор в точке пересечения и нажмите клавишу <Пробел> (рис. 1.26). Вы по-прежнему должны находиться в команде **Line**.

Поставьте курсор и выберите прямую нижней границы вида сверху (рис. 1.27). Это позволит нам построить прямую, параллельную нижней границе. Переместите курсор к только что построенному узлу и нажмите клавишу <N>.

При этом создастся прямая, параллельная выбранной и проходящая через указанный узел. Теперь вид сверху и вид справа будут параметрически связаны.

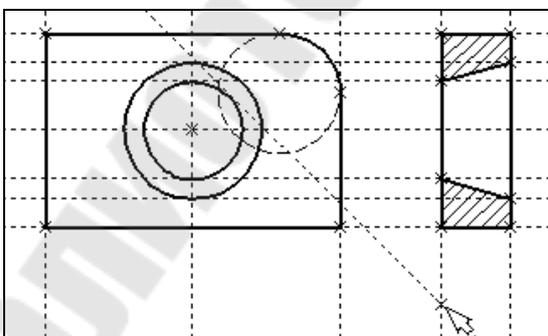


Рис. 1.26. Вид экрана после установки курсора в точке пересечения

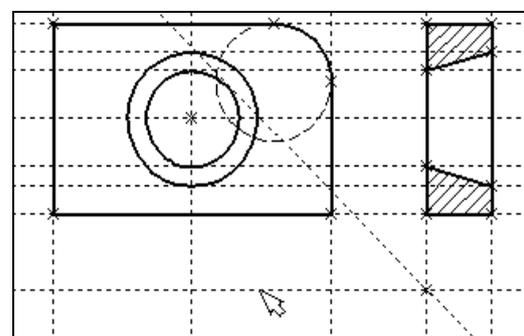


Рис. 1.27. Вид экрана после выбора прямой нижней границы вида сверху

Для проверки этого войдите в команду редактирования линий построения **EConstruction**. Попробуйте поменять положение левой прямой бокового вида. Для этого выберите ее, переместите и зафиксируйте в новом положении.

Заметьте, что при этом изменяется положение соответствующей прямой на виде сверху.

Создание линий построения для конического отверстия на виде сверху будет происходить так же, как при его отражении на виде сбоку.

В команде **Line** выберите вертикальную прямую, а затем с помощью клавиши <C> постройте 4 прямые, параллельные выбранной и касательные окружностям (рис. 1.28).

Теперь можно построить все линии изображения на виде сверху.

С помощью команды **Graphics** обведите вид сверху по периметру (рис. 1.29).

Необходимо нанести две штриховые линии, соответствующие коническому отверстию. В команде **Graphics** нажмите клавишу <P> или пиктограмму **P:** в автоматическом меню. На экране появится диалоговое окно параметров линий изображения (рис. 1.30). Выберите мышкой штриховую линию в меню типов линий.

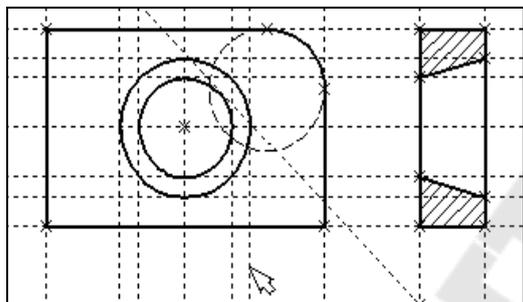


Рис. 1.28. Вид экрана после построения 4 прямых, параллельных выбранной и касательных окружностям

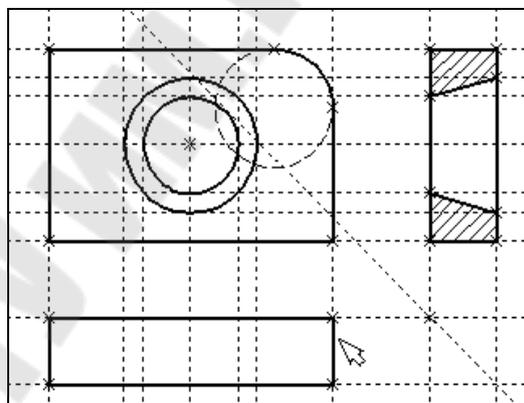


Рис. 1.29. Вид экрана после обвода вид сверху по периметру

Нажмите кнопку [OK] для выхода из диалогового окна и создайте две штриховые линии конического отверстия (рис. 1.31).

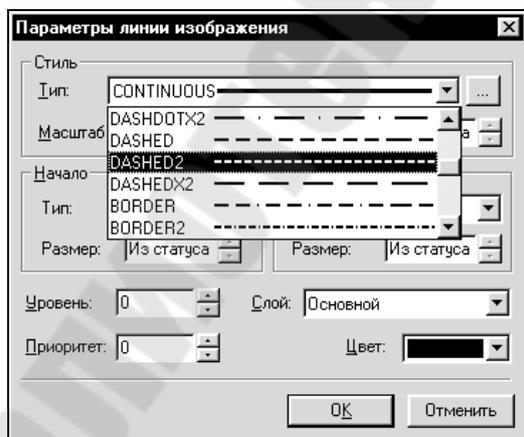


Рис. 1.30. Диалоговое окно параметров линий изображения

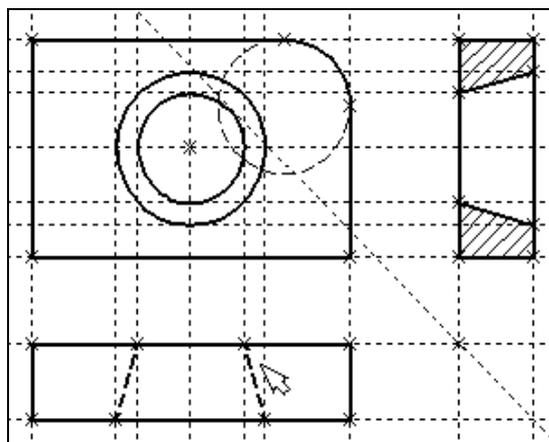


Рис. 1.31. Вид экрана после создания двух штриховых линий, изображающих коническое отверстие

Теперь создадим штрихпунктирные осевые линии. Еще раз нажмите <P> в команде **Graphics**.

Нажмите на кнопку справа от меню типов линий и выберите тип линии с названием «Осевая» (рис. 1.32).

Тем самым вы не только зададите штрихпунктирный тип создаваемых линий, но и установите требуемые типы начала и конца линий.

Создайте 4 осевые линии, как показано на рис. 1.33.

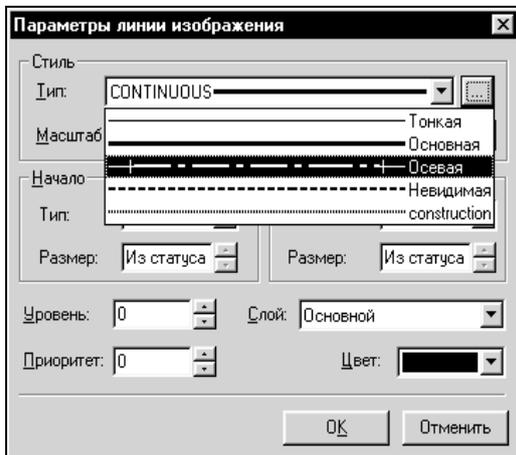


Рис. 1.32. Диалоговое окно при выборе типа линии с названием «Осевая»

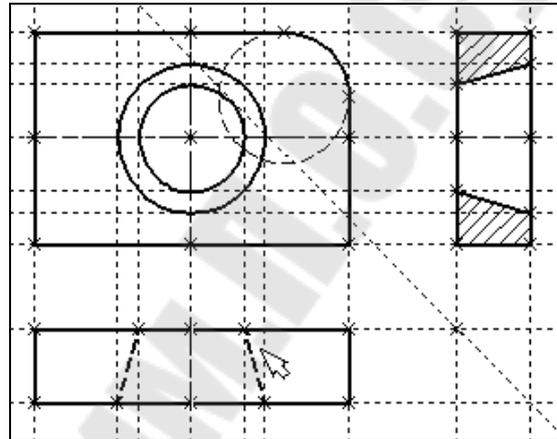


Рис. 1.33. Вид экрана после создания четырех осевых линий

Линии построения, которые до сих пор мы использовали, были бесконечными. Для удобства работы их можно «обрезать» до крайних узлов.

Для этого в команде **EConstruction** используйте опцию обрезки.

Войдите в команду **EConstruction**.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><C>	«Правка Построения Линия постр»	

Если вы выберете одну прямую и нажмете <T> или , то обрежется только эта выбранная прямая.

Если вы используете комбинацию , то обрежутся все прямые.

Если вы захотите вернуться обратно к бесконечной длине прямых, то вызовите команду **SStatus**:

Задать параметры чертежа.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><T>	«Сервис Статус...»	

Выберите параметр «Экран|Линии построения|Длина» и задайте значение «По умолчанию в бесконечности».

Либо можно в команде **EConstruction** выбрать нужные линии, нажать клавишу <P> и установить соответствующее значение.

Чертеж с обрезанными линиями построения представлен на рис. 1.34. Он менее насыщен, хотя все необходимые элементы построения на нем присутствуют.

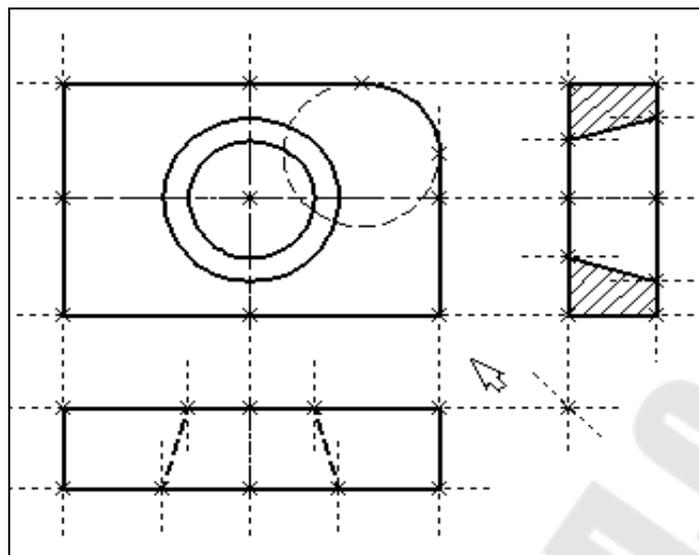


Рис. 1.34. Чертеж с обрезанными линиями построения

Линии построения независимо от их длины никогда не выводятся на принтер или плоттер.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Простановка размеров на чертеже

Цель работы: изучение метода простановки размеров на чертеже в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

Простановка размеров.

Вызовите команду **Dimension**:

Нанести размеры.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<D>	«Создать Размер»	

Теперь можно выбрать любые две линии построения для простановки линейного или углового размера. Выберите две крайние прямые линии на главном виде с помощью . Вы увидите как вместе с курсором начал перемещаться появившийся размер. Зафиксируйте его положение нажатием . В появившемся на экране диалоговом окне можно задать различные значения параметров размера. После установки нужных значений нажмите кнопку [OK], и увидите на экране размер. Размер шрифта можно поменять в команде **Status** на закладке «Шрифт». На этой закладке устанавливаются параметры шрифта, для тех элементов модели, для которых они не заданы. Создайте остальные линейные размеры.

Диаметры и радиусы проставляются также просто. В команде **Dimension** подведите курсор к нужной окружности и нажмите <C> или . Окружность выберется, и за курсором будет перемещаться изображение размера.

Клавишами <R> и <D> или соответствующими пиктограммами  и  в автоматическую можно переключаться из режима простановки радиуса в режим простановки диаметра и обратно (рис. 2.1).

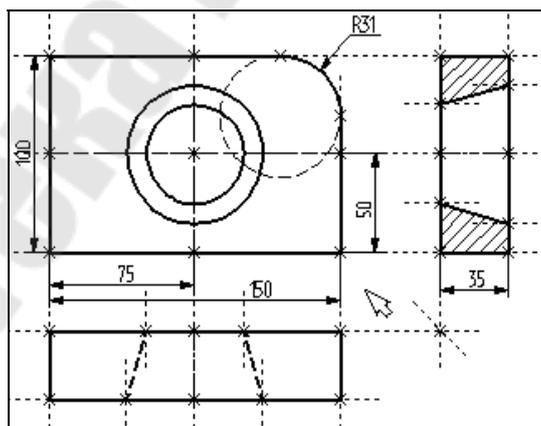


Рис. 2.1. Вид экрана после простановки линейных размеров и размера радиуса

Клавишей <M> можно задать вид проставляемого размера. Клавиша <Tab> может вам установить выносную полку в нужном направлении.

После того, как вы укажете курсором на нужное место, нажмите , и после нажатия [OK] в диалоговом окне задания параметров размера на экране появится проставляемый размер. Прделайте эту операцию для всех размеров на окружностях (рис. 2.2).

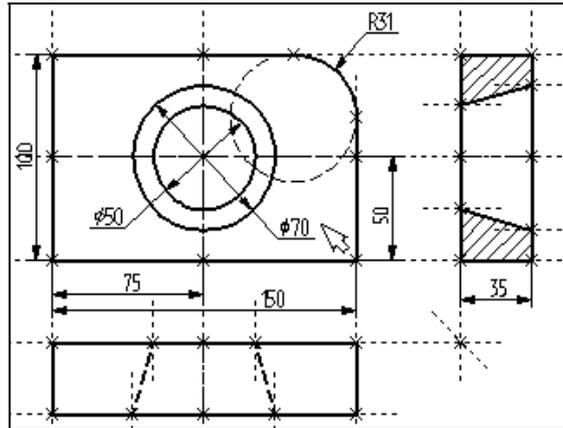


Рис. 2.2. Вид экрана после простановки линейных размеров, размера радиуса и диаметров окружностей

После того, как все основные построения завершены, можно все элементы построения «спрятать» с помощью команды **Show**:

Задание уровней отображения.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><H>	«Сервис Уровни...»	

Эта команда управляет видимостью различных элементов. Видимость элемента зависит от «уровня», на котором он находится.

Легче всего представить себе уровни как прозрачные пленки, на которых нанесены изображения и из которых складывается целостная картинка. В системе существует возможность сделать невидимыми один или несколько уровней, оставив только те, которые вы хотите видеть. Ваш чертеж может иметь 255 уровней (от -126 до 127).

Все элементы в системе T-FLEX CAD автоматически создаются на уровне «0». В любой момент вы можете поменять значение уровня у любого элемента. Поскольку мы в нашем примере уровни не изменяли, все созданные элементы попали на уровень «0».

После вызова команды на экране появится диалоговое окно, в котором вы можете установить диапазон видимых уровней для каждого типа элементов модели (рис. 2.3).

Как вы видите, в настоящий момент видимыми являются все элементы, уровень которых находится в диапазоне от 0 до 127.

Установите значения нижнего уровня для линий построения и узлов в значение 1, как показано на рис. 2.4.

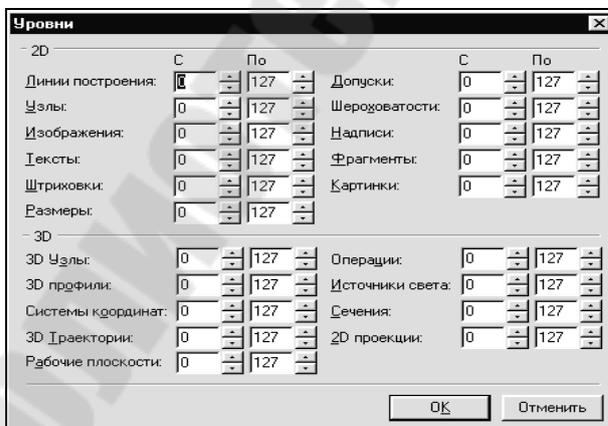


Рис. 2.3. Диалоговое окно при установке диапазона видимых уровней

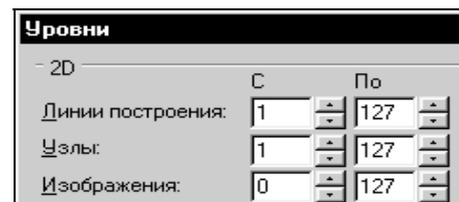


Рис. 2.4. Диалоговое окно при установке значения нижнего уровня для линий построения и узлов

Это означает, что на чертеже будут отсутствовать линии построения и узлы, поскольку они располагаются на уровне 0.

Теперь чертеж выглядит, как показано на рис. 2.5.

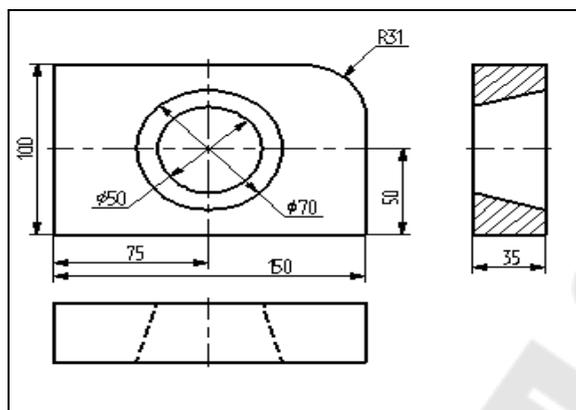


Рис. 2.5. Вид экрана после установки значения нижнего уровня для линий построения и узлов

Более простым способом погасить линии построения и узлы является использование специальной команды, которая убирает или показывает все элементы построения из текущего окна.

Данная команда иногда бывает более удобной еще и потому, что она гасит построения не для всего документа, а только для его текущего вида.

Таким образом, если открыто несколько окон одного чертежа, то в одних элементы построения могут присутствовать, а в других – отсутствовать.

Вызов команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<Ctrl><Shift><C>	«Вид Погасить построения»	

Нанесение текста на чертеже. Нанесем текстовую строку с названием чертежа с помощью команды **Text**: Нанести текст.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<T>	«Создать Текст»	

Текст можно «привязать» к любому элементу построения на чертеже. Переместите курсор к пересечению вертикальной осевой прямой и верхней прямой на основном виде чертежа.

Нажмите <N> для привязки текста к узлу, который находится на пересечении этих двух прямых.

Переместите курсор в точку, где должен располагаться текст и нажмите . На экране появится окно текстового редактора.

Набейте в нем строку текста «Пример чертежа плиты» и нажмите на кнопку [ОК] (рис. 2.6).

Если текст расположился не в том месте, где вы планировали, то можно легко это поправить. Войдите в команду **EText**:

Изменить текст.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><T>	«Изменить Текст»	

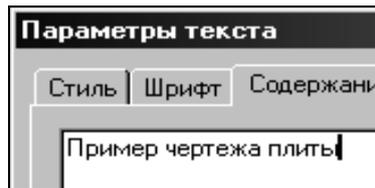


Рис. 2.6. Окно при вводе текста

Укажите курсором на текст и нажмите . Теперь переместите курсор в нужную позицию и снова нажмите . Теперь чертеж завершен. Вы сейчас можете войти в команду редактирования элементов построения **EConstruction** и попробовать перемещать линии построения. При этом вы можете фиксировать новое положение линий построения как с помощью нажатия , так и с помощью нажатия <P> и ввода точного значения положения линии в меню параметров. Заметьте, что весь чертеж изменяется адекватно вашим действиям, включая размеры. Изменение диаметров конического отверстия моментально отслеживается на двух других проекциях. Штриховка также изменяется вместе с изменением определяющих ее линий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Работа с параметрами и переменными

Цель работы: изучение метода параметрического задания переменных величин на чертеже в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

Значения практически всех параметров в меню параметров тех или иных элементов можно задавать с использованием переменных и выражений.

Каждая переменная имеет уникальное имя и значение, которое рассчитывается в соответствии с математическим выражением. Кроме того, переменная имеет комментарий, в котором можно указать, что собственно определяет эта переменная (длину или радиус, а может быть вообще массу). Переменные бывают двух типов: вещественные и текстовые. Тип переменной определяет, какие значения может принимать данная переменная. Значение вещественной переменной – это число. Значение текстовой переменной – строка символов. Выражение в T-FLEX CAD – это математическая формула, содержащая стандартные алгебраические действия, логические действия, условные операции, обращения к математическим функциям и функциям T-FLEX CAD. В результате вычисления выражения получается значение, соответствующее типу переменной.

В системе T-FLEX CAD переменные можно создавать разными способами, например: в редакторе переменных команды **Variables**; при задании и редактировании параметров линий построения; в текстовом редакторе команды **Text**.

Важно отметить, что прежде чем создавать элементы построения вашего чертежа, необходимо проанализировать, какие именно отношения между линиями вы хотите задать. Ведь именно от этого будут зависеть возможности вашего чертежа к параметрическим изменениям.

Переменные можно назначать параметрам чертежа, а фактически параметрам линий построения (расстояниям, диаметрам и т. д.). Это можно осуществлять и во время создания линии построения, и во время ее последующего редактирования. Затем, задавая значения переменных, можно получать новые варианты чертежа. С помощью простых математических формул в редакторе переменных переменные можно связывать между собой.

При изменении положения какого-либо элемента построения или значения какой-либо переменной система производит пересчет чертежа и его последующую перерисовку. Пересчет производится в соответствии с теми геометрическими отношениями, которые были заложены при его создании, а также исходя из математических связей между переменными. Как правило, грамотно созданный параметрический чертеж содержит несколько ключевых (внешних) переменных, в зависимости от которых производится перерасчет остальных переменных и всего чертежа.

Придание элементам чертежа значений переменных и выражений. На конкретном примере можно увидеть, как элементы оформления могут быть связаны с параметрами чертежа и как изменение параметров чертежа автоматически приводит к изменению соответствующих элементов оформления.

Войдите в команду **EConstruction** и выберите прямую на основном виде (см. рис. 1.1). Эта прямая будет выделена цветом так же как и та, относительно которой она была построена (даже если линии построения скрытаны, их по-прежнему можно выбирать).

Нажмите клавишу <P> или выберите пиктограмму  в автоматическом меню. На экране появится диалоговое окно, которое покажет текущее значение параметра прямой (рис. 3.1).

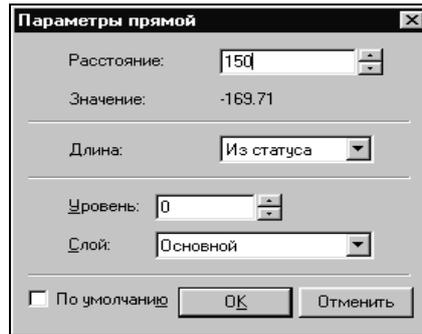


Рис. 3.1. Диалоговое окно, показывающее текущее значение параметра прямой

Поскольку мы создавали эту прямую как параллельную левой части плиты, этим параметром является расстояние между правой и левой сторонами плиты. Вместо конкретного значения можно поставить переменную. Наберите вместо значения имя переменной «W» и нажмите <Enter> или [OK] (рис. 3.2).

Появится новое диалоговое окно, в котором от вас потребуется подтвердить значение вновь создаваемой переменной (рис. 3.3).

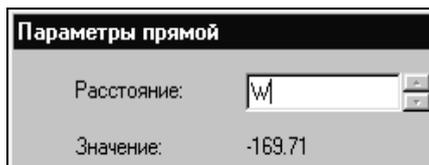


Рис. 3.2. Диалоговое окно при вводе вместо конкретного значения имени переменной «W»

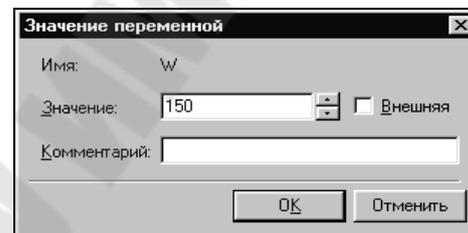


Рис. 3.3. Диалоговое окно для подтверждения значения переменной

Необходимо отметить, что заглавные и прописные буквы не равны в имени переменной. Переменная «W» не является переменной «w».

Следующим действием вызовите команду **Variables**:

Редактор переменных.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<V>	«Параметры Переменные»	

На экране появится окно, в котором вы увидите переменную «W» и ее значение. Измените выражение, задающее значение, например, на «150» и нажмите [OK] (рис. 3.4).

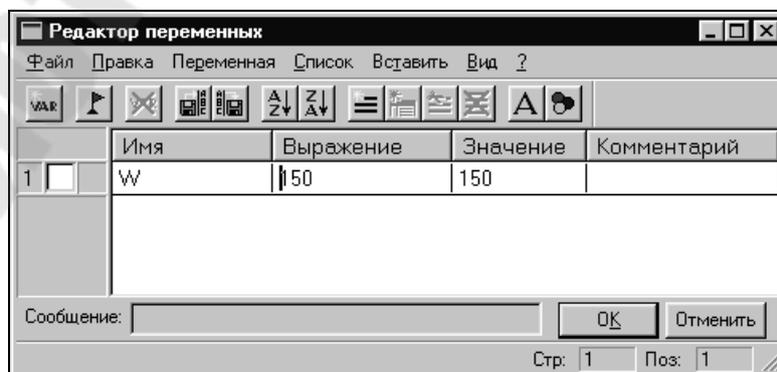


Рис. 3.4. Диалоговое окно при изменении выражения, задающего значение переменной

Прямая переместится в новое положение, соответствующее новому значению ширины плиты.

Используйте аналогичные действия для назначения переменной «Н» на верхнюю линию основного вида.

Войдите в команду **EConstruction**, выберите верхнюю линию и нажмите <P>.

Замените конкретное числовое значение на переменную «Н» и подтвердите кнопкой [OK] ее текущее значение. Снова войдите в команду **Variables**. Теперь в редакторе переменных уже две переменные, и вы можете, меняя их значения, наблюдать за изменением чертежа.

Попробуйте задать выражение. Войдите в команду **Variables** и поставьте вместо числового значения «Н» выражение «W/2». Это будет означать, что значение «Н» будет равняться половине значения «W». Нажмите [OK] для того, чтобы посмотреть на результат ваших действий. Теперь вы можете, меняя только значение «W», автоматически изменять значение «Н».

Следующим шагом назначим переменную «R» на радиус окружности, сопрягающей верхнюю и правую линии главного вида. Для этого в команде **EConstruction** выберите окружность, нажмите <P> и замените конкретное значение на «R». Войдите в редактор переменных **Variables** и задайте для этой переменной следующее выражение:

$$W < 100 ? 0 : 6.$$

Это выражение означает, что если «W» меньше, чем 100, то «R» равно 0, в противном случае – 6.

Расшифруем содержимое выражения. Сначала выделим его составные части:

< – является знаком «меньше чем»;

? – означает «в таком случае»;

: – «в противном случае».

Полностью выражение выглядит так: $R = W < 100 ? 0 : 6.$

Значение «R» равно 0, если «W» < 100, и равно 6, при любом другом значении «W». Таким образом, для «R» существует лишь два возможных значения – либо «0», либо «6».

Проверьте это на вашем чертеже. Задайте переменной «W» значения большие или меньшие, чем 100, и посмотрите, что произойдет. Заметьте, что когда радиус скругления равен «0», радиальный размер автоматически исчезает. Программа сама следит за этим.

Ввод переменных и текстов. Тексты создаются в команде Text в текстовом редакторе. Уникальной возможностью T-FLEX CAD является создание переменных текстов.

Переменный текст – это текст, внутри которого вы можете использовать вещественные и текстовые переменные. После создания такого текста, если вы будете изменять значения переменных, которые включены в текст, то соответственно будет изменяться содержимое текста. Расскажем более подробно о создании таких текстов на примере чертежа.

Постройте два прямоугольника из линий изображения так, чтобы получилась как бы таблица из двух ячеек. При построении левую линию построения таблицы постройте как параллельную относительно правого края чертежа. Все остальные вертикальные линии таблицы постройте как параллельные относительно левой линии построения таблицы. Используя команду **EDimension** и опцию <P>, установите для размеров параметр «Способ нанесения» в «Нет параметров». Затем задайте соответственно для размеров в параметре «Строки|Текст до» значение «A» и «B», как показано на рис. 3.5.

После этого войдите в команду **Text**, привяжите создаваемый текст к любому узлу таблицы, расположите курсор в первой строке таблицы и нажмите . Откроется окно текстового редактора, в котором введите следующий текст: $A = \{A\}$. В результате на экране в тексте появится значение выражения.

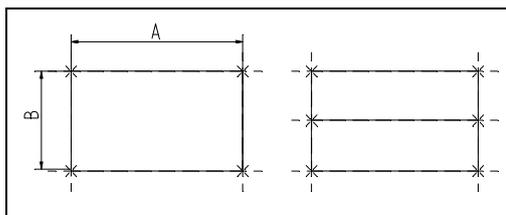


Рис. 3.5. Вид экрана после задания параметров «А» и «В»

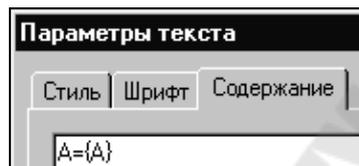


Рис. 3.6. Диалоговое окно при вводе текста

Выйдите из редактора. При этом на чертеже в таблице появится текст.

Таким образом, при использовании переменной в тексте необходимо задавать ее имя в фигурных скобках. После выхода из редактора текста вместо имени переменной в фигурных скобках подставится ее значение. Кроме имени переменной в фигурных скобках в тексте можно задавать выражение. В результате на экране в тексте появится значение выражения.

Аналогично создайте текст для переменной «В» и расположите его во второй строке таблицы.

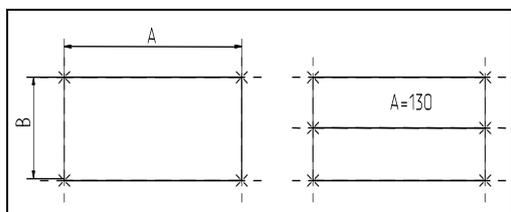


Рис. 3.7. Вид экрана после выхода из редактора текста при задании величины параметра «А»

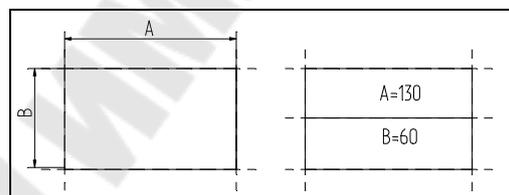


Рис. 3.8. Вид экрана после выхода из редактора текста при задании величины параметра «В»

Теперь, изменяя значения переменных в Редакторе Переменных, вы можете увидеть, как будет изменяться текст в таблице. При этом следует отметить, что, привязав таблицу к правой границе чертежа и привязав тексты в таблице к узлам, вы получили полностью организованный параметрический чертеж.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Создание 3D модели на основе 2D чертежа

Цель работы: изучение метода создания 3D модели на основе 2D чертежа в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

Для создания трехмерной модели на основе 2D построений возьмем чертеж плиты со сквозным коническим отверстием, с построением которого вы подробно ознакомились в лабораторной работе по 2D проектированию. Приведенный ниже рисунок представляет собой 2D чертеж и 3D модель плиты, созданная на основе чертежа (рис. 4.1).

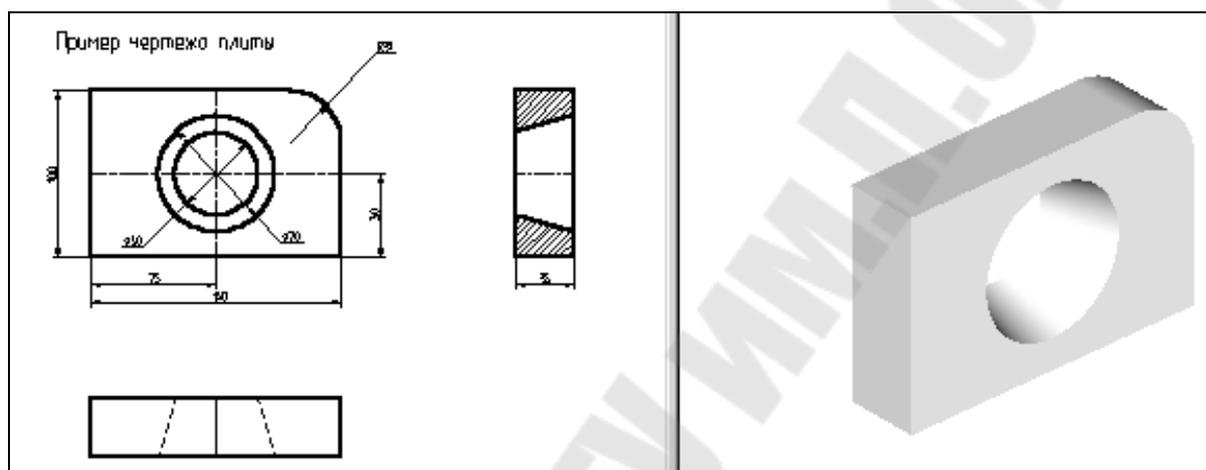


Рис. 4.1. 2D чертеж и 3D модель плиты

Для создания трехмерной модели плиты необходимо произвести построения в несколько этапов.

Первым этапом построений является создание рабочих плоскостей, при помощи которых создаются все 3D элементы.

На втором этапе для получения объемного тела плиты необходимо произвести выталкивание образующего контура на заданное расстояние. Для этого воспользуемся операцией выталкивания.

Следующим этапом построения является создание объемного тела для получения отверстия. Для этого необходимо воспользоваться операцией вращения.

Для получения окончательной трехмерной модели плиты необходимо воспользоваться булевой операцией: из первого тела, полученного выталкиванием, вычесть второе тело, полученное вращением.

Первым шагом создания трехмерной модели, как уже было сказано выше, является задание рабочих плоскостей.

Рабочие плоскости – плоскости, ориентированные определенным образом в трехмерном пространстве. Без создания рабочих плоскостей в T-FLEX CAD 3D невозможно построить трехмерную модель. Рабочие плоскости позволяют разделить двумерный чертеж на стандартные и дополнительные виды, применяемые в черчении.

Следует отметить, что при построении рабочих плоскостей необходимо обеспечить проекционную связь между видами.

Для построения нашей трехмерной модели достаточно построить две рабочие плоскости. Начнем с построения двумерного узла, который будет задавать точку разделения видов. Для этого на 2D чертеже постройте две перпендикулярные прямые так, как показано на рис. 4.2.

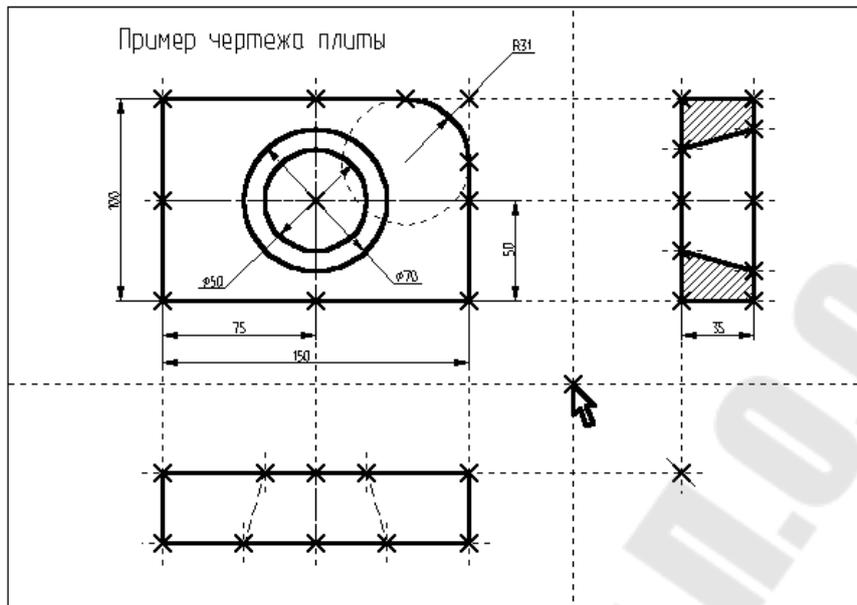


Рис. 4.2. Построение рабочих плоскостей

Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3W>	«Построения Рабочая плоскость»	

Выберите в автоменю опцию

	<N>	Создать вид спереди и вид слева
--	-----	---------------------------------

На экране появится курсор со знаком узла (наличие знака у курсора говорит о том, что система находится в стадии выбора). Переместите курсор к созданному узлу привязки рабочих плоскостей и нажмите или клавишу <N>. На экране появятся две горизонтальные рабочие плоскости (вид спереди и вид слева) (Рис. 4.4).

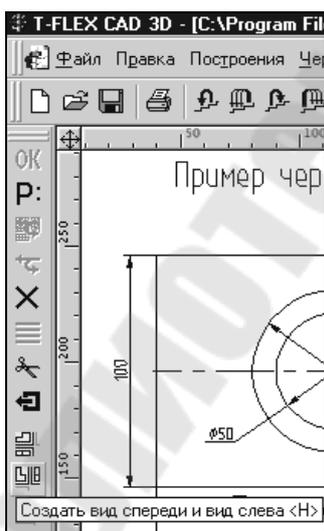


Рис. 4.3. Расположение на экране пиктограммы «Создать вид спереди и вид слева»

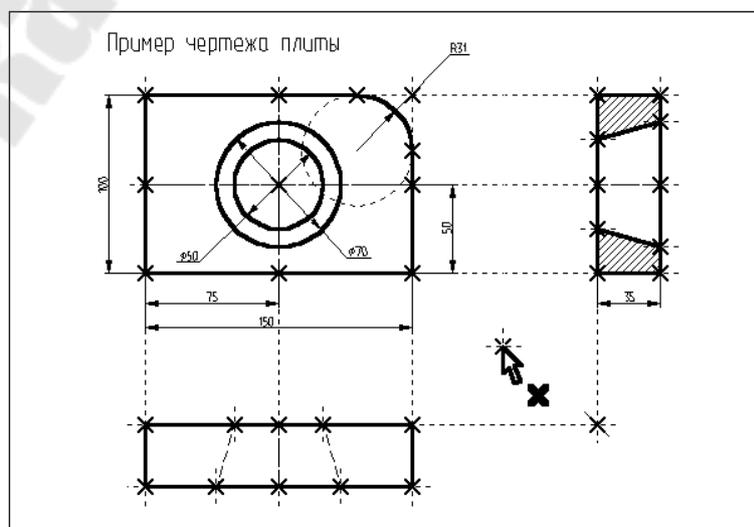


Рис. 4.4. Вид экрана с двумя горизонтальными рабочими плоскостями (вид спереди и вид слева)

После этого необходимо выйти из команды. Для этого нажмите  или пиктограмму  в автоматическом меню, также можно воспользоваться клавишей <Esc>.

При работе с 3D командами в T-FLEX CAD 3D следует иметь в виду следующее: вызов каждой новой 3D команды не отменяет предыдущую команду, как это происходит с 2D командами в T-FLEX CAD 2D. 3D команды при последовательном вызове становятся вложенными друг в друга. При отмене последней команды система возвращает управление в предпоследнюю загруженную команду, поэтому, желательно перед вызовом новой 3D команды осуществить выход из исполняемой 3D команды.

Создание вспомогательных 3D элементов. Для начала откроем 3D вид окна системы T-FLEX CAD 3D.

3D вид открывается с помощью кнопок со стрелками, которые располагаются в левом нижнем и правом верхнем углу окна текущего чертежа рядом с полосами прокрутки. Подведите курсор к кнопке со стрелкой вправо, которая находится в верхнем правом углу (рис 4.5).

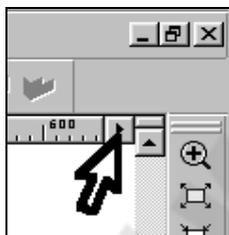


Рис. 4.5. Расположение на экране кнопки со стрелкой вправо, которая находится в верхнем правом углу

Нажмите , указывая на кнопку, и окно текущего чертежа будет разделено на два окна по вертикали. В первом окне будет отображаться двумерный чертеж, а во втором в процессе построения 3D модели будут отображаться 3D элементы и трехмерные тела (рис. 4.6).

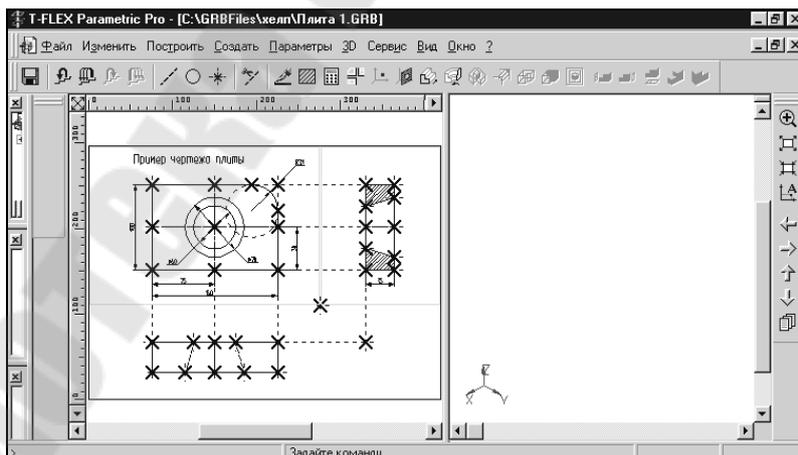


Рис. 4.6. Разделение окна текущего чертежа на два окна по вертикали

Для того чтобы получить основное тело трехмерной модели плиты, необходимо вытолкнуть образующий контур на толщину плиты. Для того чтобы создать операцию выталкивания, необходимо построить вспомогательные 3D элементы: 3D профиль и 3D узлы. С помощью рабочих плоскостей и 2D элементов создадим 3D узлы.

3D узлы – трехмерные точки. 3D узлы определяются в пространстве тремя координатами: по оси X, по оси Y, по оси Z (рис. 4.7). 3D узлы могут создаваться с использованием узлов двумерного чертежа и рабочих плоскостей. Для создания 3D узла достаточно указать один узел на одной рабочей плоскости или два узла на разных рабочих плоскостях. Во втором случае два узла должны находиться в проекционной связи между собой, поскольку являются двумерными проекциями на рабочие плоскости создаваемого 3D узла.

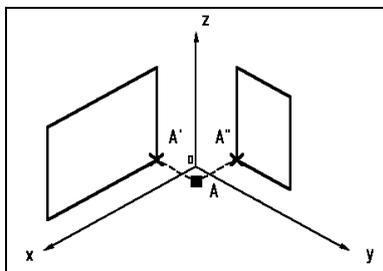


Рис. 4.7. 3D узлы определяемые в пространстве тремя координатами: по оси X, по оси Y, по оси Z

Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3N>	«Построения 3D Узел»	

В автоменю автоматически будет выбрана опция:

	<N>	Задать первую проекцию 3D узла
--	-----	--------------------------------

На экране появится курсор со знаком узла

При вызове 3D команд пользователю предлагается определенная последовательность действий по умолчанию, позволяющая задать набор данных, необходимых для выполнения построений. При этом опции в основном меню команды устанавливаются автоматически и пользователю необходимо лишь выполнять определенную последовательность действий, пользуясь подсказкой в статусной строке.

Переместите курсор к узлу, который будет задавать первую проекцию 3D узла, как показано на рисунке 4.8, и нажмите или клавишу <N>. 2D узел и рабочая плоскость, в которой вы его выбираете, подсветятся.

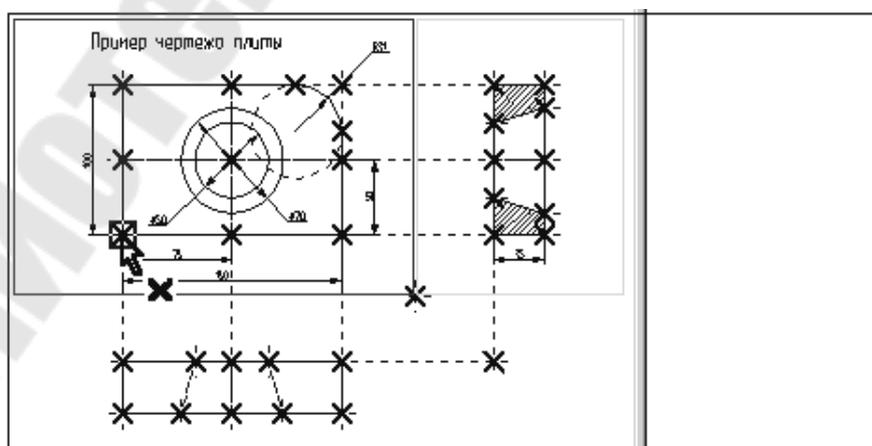


Рис. 4.8. Перемещение курсора к узлу, который будет задавать первую проекцию 3D узла

В автоменю будет выбрана опция:



Переместите курсор ко второму узлу, который будет определять вторую проекцию 3D узла, и нажмите  или клавишу <N>. 2D узел и рабочая плоскость, в которой вы его выбираете, подсветятся.

Подтвердите создание 3D узла, нажав пиктограмму , которая находится в верхней части автоменю. Подсветка на 2D чертеже исчезнет. Построенная 3D точка появится в 3D виде окна текущего чертежа. Если этого не произошло, и окно 3D вида осталось пустым, то вам необходимо, указав курсором в любую часть 3D окна, щелкнуть  и войти в команду «Показать весь чертеж». Эту команду вы знаете по 2D проектированию.

Следует иметь в виду, что если вы находитесь в 2D виде текущего чертежа, то некоторые 3D команды будут недоступны. Чтобы они стали доступны, вам необходимо окно 3D вида сделать активным. Для этого, указав курсором в любую часть 3D окна, нажмите . Переход от 3D вида к 2D виду осуществляется аналогично.

Построим вторую 3D точку. Вы еще находитесь в команде «3N: Построить 3D узел». Постройте второй 3D узел. Для этого необходимо выбрать два узла, которые показаны на рис. 4.9.

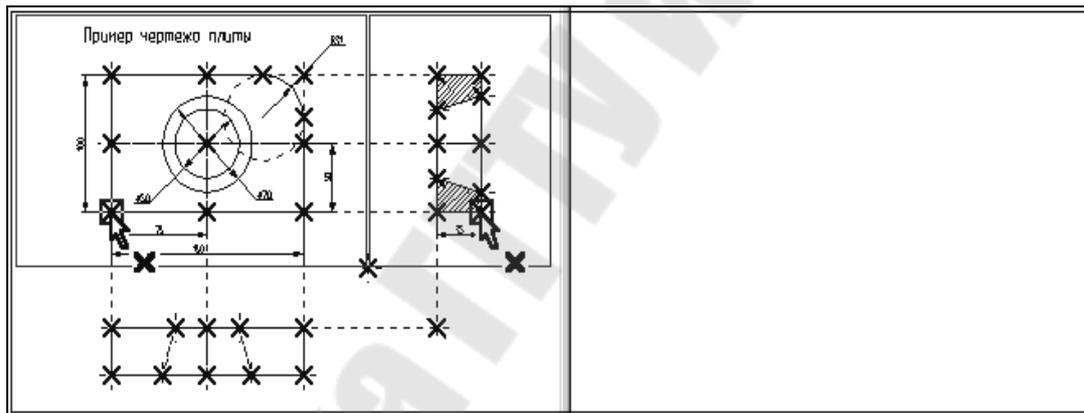


Рис. 4.9. Построение второго 3D узла

Для подтверждения создания второго 3D узла нажмите пиктограмму  в автоменю и выйдите из команды. В 3D окне появится изображение двух 3D узлов (рис. 4.10).

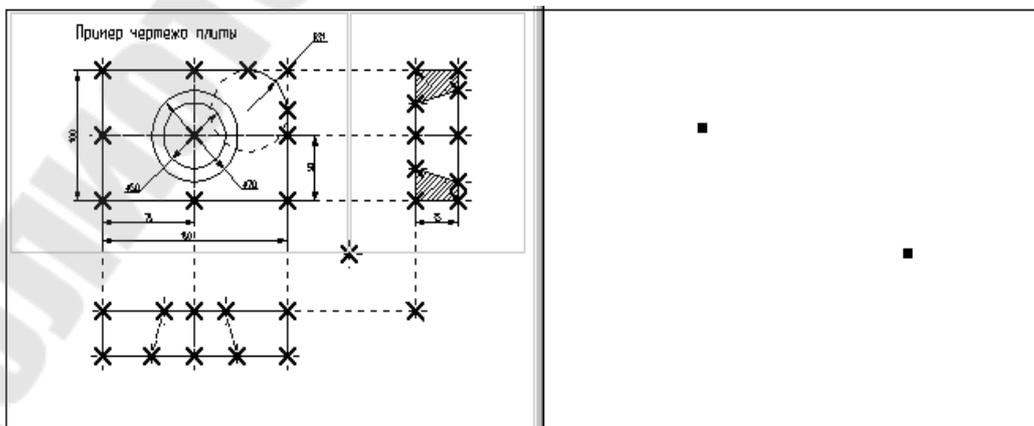


Рис. 4.10. Вид экрана с изображением двух 3D узлов

Построение 3D профиля. 3D профиль – контур, который ориентирован в трехмерном пространстве в соответствии с ориентацией какой-либо рабочей плоскости.

3D профиль создается на основе двумерной штриховки. Войдите в команду «Н:Создать штриховку». На виде спереди чертежа создайте штриховку А. Штриховку можно сделать невидимой (установить параметр «Метод заполнения» в состоянии «Невидимая» в параметрах создаваемой штриховки). Это необходимо сделать для того, чтобы не изменять чертежа детали (рис. 4.11).

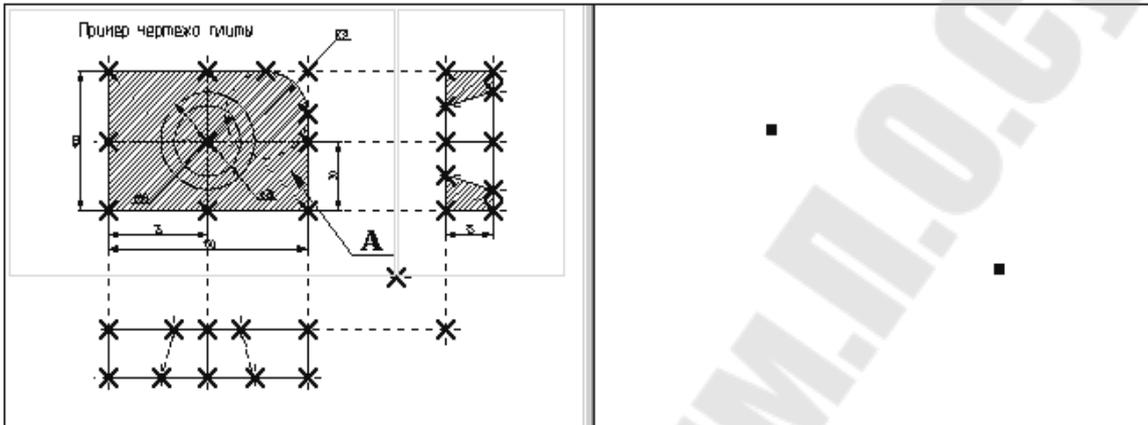


Рис. 4.11. Вид экрана после создания невидимой штриховки

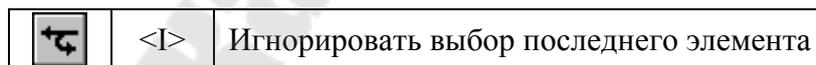
Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3PR>	«Построения 3D Профиль»	

После вызова команды в автоматическом меню по умолчанию будет выбрана опция:

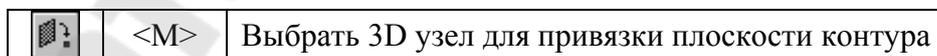


Рядом с курсором появится знак штриховки . В 2D окне выберите штриховку А. Если выбралась не та штриховка, то выбор можно изменить с помощью опции:



Контур выбранной штриховки и рабочая плоскость подсвечется, а в окне 3D вида появится 3D профиль (рис. 4.12).

После выбора штриховки в автоменю автоматически будет установлена опция:



Рядом с курсором появится знак 3D узла . При помощи курсора в окне 3D вида выберите один из 3D узлов. Профиль переместится в выбранный 3D узел, а сам узел и все 2D и 3D элементы, при помощи которых он был построен, подсвечется (рис. 4.13).

Для подтверждения построения 3D профиля необходимо нажать пиктограмму в автоматическом меню. После этого подсветка в обоих окнах исчезнет. Только что вы построили 3D профиль. Для продолжения работы необходимо выйти из команды.

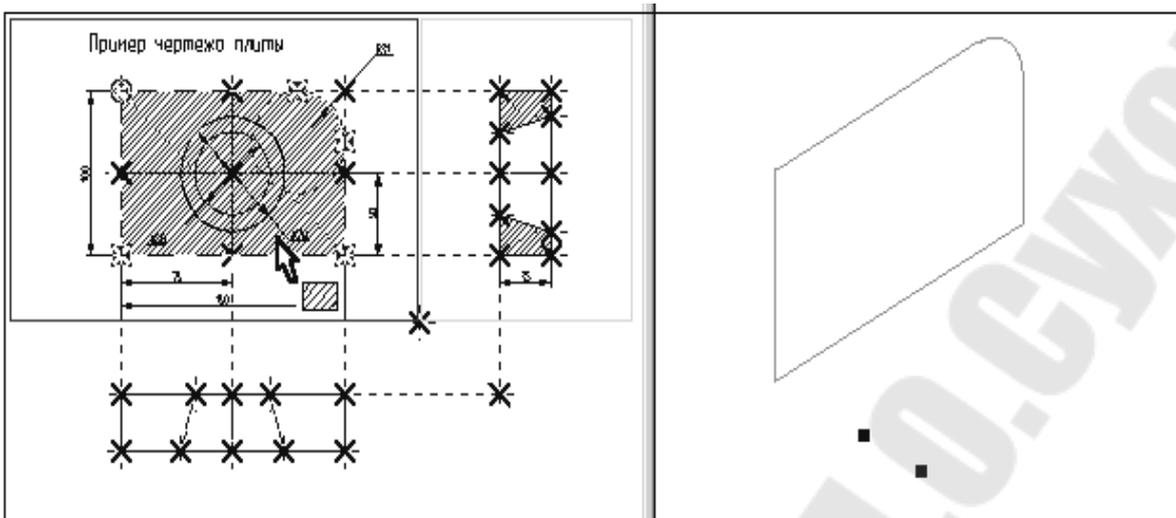


Рис. 4.12. Вид экрана после появления в окне 3D вида 3D профиля

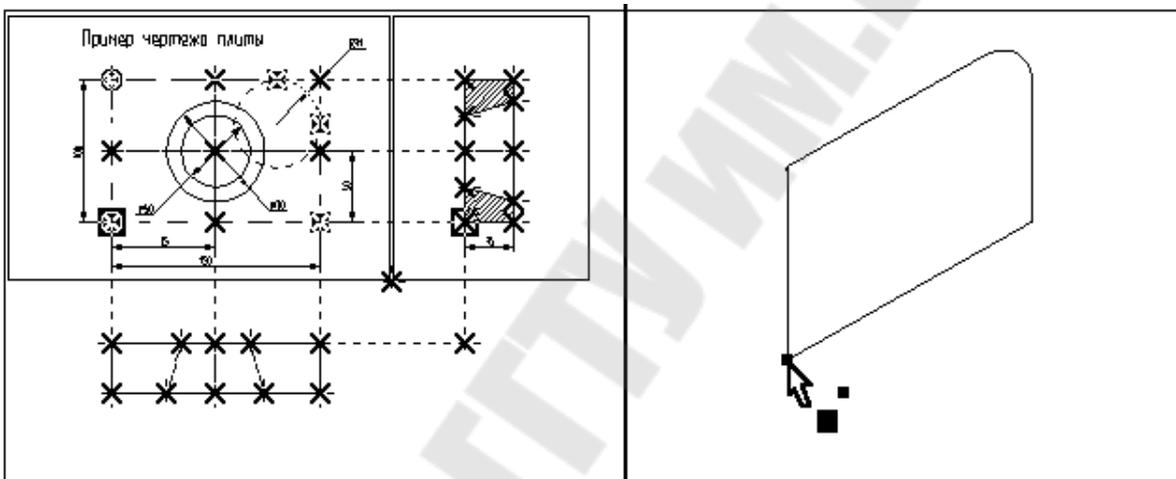


Рис. 4.13. Вид экрана после выбора 3D узла для привязки плоскости контура

Вы построили все необходимые вспомогательные 3D элементы для создания трехмерного тела, которое может быть получено с помощью операции выталкивания.

Операция выталкивания. Операция выталкивания позволяет получить трехмерное тело перемещением 3D профиля на определенный вектор. Направление и величина вектора выталкивания может задаваться численным значением или двумя 3D узлами.

Для создания объемной модели путем выталкивания 3D контура вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3X>	«Операции Выталкивание»	

В автоматическом меню по умолчанию будет установлена опция:

	<H>	Выбрать 3D профиль
--	-----	--------------------

Рядом с курсор появится знак профиля . Переместите курсор в 3D окно, подведите его к 3D профилю так, чтобы курсор показывал на ребро профиля, и нажмите . Профиль в 3D окне подсветится, а также подсветятся все 3D и 2D элементы, при помощи которых был построен этот профиль (рис. 4.14).

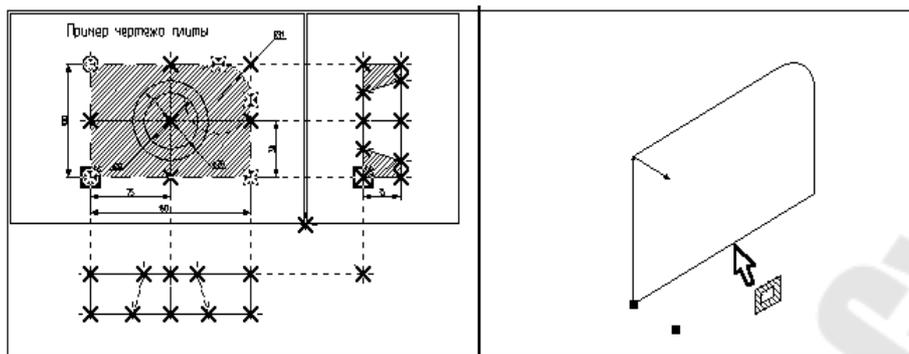


Рис. 4.14. Вид экрана после подсвечивания всех 3D и 2D элементов

При работе с 3D командами следует иметь в виду, что 3D элементы могут выбираться как по 3D виду, так и по 2D виду. Это относится в первую очередь к 3D узлам и 3D профилям (контурам), которые могут выбираться в 2D виде соответственно, по узлам и штриховкам.

Далее необходимо задать направление и величину вектора выталкивания, на который будем выталкивать профиль.

После выбора 3D профиля в автоменю автоматически будет установлена опция:



Рядом с курсором появится знак 3D узла . При помощи курсора в окне 3D вида выберите 3D узел, через который проходит плоскость 3D профиля и щелкните  (рис. 4.15).

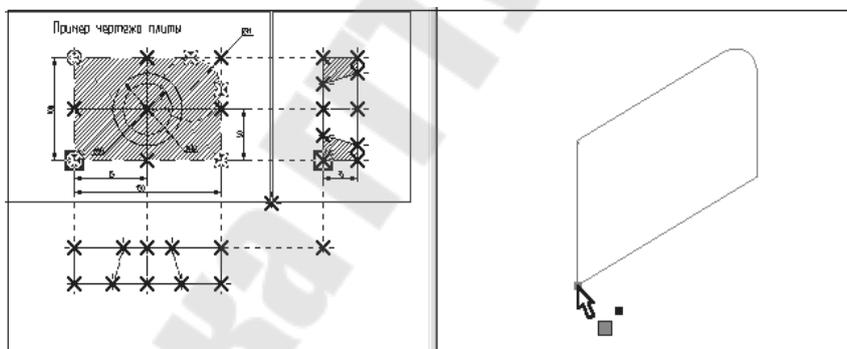
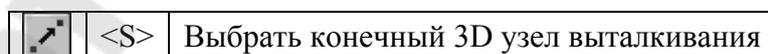


Рис. 4.15. Вид экрана после выбора первого 3D узла

После выбора первого 3D узла в автоменю по умолчанию будет установлена опция:



При помощи курсора выберите второй 3D узел и нажмите . Выбранный 3D узел и два узла, являющиеся его 2D проекциями, подсвечиваются, а между 3D узлами появится вектор, указывающий в каком направлении и на какое расстояние будет произведено выталкивание (рис. 4.16).

Нажмите пиктограмму , и операция выталкивания завершится. В окне 3D вида появится следующее трехмерное изображение (рис. 4.17).

Выйдите из команды.

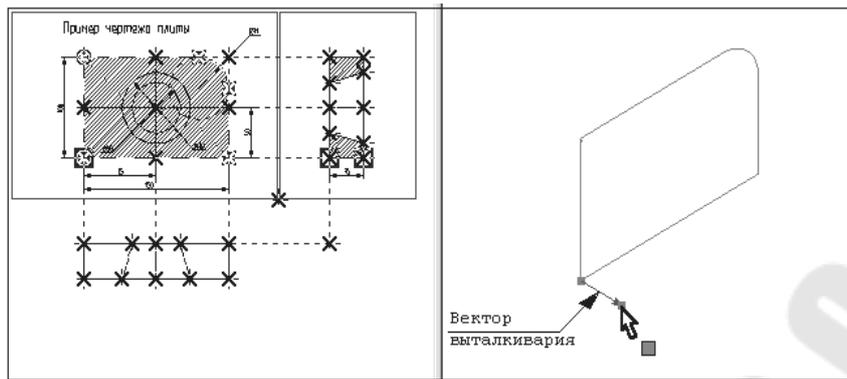


Рис. 4.16. Вид экрана после выбора второго 3D узла

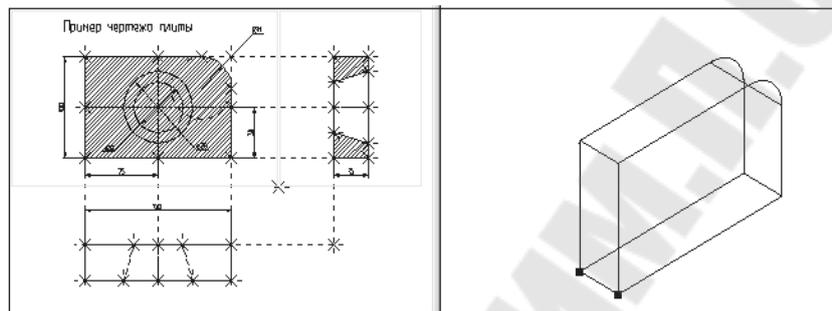


Рис. 4.17. Вид экрана после завершения операции выталкивания

Получение отверстия. Для получения отверстия в трехмерной модели плиты необходимо создать второе объемное тело, которое на следующем этапе при помощи булевой операции будет вычтено из первого тела. Объемную модель для получения отверстия проще всего создать при помощи операции вращения.

Для создания трехмерной модели с помощью операции вращения необходимо задать вспомогательные 3D элементы: 3D профиль и ось вращения, относительно которой будем вращать этот профиль. Для задания оси вращения необходимо построить 3D узлы.

Начнем построения с помощью команды «3N: Построить 3D узел». Вызовите команду.

При помощи курсора выберите 2D узел как показано на рисунке, представленном ниже, и нажмите  или клавишу <N>. В 3D окне появится подсвеченный 3D узел (рис. 4.18).

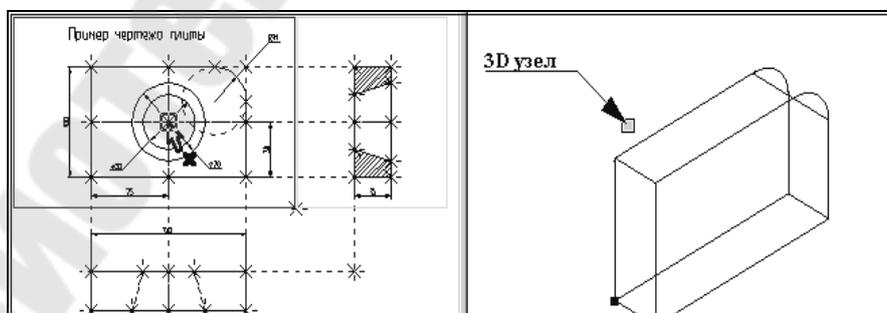


Рис. 4.18. Вид экрана после выбора 2D узла

После этого переместите курсор ко второму узлу, который будет определять вторую проекцию 3D узла, и нажмите  или клавишу <N>. В 3D окне подсвеченный 3D узел переместится вдоль оси Y (рис. 4.19).

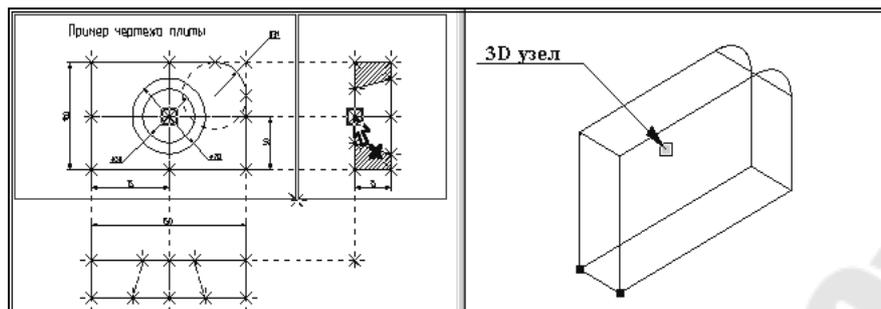


Рис. 4.19. Вид экрана после перемещения подсвеченного 3D узла вдоль оси Y

Для подтверждения создания 3D узла нажмите пиктограмму в автоменю. Подсветка в обоих окнах исчезнет.

Построим второй 3D узел. Он необходим для задания оси вращения. Вы еще находитесь в команде «3N: Построить 3D узел». Постройте второй 3D узел. Для этого необходимо выбрать два 2D узла, которые показаны на рис. 4.20.

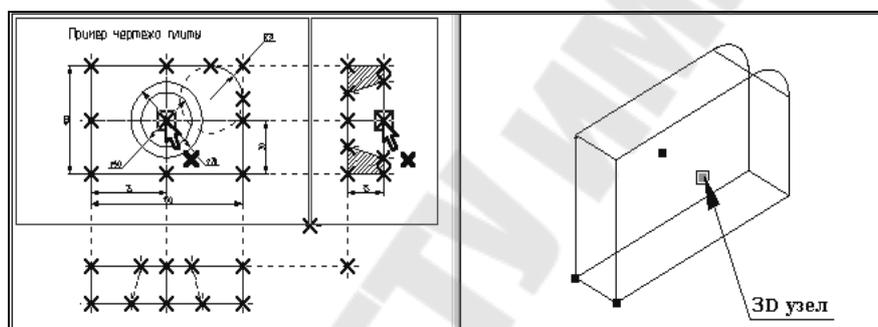


Рис. 4.20. Вид экрана после выбора двух 2D узлов

После окончательного выбора нажмите пиктограмму в автоменю, и осуществите выход из команды.

Построение 3D профиля. При помощи команды «Н: Создать штриховку» на виде слева 2D чертежа создайте штриховку В. Штриховку необходимо сделать невидимой, чтобы не загромождать основной чертеж (рис. 4.21).

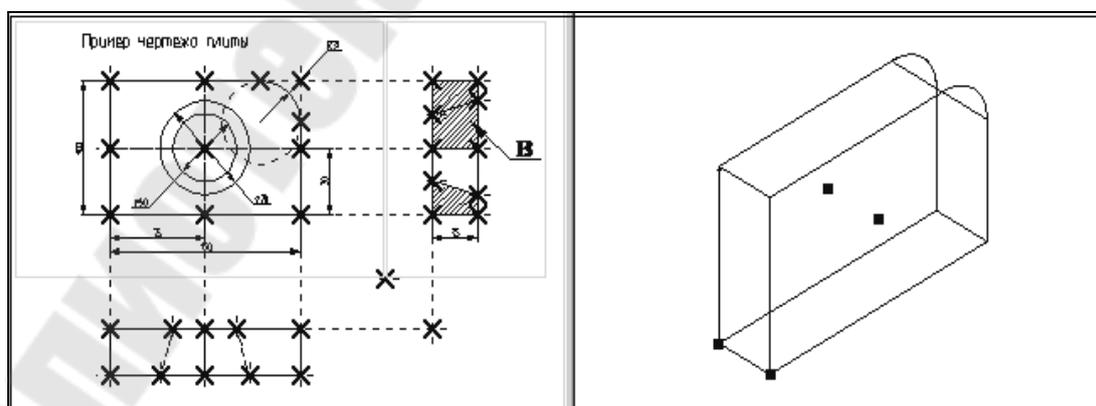


Рис. 4.21. Вид экрана после создания на виде слева 2D чертежа невидимой штриховки В

Вызовите команду «3PR: Построить 3D профиль».

При помощи курсора выберите штриховку В. Контур выбранной штриховки и плоскость подсветятся, а в окне 3D вида появится 3D профиль (рис. 4.22).

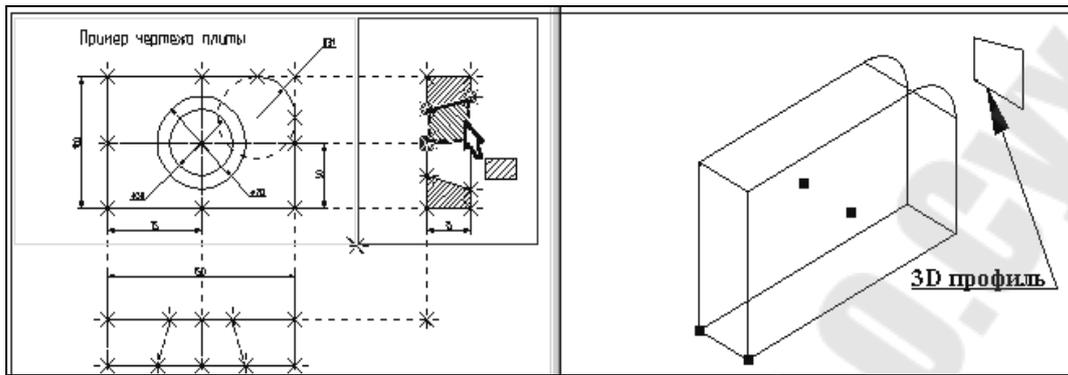


Рис. 4.22. Вид экрана после подсвечивания штриховки и появления в окне 3D вида 3D профиля

После того как вы выбрали штриховку, на экране появится курсор со знаком 3D узла  – система предлагает вам выбрать 3D узел для привязки плоскости контура в пространстве. При помощи курсора в окне 3D вида выберите один из 3D узлов. Профиль переместится в выбранный 3D узел, а сам узел и все 2D и 3D элементы, при помощи которых он был создан, подсветятся (рис. 4.23).

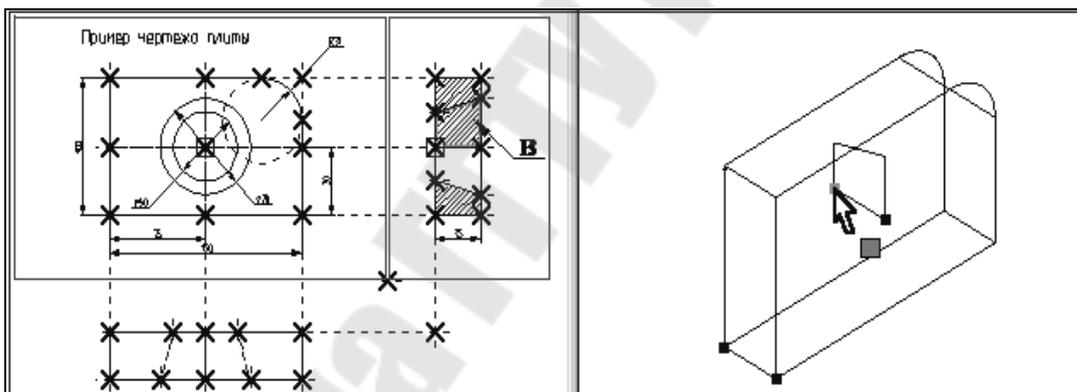


Рис. 4.23. Вид экрана после перемещения выбранного 3D узла

Для подтверждения построения 3D профиля нажмите пиктограмму  в автономно. После этого подсветка в обоих окнах исчезнет.

Профиль построен, для дальнейшего создания объемной модели необходимо выйти из команды.

Вы построили все необходимые вспомогательные 3D элементы для создания трехмерного тела, которое может быть получено с помощью операции вращения.

Операция вращения. Операция вращения позволяет получить трехмерное тело вращением 3D профиля вокруг заданной оси.

Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3R0>	«Операции Вращение»	

После вызова команды в автоматическом меню по умолчанию будет установлена опция:

	<R>	Выбрать 3D профиль
---	-----	--------------------

На экране появится курсор со знаком профиля . Переместите курсор в 3D окно, подведите его к 3D профилю так, чтобы курсор показывал на ребро профиля, и нажмите . Профиль в 3D окне подсветится, а также подсветятся все 3D и 2D элементы, при помощи которых был построен этот профиль (рис. 4.24).

После этого необходимо задать ось вращения с помощью выбора двух 3D узлов. В автоменю уже установлена опция:

 <S> Выбрать первый 3D узел оси

Подведите курсор к 3D узлу, как показано на рис. 4.25, и нажмите . После этого в автоменю автоматически будет установлена опция:

 <S> Выбрать второй 3D узел оси

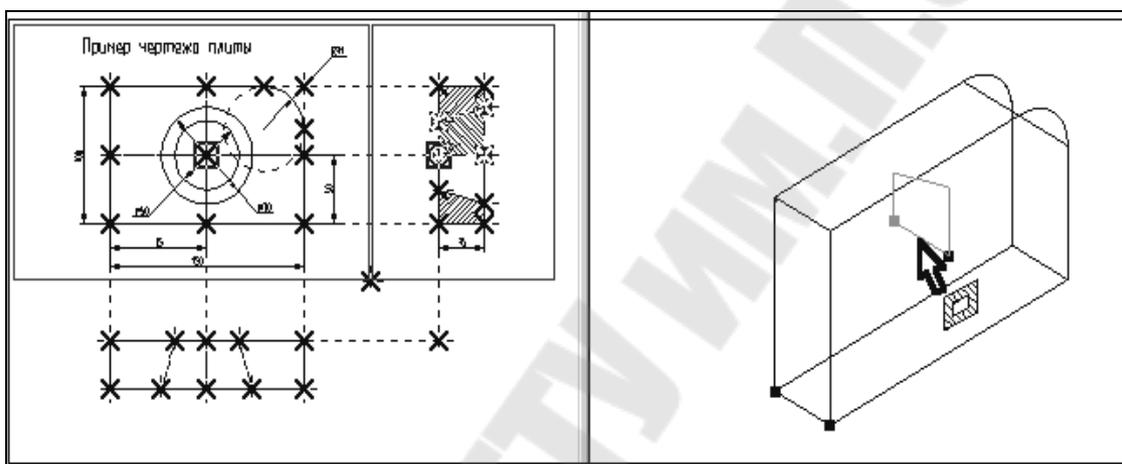


Рис. 4.24 Вид экрана после подсвечивания 3D и 2D элементов

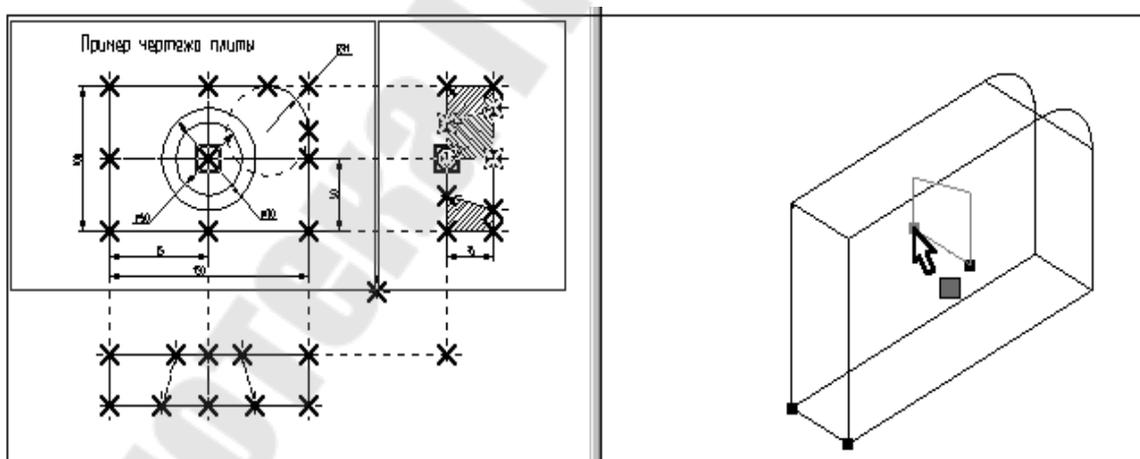


Рис. 4.25. Вид экрана после активизации 3D узла

Переместите курсор ко второй 3D точке, определяющей ось вращения, как показано на рис. 4.26, и нажмите . Выбранный 3D узел и два узла, являющиеся его 2D проекциями подсветятся. В окне 3D вида между двумя 3D узлами появится вектор, обозначающий ось вращения, а также появится стрелка, указывающая направление вращения (по умолчанию вращение всегда происходит по часовой стрелке, если смотреть по направлению вектора оси вращения). В автоменю станет доступной пиктограмма , что говорит о том, что на этом шаге можно завершить операцию вращения.

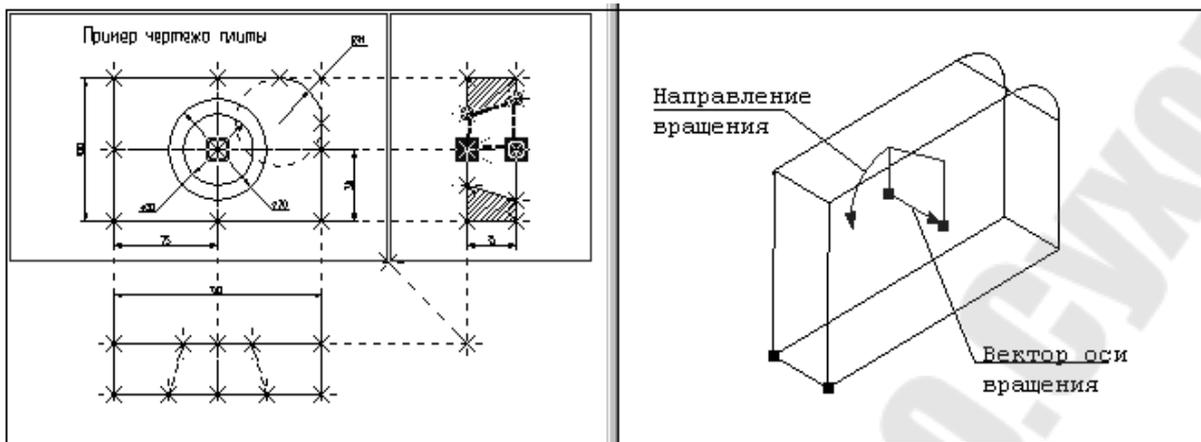


Рис. 4.26. Вид экрана после перемещения курсора ко второй 3D точке

Нажмите пиктограмму , и операция вращения завершится. В окне 3D вида появится следующее трехмерное изображение (рис. 4.27).

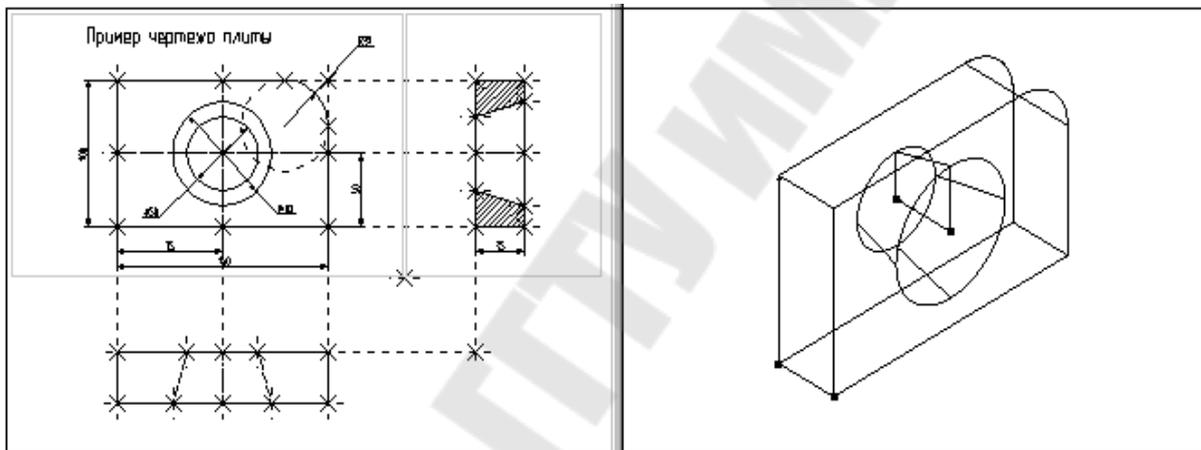


Рис. 4.27. Вид экрана после завершения операции вращения

После этого необходимо выйти из команды.

Только что вы создали два простейших объемных тела: тело выталкивания и тело вращения. Чтобы получить желаемую модель необходимо воспользоваться булевой операцией, которая позволит вам вычесть из объема первого тела объем второго.

Использование булевых операций. Булевы операции позволяют из твердых тел получать новые тела с помощью действий сложения, вычитания и пересечения. Любое действие производится над двумя телами.

Для создания трехмерного тела с помощью булевой операции необходимо воспользоваться командой:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ЗВ>	«Операции Булева операция»	

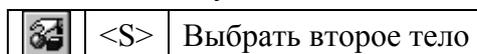
После вызова команды в автоматическом меню по умолчанию будет установлена опция:



На экране появится курсор со знаком . В окне 3D вида выберите первое тело для булевой операции – тело выталкивания, из которого будет производиться вычита-

ние. Указав курсором на ребро, принадлежащее данному телу, нажмите . Выбранное тело в 3D окне подсветится (рис. 4.28).

Теперь необходимо выбрать второе тело для булевой операции. В автоменю по умолчанию будет установлена соответствующая опция:



В окне 3D вида выберите второе тело, которое будет вычитаться. Указав курсором на ребро тела вращения, щелкните .

Знак у курсора исчезнет, а в окне 3D вида подсветится и второе выбранное тело (рис. 4.29).

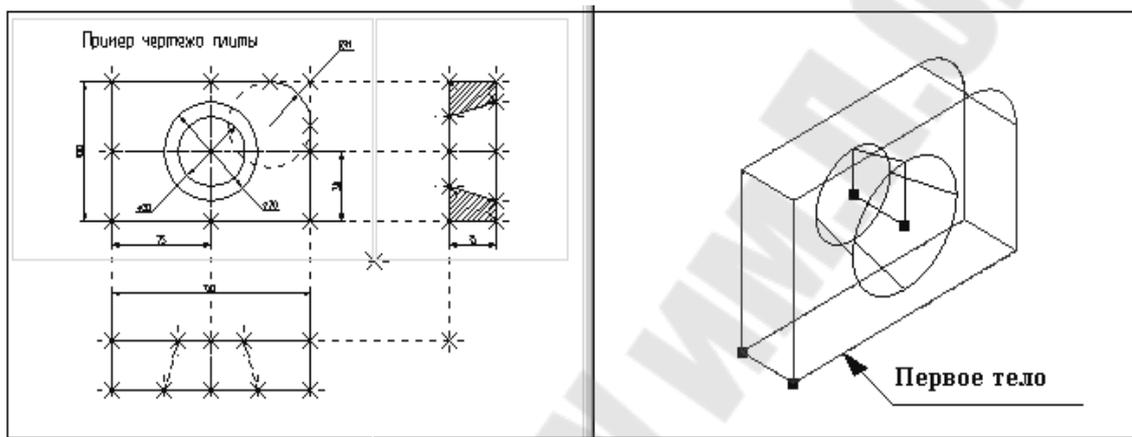


Рис. 4.28. Вид экрана после выбора первого тела для булевой операции

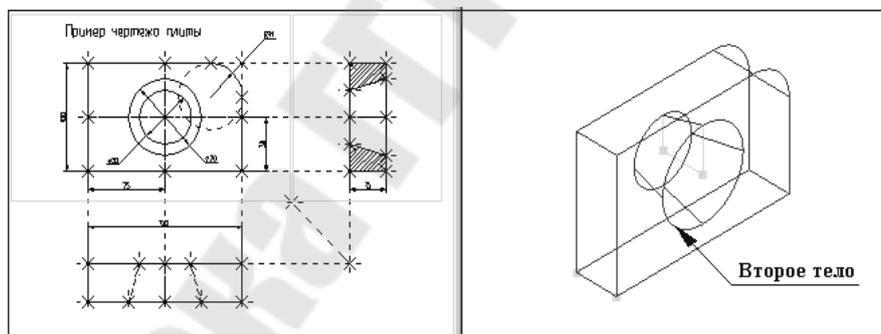
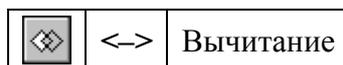


Рис. 4.29. Вид экрана после подсвечивания второго выбранного тела

Далее необходимо выбрать тип булевой операции (в нашем случае вычитание). Для этого в автоменю выберите опцию:



Нажмите . В автоменю станет доступной пиктограмма . Это говорит о том, что все операнды для булевой операции заданы. Нажмите на пиктограмму . Подсветка в 3D окне исчезнет, операция завершена. Осуществите выход из команды.

Чтобы увидеть готовую трехмерную модель, выберите другой режим отображения 3D окна. Для этого вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3VS>	«Вид Изображение Шейдинг»	

После вызова команды в 3D окна текущего чертежа отобразится трехмерная модель с шейдингом (полутоновой закраской) как на рис. 4.30.

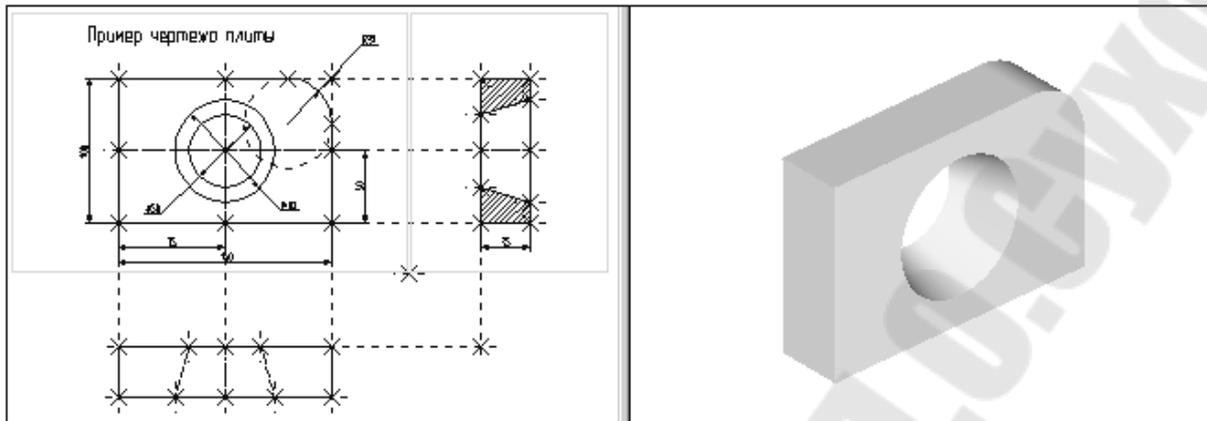


Рис. 4.30. Трехмерная модель с шейдингом

При работе в 3D виде вы можете вращать 3D модель с помощью мыши. Для этого необходимо нажать  и, не отпуская кнопку, переместить курсор и отпустить кнопку. В результате 3D сцена повернется на определенный угол. При нажатой  в сочетании с нажатыми клавишами [Ctrl] или [Shift] вы сможете соответственно использовать режимы перемещения модели или отъезда-наезда (zoom).

Когда мы создавали трехмерную модель, то привязывались к двумерным параметрическим элементам системы T-FLEX CAD. В соответствии с этим параметрическое изменение двумерного чертежа будет приводить к параметрическому изменению трехмерной модели (рис. 4.31).

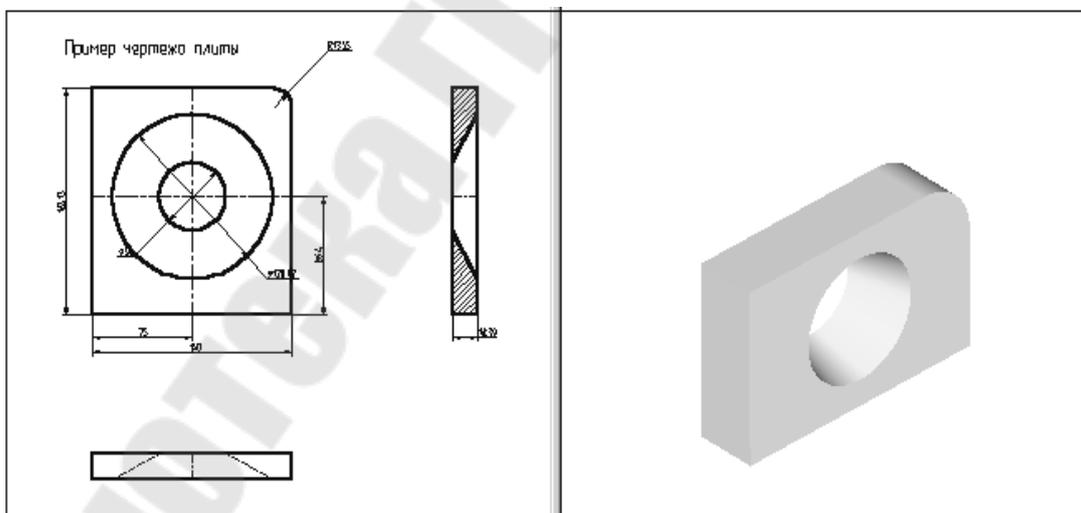


Рис. 4.31. Трехмерная модель с привязкой к двумерным параметрическим элементам

При помощи команды «ЕС: Изменить построения» или «V: Редактировать переменные» измените один или несколько размеров на 2D чертеже.

Затем вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3G>	«3D Обновить»	

После этого произойдет пересчет трехмерной модели, и 3D модель изменится в соответствии с последними изменениями, сделанными на 2D чертеже (рис. 4.32).

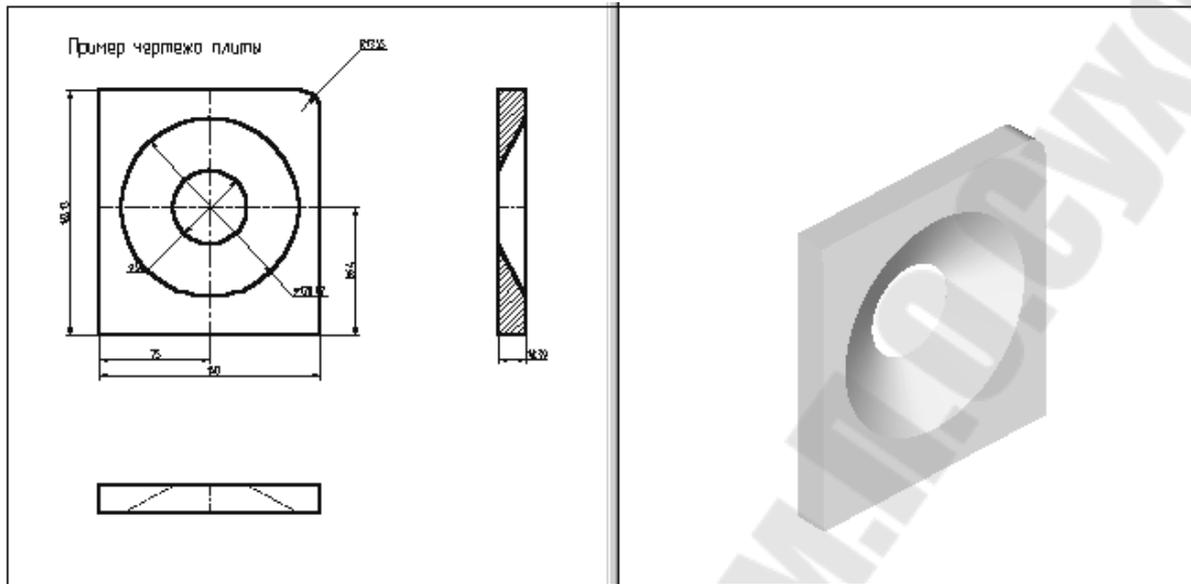


Рис. 4.32. Вид экрана после пересчета трехмерной модели

Пересчет трехмерной модели после изменения параметров двумерного чертежа может производиться автоматически, если установлен соответствующий параметр на закладке «3D» команды «SO: Задать установки системы» или по вашему требованию после вызова команды «3G: Обновить трехмерную модель».

В результате параметрического изменения при пересчете трехмерной модели могут возникать ошибки, например: два тела не пересекаются, не может быть построена поверхность сглаживания. Сообщения об ошибках отображаются в окне диагностики.

Для отображения окна диагностики на экране необходимо задать пункт текстового меню «Настройка /Окна /Окно диагностики» или в контекстном меню, возникающем при нажатии правой клавиши мыши при указании на одну из инструментальных панелей.

Созданную трехмерную модель можно экспортировать в стандартные форматы DXF, Parasolid (*.xmt_txt), IGES, STEP, STL для передачи геометрии в другие системы, в том числе и в системы создания программ для станков с ЧПУ. Для этого необходимо воспользоваться командой **EXport**.

Вы можете рассчитать масс-инерционные характеристики тел с помощью вызова команды «3M: Получить масс-инерционные характеристики».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Создание 3D модели основным методом

Цель работы: изучение метода создания 3D модели детали в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

При использовании этого метода для создания трехмерной модели 2D окно не используется.

Изображение детали, которая будет моделироваться в качестве примера, представлено на рис. 5.1. Сначала создается трехмерная модель, затем автоматически получаются проекции и сечение (рис. 5.2).



Рис. 5.1 Изображение детали

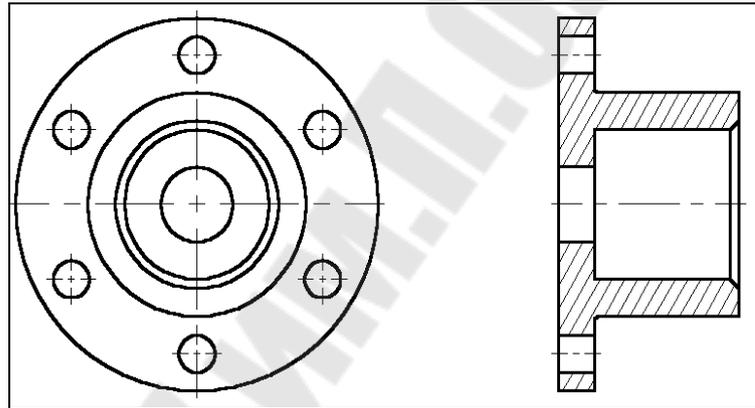


Рис. 5.2. Чертеж детали

Создание модели детали производится в несколько этапов:

1. Создаются вспомогательные элементы.
2. Создается вращение, образующее первое тело.
3. Строятся новые вспомогательные профили для операции выталкивания на основе грани существующего тела.
4. Производится булева операция – из тела вращения производится операция выталкивания.
5. Создается фаска при помощи команды «Сглаживание».

Создание вспомогательных элементов. Создадим новый документ. При создании нового файла в T-FLEX CAD можно выбрать требуемый файл-прототип:

Файл | Новый из | 3D модель с рабочими плоскостями.

Вы создали новый файл, в котором уже имеется 3 стандартные рабочие плоскости – вид спереди (Front 1), вид слева (Left 2) и вид сверху (Top 0). Также вы можете наблюдать, что сразу открылось 3D окно с изображением трех рабочих плоскостей (рис. 5.3).

Для удобства работы в 3D окне существует возможность поворачивать сцену, а также масштабировать изображение. Режим вращения 3D сцены прозрачен. Это означает, что вращать сцену можно в любой момент, даже при работе с командами. Для поворота сцены нажмите  и, удерживая кнопку нажатой, переместите курсор в нужном направлении. Также можно использовать стрелки на клавиатуре и клавиши <Page Up> и <Page Down>.

Увеличивать и уменьшать изображение можно в любой момент с помощью специального колеса мыши IntelliMouse, или же используя специальные команды на панели «Вид» (она находится справа).

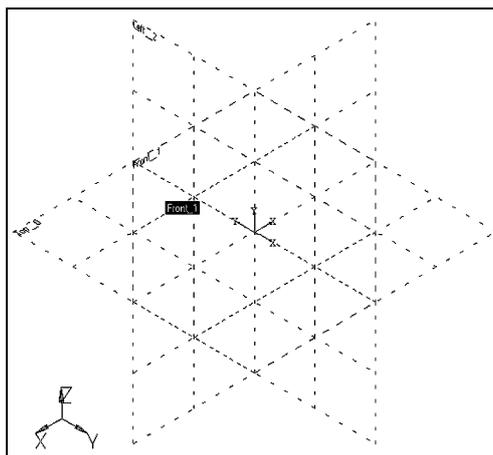


Рис. 5.3. 3D окно с изображением трех рабочих плоскостей

Если подвести курсор к изображению рабочей плоскости, она изменит свой цвет. В системе T-FLEX CAD при работе в 3D окне все элементы подсвечиваются при наведении на них курсора. Для выбора элемента достаточно нажать . Список элементов, которые будут подсвечиваться и выбираться при работе мышкой, можно настраивать (рис. 5.4). (Обратите внимание на системную панель в момент, когда не активна ни одна из команд – выделяются только те кнопки, работа с которыми возможна в данный момент).



Рис. 5.4. Окно выбора элементов

Выбираем рабочую плоскость «Left 2». Теперь можно заметить, что стали доступными команды 2D черчения. Они будут применяться для создания вспомогательных элементов в 3D окне.

Какие вспомогательные элементы необходимы? Первое тело, которое нужно создать, это тело вращения. Для его создания требуется контур и ось, вокруг которой будет вращаться этот контур.

При построениях в 3D окне можно применять все инструменты для черчения в 2D. Так, для быстрого создания непараметрических моделей можно использовать средства эскизирования. Соответственно, для создания полностью параметрической модели необходимо создавать сначала линии построения, затем линии изображения. На основе начерченных линий изображения система может автоматически построить 3D профиль, который затем можно использовать в дальнейших 3D операциях.

В режиме черчения в 3D окне режим вращения сцены включает и выключает пиктограмма на панели «Управление активной рабочей плоскостью». Увеличивать и уменьшать изображение можно в любой момент с помощью специального колеса мыши IntelliMouse или же используя специальные команды на панели «Вид». Также имеется возможность открыть 2D окно и продолжать черчение в этом режиме. После закрытия 2D окна все изменения можно увидеть в 3D сцене. Открыть и закрыть 2D окно можно нажатием на пиктограмму .

Разверните сцену таким образом, чтобы было удобно чертить.

Для того чтобы начать чертить, вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

Построим две базовых прямых (вертикальную и горизонтальную). Для этого в автоматическом меню следует выбрать опцию:



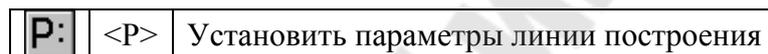
Укажите курсором в правую нижнюю область рабочей плоскости и нажмите . В итоге начерчены две перпендикулярные прямые и узел. Все дальнейшие построения привязываются к этим элементам (рис. 5.5).

Нажмите для выхода из последней выбранной команды. Включается режим построения параллельных линий. (Этот режим устанавливается по умолчанию в команде **Line**).

Как и при параметрическом черчении в 2D, необходимо сначала построить сетку из тонких линий, затем обвести нужные места линиями изображения.

Для построения параллельной прямой выбираем прямую, относительно которой строится новая. По аналогии с работой в 2D окне в режиме черчения в 3D также работает объектная привязка. Поэтому для выбора прямой подводим курсор к вертикальной прямой. В этот момент он изменяет свой вид на

Нажимаем и отводим курсор влево. Видно, что курсор снова поменял форму – за ним теперь динамически строится линия, параллельная выбранной. Для фиксации положения в произвольном месте достаточно нажать , но для задания точного значения необходимо вызвать следующую опцию:



Появляется диалоговое окно, в котором можно задать расстояние параллельной прямой (рис. 5.6). Устанавливаем значение 100 мм. (В дальнейшем можно в любой момент изменить значение параметра).

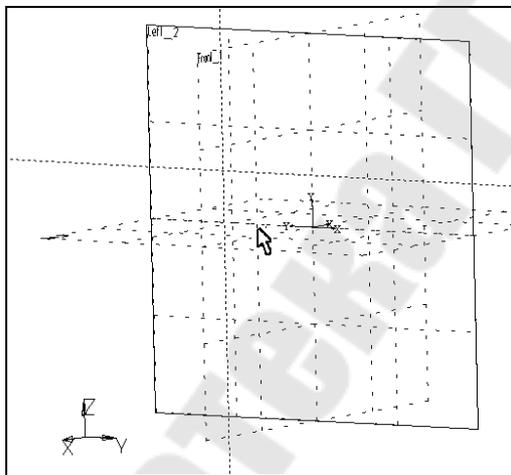


Рис. 5.5. Вид экрана с двумя перпендикулярными прямыми и узлом

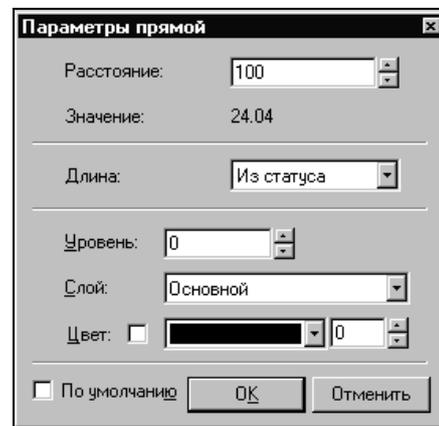


Рис. 5.6. Диалоговое окно при вводе значения расстояния

Построилась прямая, параллельная выбранной и отстоящая от нее на 100 мм. Динамический курсор остался. Это означает, что система осталась в режиме построения прямой, параллельной выбранной. Для построения следующей прямой вызывается диалог «Параметры прямой» нажатием клавиши <P>. В поле диалога следует ввести значение 20 мм.

Для выхода из режима построения прямой, параллельной выбранной, нажмите или клавишу <Esc>.

Далее аналогичным образом следует построить еще четыре прямых, параллельных уже горизонтальной прямой, на расстоянии 20, 40, 60 и 100 мм соответственно. Должен получиться результат, как на рис. 5.7.

Далее необходимо обвести линии построения линиями изображения. Для этого вызывается команда создания линии изображения:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	«Чертеж Изображение»	

Линии изображения привязываются к элементам построения – прямым, окружностям, узлам и так далее, а также к пересечениям линий построения. В этом случае в месте пересечения автоматически создается 2D узел и к нему уже привязывается линия изображения. Линия изображения – отрезок привязывается по двум точкам. Для привязки точки линии изображения к какому-либо элементу необходимо подвести курсор к нужному месту (при этом курсор должен принять форму, соответствующую элементу привязки, и нажать ). В нашем случае привязываемся к пересечениям линий построения и к 2D узлам.

Начертим профиль, как показано на рис. 5.8. Для этого укажите  на нужные точки в порядке, указанном на рисунке.

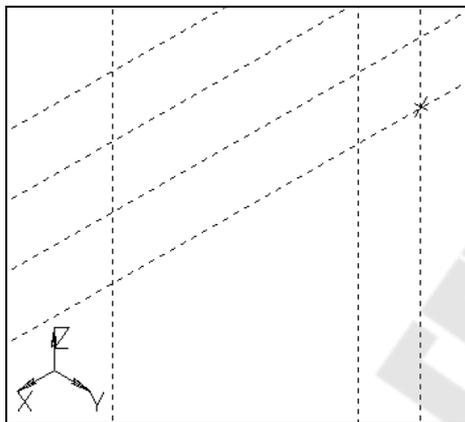


Рис. 5.7. Вид экрана после построения четырех прямых

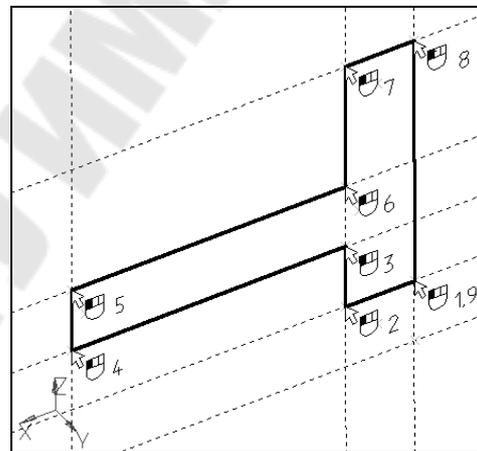


Рис. 5.8. Вид экрана после построения профиля

Создание первой операции вращения. Для создания тела вращения вызываем команду «Вращение»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3RO>	«Операции Вращение»	

Система автоматически определяет на основе созданных линий контур, на базе которого строится 3D профиль, и ось вращения. Можно наблюдать предварительный просмотр результатов в виде реберного отображения. В нашем случае требуется угол вращения 360.

На основной системной панели появляется список . Значение угла вращения, равное 360 градусам, установлено по умолчанию, поэтому для подтверждения создания тела вращения нажимаем  в автоменю. Тело вращения создано (рис. 5.9).

Для того чтобы увидеть модель в реалистичном режиме (с материалом), необходимо включить другой режим отображения 3D вида:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3VD>	«Вид Изображение Рендеринг»	

Создание отверстий. Необходимо вырезать шесть отверстий в нашей заготовке. Для этого снова понадобится 2D черчение – для построения вспомогательных элементов. Удобнее всего начертить их на одной из граней.

Для выбора грани подведите курсор к нужному элементу модели – он подсветится. В этот момент следует нажать  и в контекстном меню выбрать пункт «Начертить 3D профиль» (рис. 5.10).

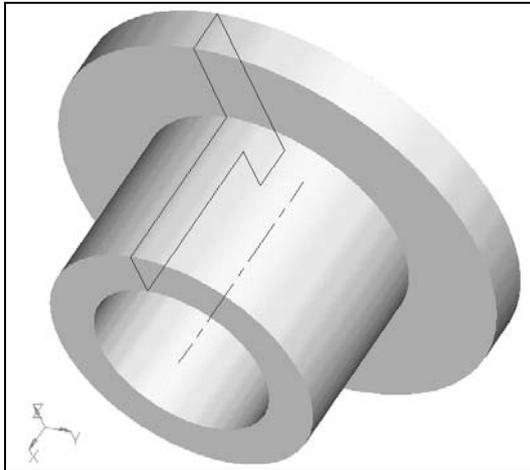


Рис. 5.9. Вид экрана после создания тела вращения

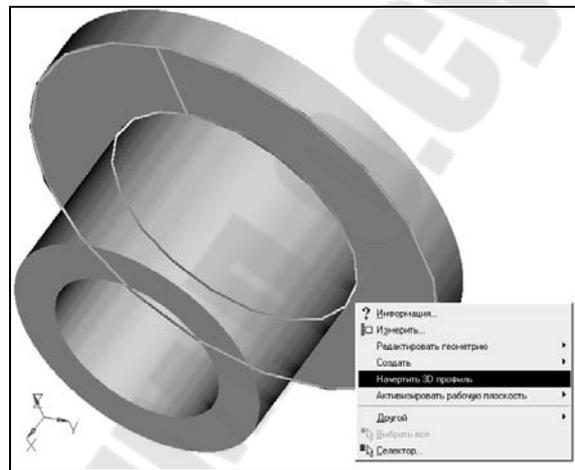


Рис. 5.10. Вид модели при выборе в контекстном меню пункта «Начертить 3D профиль»

Если нужный вам элемент не подсвечивается, проверьте, чтобы селектор был настроен на выбор этого типа элементов. Для этого следует воспользоваться пиктограммами на системной панели или выбрать комбинацию типов из списка (рис. 5.11).



Рис. 5.11. Окно выбора элементов

В результате выполнения операции создана новая рабочая плоскость на основе плоской грани. На эту плоскость автоматически была спроецирована выбранная грань (рис. 5.12). Снова активен режим черчения в 3D окне. Дальнейшие построения можно привязать к элементам проекции.

Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

В автоменю выберите опцию:



Подведите курсор к центру окружности – подсветится 2D узел, обозначающий центр окружности. К нему можно привязать вертикальную прямую. Нажмите  для привязки прямой к узлу (рис. 5.13).

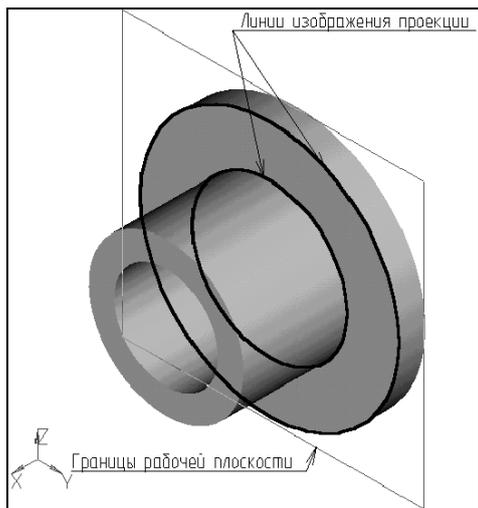


Рис. 5.12. Вид модели с новой рабочей плоскостью на основе плоской грани

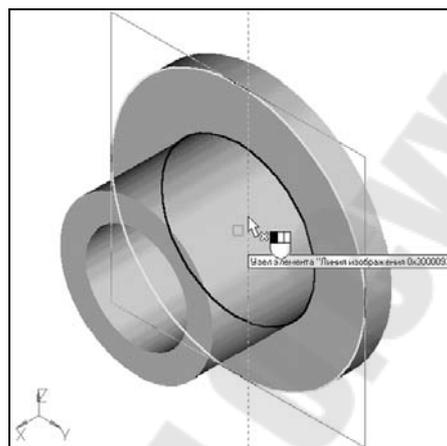


Рис. 5.13. Вид модели с зафиксированной вертикальной прямой

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построения Окружность»	

Укажите курсором в центральный узел, чтобы выбрать его в качестве центра новой окружности. Чтобы задать радиус окружности, необходимо вызвать диалог «Параметры окружности» и установить значение радиуса 80 мм (рис. 5.14).

P:	<P>	Установить параметры окружности
-----------	-----	---------------------------------

Аналогичным образом постройте окружность с радиусом 10 мм и центром на пересечении предыдущей окружности и прямой (рис. 5.15).

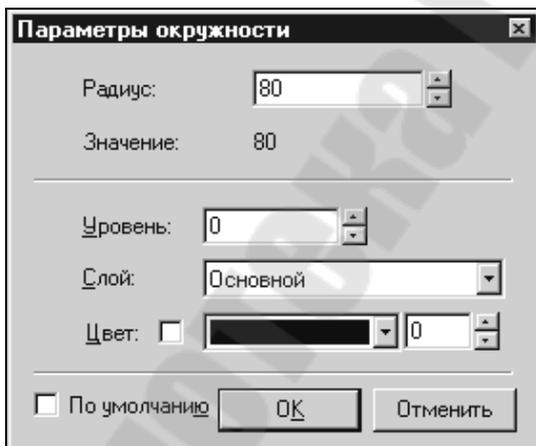


Рис. 5.14. Диалоговое окно при вводе значения радиуса

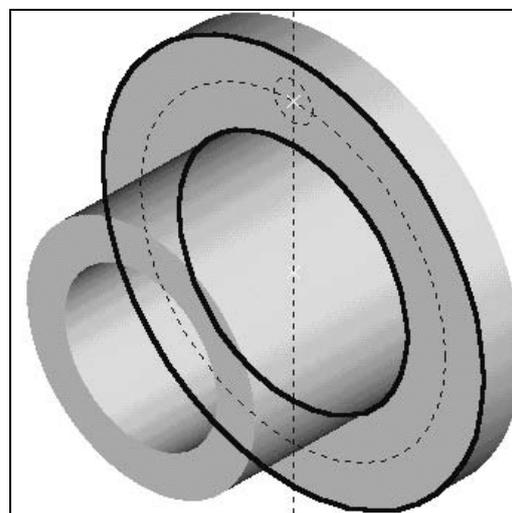


Рис. 5.15. Вид модели после построения окружности с радиусом 10 мм

Теперь нужно обвести линиями изображения некоторые элементы. Для этого вызовите команду создания линии изображения:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	«Чертеж Изображение»	

Нажмите на пиктограмму  на системной панели и в появившемся списке выберите основную линию.

Подведите курсор к только что начерченной окружности – она подсветится, а курсор примет соответствующую форму. Если это произошло, то можно нажать  и линия изображения построится по всей окружности. В случае, когда объектная привязка выбирает не тот элемент (это может быть, когда, например, у вас насыщенный чертеж и под курсор попадает сразу несколько элементов), можно явно выбрать окружность нажатием клавиши <C>. При этом будет выбрана ближайшая к курсору окружность (рис. 5.16).

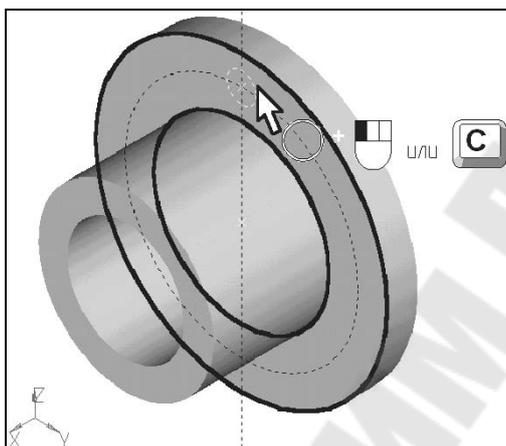


Рис. 5.16. Вид модели при выборе ближайшей к курсору окружности

Далее можно пойти двумя путями: можно либо начертить еще 5 окружностей, затем их вытолкнуть и вычистить из тела детали, а можно вытолкнуть всего одну окружность, затем создать 3D массив вращения и также вычистить его из тела детали с помощью булевой операции. В первом случае выполняется меньше операций по достижению конечного результата. Во втором случае можно добиться существенного сокращения времени пересчета модели.

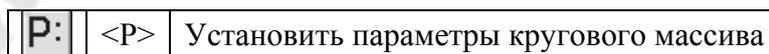
Рассмотрим первый вариант.

Для создания нужного количества копий окружностей удобно воспользоваться инструментом «Круговой массив».

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<XR>	«Чертеж Круговой массив»	

Система находится в ожидании выбора элементов изображения. Подведите курсор к изображению отверстия и нажмите  для выбора линии изображения. Больше элементов выбирать не нужно, поэтому нажимаем  в автоменю.

Теперь система ожидает указания центра массива – требуется выбрать 2D узел. В данный момент по умолчанию для массива вращения установлено 4 копии, а нам нужно 6, поэтому вызываем диалог «Параметры кругового массива» (рис. 5.17) для задания количества копий:



После этого можно выбрать узел. Переместите курсор к центральному узлу и нажмите . Получается результат, схематично изображенный на рис. 5.18.

Дальше нужно вызвать команду выталкивания профиля:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3X>	«Операции Выталкивание»	

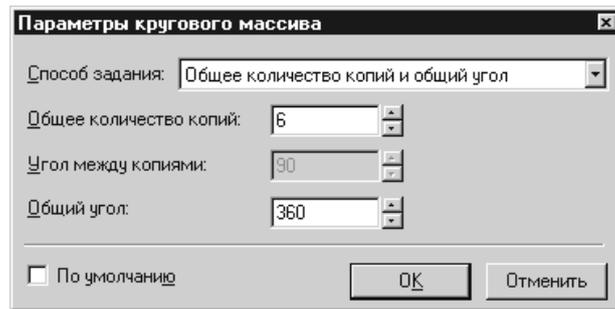
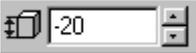


Рис. 5.17. Диалоговое окно при вводе значения общего количества копий

Система автоматически создает на основе начерченных линий 3D профиль и устанавливает вектор выталкивания перпендикулярно плоскости профиля. По умолчанию направление устанавливается наружу от грани. Нам нужно противоположное направление. Поэтому помещаем курсор в соответствующее поле системной панели, устанавливаем значение  и нажимаем клавишу <Enter>. Снова можно наблюдать предварительный просмотр результата операции (рис. 5.19).

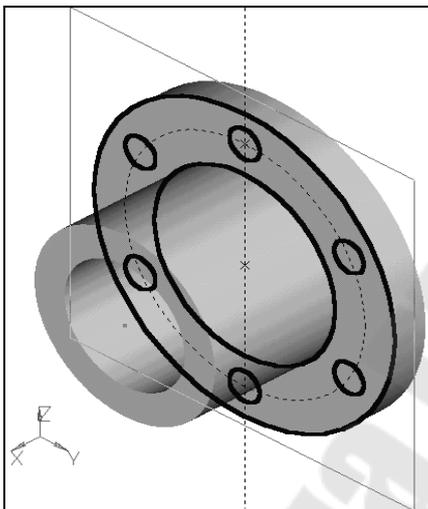


Рис. 5.18. Вид модели после выбора центрального узла



Рис. 5.19. Вид модели при предварительном просмотре результата операции выдавливания

Для того чтобы получить отверстия в теле вращения, необходимо еще до подтверждения создания операции выталкивания задействовать опцию «Одновременное создание булевой операции-вычитания».



Поскольку в сцене присутствует одно тело, второй операнд для булевой операции определяется автоматически. Для подтверждения создания выталкивания нажмите пиктограмму  в автоменю.

Обратите внимание на окно «3D модель». Одним действием создано две операции Extrusion_1 и Boolean_2 (рис. 5.20).

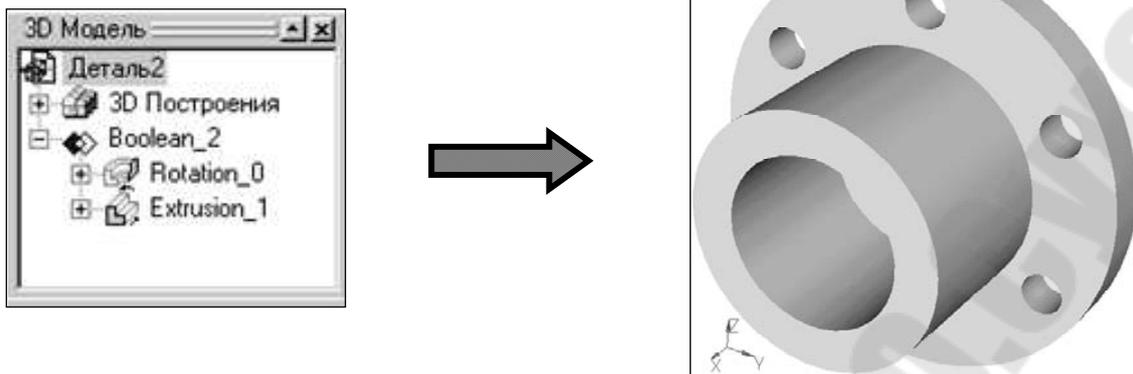


Рис. 5.20. Вид модели после выполнения двух операций Extrusion_1 и Boolean_2

Рассмотрим второй вариант.

Вызываем команду выталкивания профиля:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3X>	«О <u>п</u> ерации <u>В</u> ыталкивание»	

Задаем параметр выталкивания – 20мм.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3AR>	«О <u>п</u> ерации <u>М</u> ассив вращения»	

В автоменю выберите опцию:

		Выбрать 3D операцию.
--	-----	----------------------

Укажите курсором на цилиндр и нажмите (рис. 5.21). В случае, если после нажатия выдалось не то тело, необходимо воспользоваться следующей опцией в автоменю:

	<I>	Игнорировать выбор последнего элемента
--	-----	--

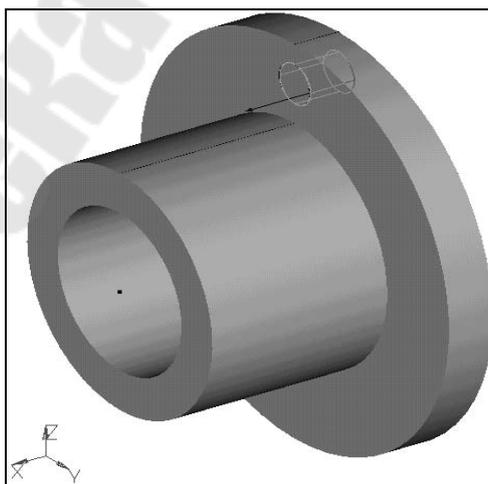


Рис. 5.21. Вид модели после выбора поверхности цилиндра

После выбора операции система ожидает указания оси массива вращения. Ось можно назначить по двум 3D узлам. У нас в сцене уже присутствует пара 3D узлов. Они были автоматически созданы при определении оси для операции вращения. Выбираем последовательно эти два 3D узла.

Далее необходимо вызвать диалог «Параметры массива вращения» нажатием клавиши <P> или пиктограммы  в автоменю. На закладке «Операция» можно задать параметры массива – количество копий (без учета оригинала) и угол между копиями. Также следует взвести флажки напротив опций, как показано на рис. 5.22, для ускорения пересчета 3D модели.

Для завершения создания операции нажмите  в автоменю. Далее требуется вызвать команду создания булевой операции:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3V>	«О <u>п</u> ерации <u>Б</u> улева»	

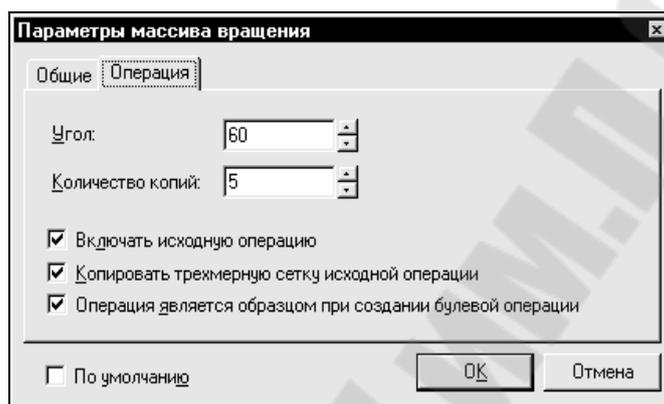


Рис. 5.22. Диалоговое окно при задании параметров массива

Выберите сначала операцию Rotate_0 (тело вращения), затем MultiCopyRotate_2 (3D массив вращения). Задействуйте следующую опцию в автоменю:



Для завершения создания операции нажмите  в автоменю.

Создание сглаживания. Следующий шаг – окончательный этап создания 3D модели – создание фаски и скругления.

Вызовите команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3D>	«О <u>п</u> ерации <u>С</u> глаживание»	

Выберите следующую опцию в автоменю:



Система находится в ожидании выбора ребра на модели. Выберите два ребра в той же последовательности, как и на рис. 5.23.

Далее необходимо задать параметры операции. Для вызова диалогового окна «Параметры сглаживания» (рис. 5.24) нажмите на пиктограмму  в автоменю или клавишу <P>. Выберите закладку [Список].

Далее требуется для каждого ребра снять флажок «Общие свойства» и задать отдельные параметры.

Выбираем первое ребро из списка и нажимаем кнопку [Свойства]. Появляется новое окно параметров сглаживания выбранного ребра (рис. 5.25). Здесь необходимо задать тип сглаживания – скругление с радиусом 2 мм.

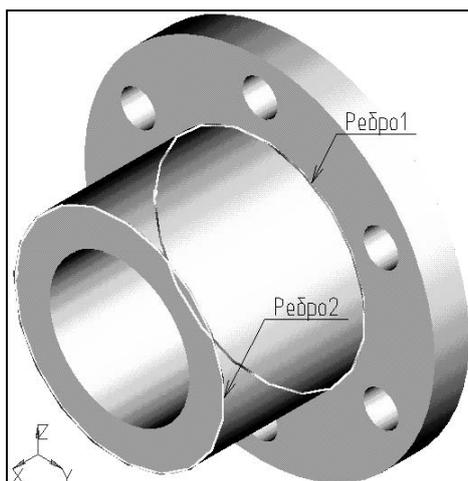


Рис. 5.23. Вид модели после выбора двух ребер

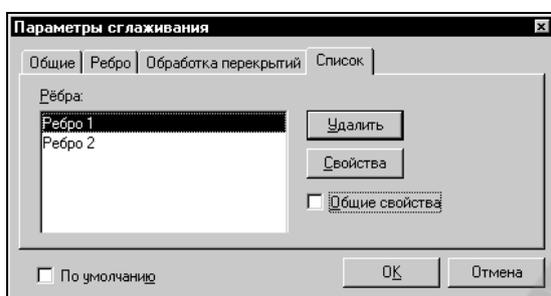


Рис. 5.24. Диалоговое окно при задании параметров сглаживания



Рис. 5.25. Диалоговое новое окно параметров сглаживания выбранного ребра

Для элемента «Ребро 2» устанавливаем тип скругления – фаска со смещениями и величину смещений – оба по 5 мм (рис. 5.26).

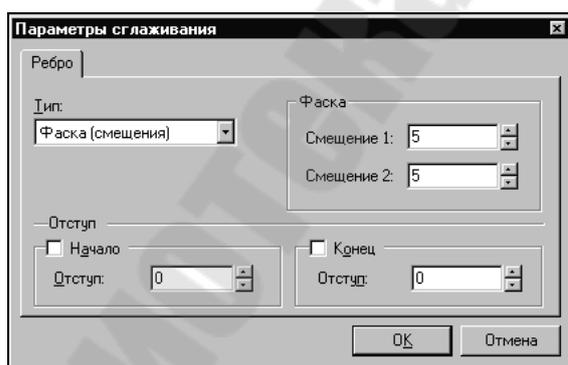


Рис. 5.26. Диалоговое окно при установлении типа скругления и величин смещений



Рис. 5.27. 3D модель детали

Закрываем все диалоги нажатием на [ОК]. Для подтверждения создания операции нажимаем **ОК** в автоменю. Результат операции на рис. 5.27.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Создание 2D чертежа из 3D модели

Цель работы: изучение метода создания 2D чертежа из 3D модели детали в системе T-FLEX CAD.

Методика решения задачи

Откройте 2D окно. Для этого подведите курсор к левому нижнему углу 3D окна. При приближении к специальной кнопке курсор изменит свой вид. Теперь можно нажать  и вести курсор вправо примерно до середины окна. Затем нужно отпустить нажатую кнопку (рис. 6.1).

Система предложит выбрать, какое окно вы хотите открыть. Нужно поставить метку напротив 2D окна и нажать [OK] (рис.6.2).

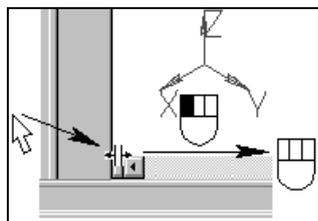


Рис. 6.1. Вид экрана при открытии 2D окна



Рис. 6.2. Диалоговое окно при выборе типа создаваемого окна

При этом 2D и 3D окно будут разделены по вертикали. Аналогичного результата можно добиться после вызова команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<WSR>	«Окно Разделить по вертикали»	

Также можно открыть новое окно в команде:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<WO>	«Окно Новое»	

Для того чтобы сделать новое 2D окно активным, поместите в него курсор и нажмите .

Теперь можно получить проекции и разрезы. Вызовите команду создания проекций:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3J>	«Построения 2D проекция»	

В автоменю выберите следующую опцию:

	<4>	Создать стандартный вид
---	------------------	-------------------------

В появившемся диалоговом окне выберите «Вид сзади» и нажмите [OK] (рис. 6.3).

К курсору привязано и перемещается вместе с ним приблизительное изображение проекции – вида сзади. Проекция привязывается по центральной точке. Укажите в центр 2D окна и нажмите  для привязки проекции в абсолютных координатах. Нажмите  в автоменю для подтверждения создания элемента.

Получение сечения детали. Сначала необходимо построить вспомогательные линии. Вызовите команду построения линии.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

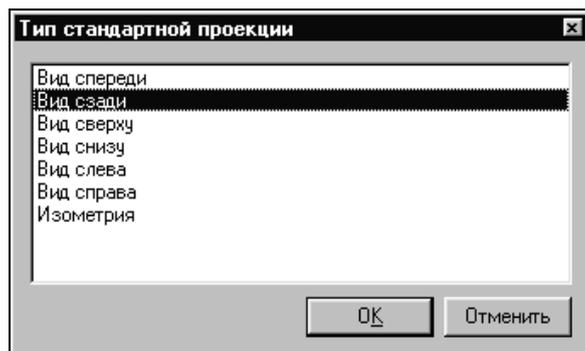


Рис. 6.3. Диалоговое окно при выборе типа стандартной проекции

Выберите в автоменю опцию построения вертикальной прямой



Укажите в центр окружности и нажмите  для построения линии, проходящей по оси симметрии проекции (рис. 6.4).

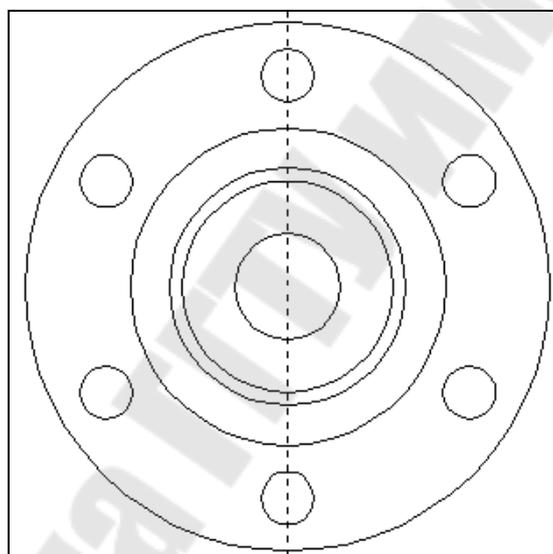


Рис. 6.4. Вид экрана после построения линии, проходящей по оси симметрии проекции

Вызовите команду создания окружности:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построения Окружность»	

Сейчас стоит обратная задача: на базе внешней окружности – линии изображения, принадлежащей проекции, построить линию построения – окружность.

Подведите курсор к линии изображения и нажмите  (рис. 6.5).

Теперь к местам пересечения линий построения можно привязать точки сечения. Вызовите команду создания сечения:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<SE>	«Чертеж Обозначение вида»	

Выберите последовательно две точки – пересечения линии и окружности. Для подтверждения создания сечения нажмите  в автоменю (рис. 6.6).

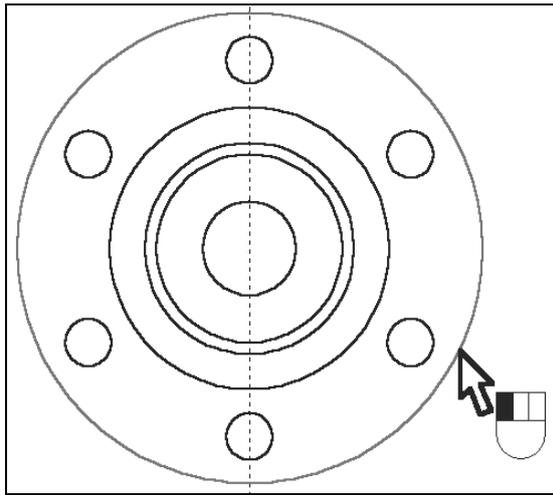


Рис. 6.5. Вид экрана при подводе курсора к линии окружности

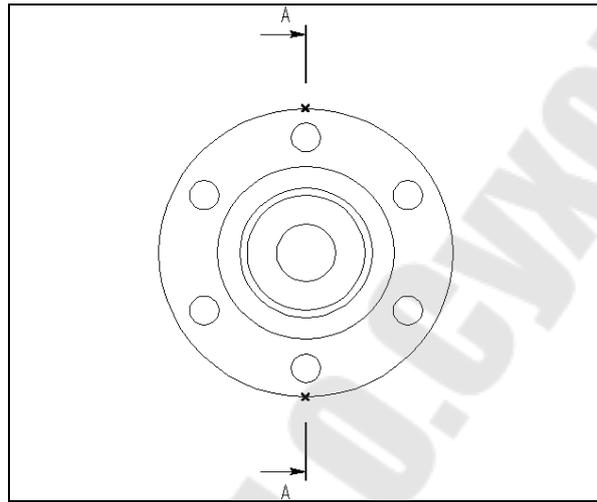


Рис. 6.6. Вид экрана при выборе двух точек пересечения линии и окружности

Получение разреза на основе созданного 2D сечения. Вызовите команду создания 2D проекции:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3J>	«Построения 2D проекция»	

В автоменю последовательно выберите следующие опции:

	<2>	Создать разрез или сечение
	<M>	Создать 2D проекцию на основе 2D сечения

Укажите курсором на обозначение вида и нажмите . К курсору теперь привязано быстрое изображение разреза. Двигая курсором, вы перемещаете проекцию, причем сохраняется проекционная связь. Для фиксации положения нажмите .

Вызовите диалоговое окно «Параметры проекции».

	<P>	Установить параметры 2D проекции
--	-----	----------------------------------

На закладке «Вид» установите тип проекции с применением сечения – разрез (рис. 6.7).

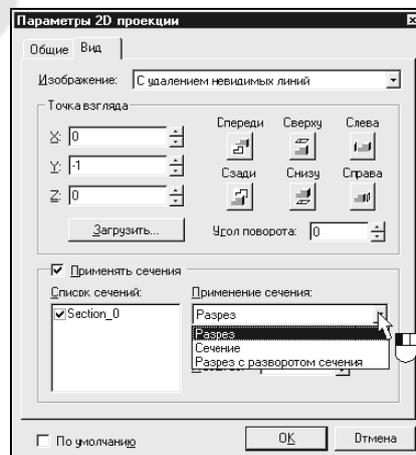


Рис. 6.7. Диалоговое окно при выборе типа проекции

Для завершения создания проекции нажмите **OK** в автоменю (рис. 6.8).

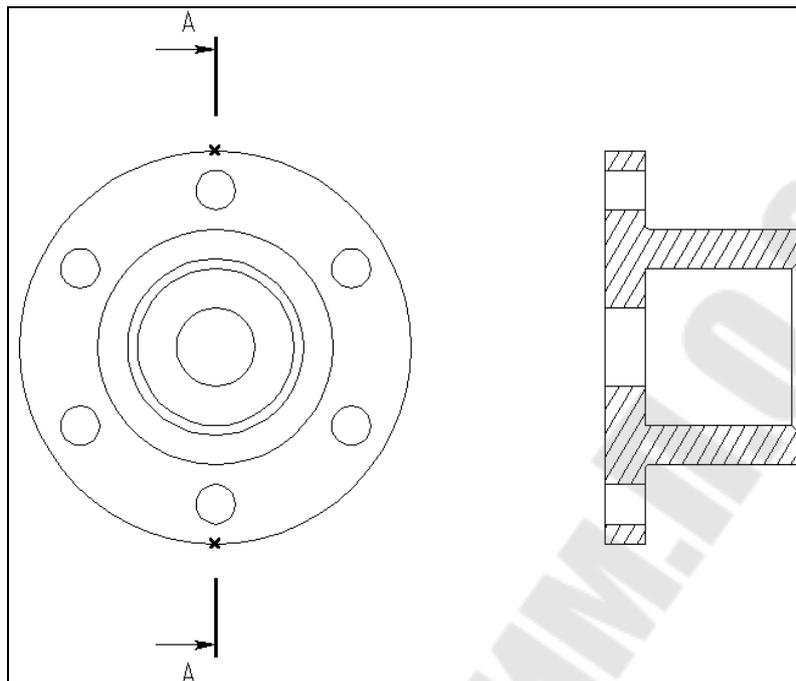


Рис. 6.8. Вид экрана после получения 2D чертежа

При необходимости к элементам проекций (к узлам, линиям изображениям-отрезкам, дугам и окружностям) можно привязать размеры, элементы оформления, дополнительные линии изображения (осевые линии) (рис. 6.9). На этом заканчивается получение 2D чертежа из 3D модели.

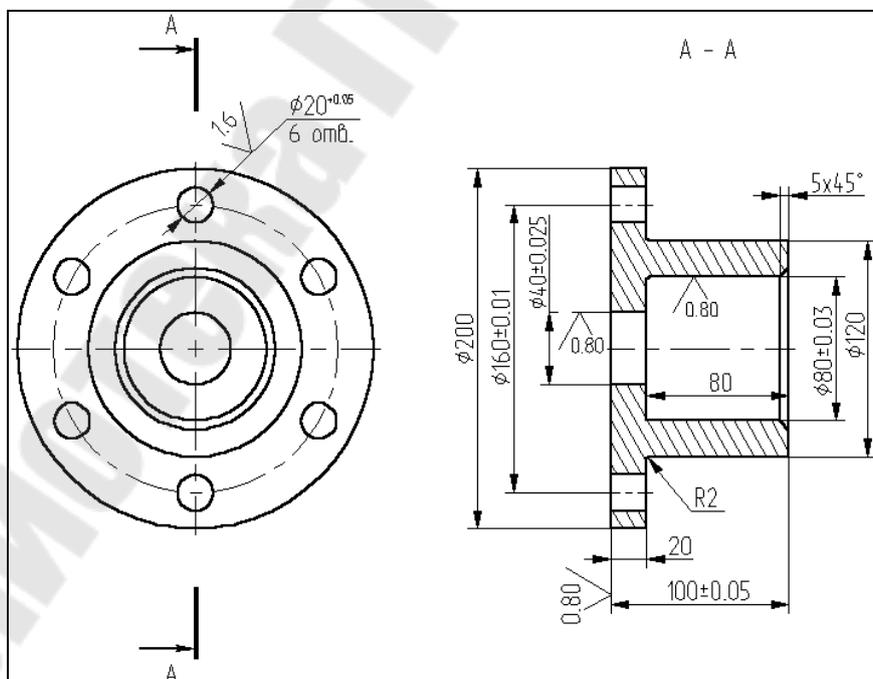


Рис. 6.9. Вид экрана после получения 2D чертежа с размерами

ЛИТЕРАТУРА

1. Программное обеспечение САПР. Прикладные системы. Система T-FLEX CAD. Практический курс по работе с системой: в 2 ч. / сост. А. Г. Попов ; КТИ Волгоград. гос. техн. ун-т. – Камышин, 2001. – Ч. I. – 26 с.

2. Программное обеспечение САПР. Прикладные системы. Система T-FLEX CAD. Практический курс по работе с системой: в 2 ч. / сост. А. Г. Попов ; КТИ Волгоград. гос. техн. ун-т. – Камышин, 2001. – Ч. II. – 40 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Создание 2D чертежа	4
Лабораторная работа № 2. Простановка размеров на чертеже.....	18
Лабораторная работа № 3. Работа с параметрами и переменными.....	22
Лабораторная работа № 4. Создание 3D модели на основе 2D чертежа	26
Лабораторная работа № 5. Создание 3D модели основным методом.....	42
Лабораторная работа № 6. Создание 2D чертежа из 3D модели.....	53
Литература	57

Учебное издание

Петухов Александр Владимирович

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Лабораторный практикум
по курсу «Системы автоматизированного
проектирования технологических процессов»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Редактор *С. Н. Санько*
Компьютерная верстка *М. В. Лапицкий*

Подписано в печать хх.06.2008 г.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Ризография. Усл. печ. л. 6,97. Уч.-изд. л. 3,94.
Тираж 100 экз. Заказ № /145.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».
ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

А. В. Петухов

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по курсу «Системы автоматизированного
проектирования технологических процессов»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2008

УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 30.2-5-05я73
ПЗ1

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 29.05.2006 г.)*

Рецензент: первый проректор ГГТУ им. П. О. Сухого *О. Д. Асенчик*

Петухов, А. В.

ПЗ1 Системы автоматизированного проектирования изделий машиностроения : лаб. практикум по курсу «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов» для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» / А. В. Петухов. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 58 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-732-2.

Подготовлен в соответствии с учебной программой курса «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов». Базируется на использовании лицензионного программного обеспечения, в частности университетской версии САПР T-FLEX CAD, предоставленной Московским ЗАО «Топ-системы» в рамках программы поддержки учебных заведений. Выполнение лабораторных работ позволит студентам приобрести навыки создания двумерного параметрического чертежа, простановки размеров, а также создания 3D модели в системе T-FLEX CAD.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения».

**УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 30.2-5-05я73**

ISBN 978-985-420-732-2

© А. В. Петухов, 2008
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2008

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Петухов Александр Владимирович

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ**

**Лабораторный практикум
по курсу «Системы автоматизированного
проектирования технологических процессов»
для студентов специальности 1-36 01 01
«Технология машиностроения»**

Электронный аналог печатного издания

Редактор
Компьютерная верстка

*С. Н. Санько
М. В. Лапицкий*

Подписано в печать хх.06.2008 г.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Цифровая печать. Усл. печ. л. 6,97. Уч.-изд. л. 3,94.
Изд. № 145.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого».
ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.